Die Energiewenden

– und was daraus werden sollte –

RL

14.03.2026

Zusammenfassung

Ausgangspunkt meines Aufsatzes ist die Frage, warum die Energiewende in Deutschland zu so starken Steigerungen der Energiekosten geführt hat, dass nunmehr erneut das ganze Projekt in Frage gestellt wird.

Dabei liegt mein Hauptaugenmerk nicht zuerst auf den anstehenden Umweltfolgen, sondern zu welchen Kosten und in welchen Zeiträumen Alternativen zur erneuerbaren Energie realisierbar wären.

Das Ergebnis ist wenig überraschend. Da Deutschland über keine nennenswerten Energierohstoffe verfügt, welche die industrielle und die private Energieversorgung langfristig sicherstellen kann, schlägt keine der im aktuellen Diskurs aufgeführten Alternativen den Plan, den inländischen Energiebedarf zu einem möglichst großen Teil aus erneuerbaren Energiequellen zur Verfügung zu stellen.

Dieses Ergebnis bedeutet aber nicht, dass die Energiewende, so wie sie bisher geplant und durchgeführt ist, erfolgreich sein wird. Im Gegenteil: die Energiewende in Deutschland muss um entscheidende Teile e r w e i t e r t werden, wenn sie gelingen soll.

Konventionen

Für den Leser, dem das von mir gewählte Format fremd ist, seien folgende Hinweise gegeben:

1. Hinter aller roter Schrift verbirgt sich ein Link zu einer referenzierten Stelle im Text.
2. Alle Hyperlinks (https:// …) führen ins Internet.
3. Die grünen Zahlen führen zur entsprechenden Einträgen im Literaturverzeichnis.

Da leider nicht alle Sprungziele auch eine Rücksprung-Adresse besitzen (Achtung Internet!) – weil ich nicht weiß, wie das gehen könnte –, sei der Leser gewarnt: begibt er sich auf einen Sprung, ohne sich die Seitenzahl, oder den Absatz zu merken, von dem aus er losgesprungen ist, gerät er in die Gefahr, nicht, oder nur mit einigem lästigen Herumsuchen zu der Stelle im Text zurückzufinden, bis zu der er sich – vielleicht ohnehin schon mit einiger Mühe – vorgearbeitet hatte.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 2
Konventionen 2

zum Geleit **6**

zwei notwendige Vorworte **7**
Ein Vorwort zur allgemeinen Situation 7
Vorwort - zum Thema 9

Einleitung zum Gegenstand **12**
ein erster Überblick 12
Energiearten in den einzelnen Wirtschftssektoren 13
Verbrauch an Primärenergieträgern in der Industrie 14
Verbrauch an Primärenergieträgern in den Privathaushalten 16
Verbrauch an Primärenergieträgern in Gewerbe, Handel und Dienstleistung . . 17
Verbrauch an Primärenergieträgern im Sektor Verkehr 18
Fazit der Einleitung und Ausblick auf die Weitere Untersuchung 24

I. Energiewende der Stromproduktion und –versorgung **25**

1. Babylon **26**
1.1. Richtungswechsel in der Energiepolitik 26
1.2. Kosten und Entschädigungen 30
1.2.1. Entschädigungen 32
1.2.2. EEG-Umlage 43
1.2.3. 300 Milliarden € Verlust durch die Energiewende? 50
1.2.4. Ein Zwischenfazit 53
1.2.5. Zweifel 58

2. Atomkraft **66**
2.1. das „kalkulierte“ Risiko 66
2.2. eine Missgeburt aus dem Dunkel der Geschichte 67

2.3. Kernenergie . . . 68
2.3.1. Kernspaltung . . . 69
2.3.2. Atomkraftwerk . . . 70
2.3.3. Kernfusion . . . 71
2.3.4. Small Modular Reactor . . . 75
2.4. Atomwaffen . . . 77
2.4.1. Vorwarnung . . . 77
2.4.2. Waffen und Technik . . . 78
2.4.3. „klassische Atombombe“ (Kernspaltung) . . . 78
2.4.4. Die Wasserstoffbombe (Fusionsbombe) . . . 79
2.4.5. Mischformen . . . 81
2.5. Fazit Atomkraft . . . 83

II. Energiewende: Heiz- und Prozesswärme 86

3. Das Grundproblem 87
3.1. Zur Erinnerung: worum geht es überhaupt? . . . 87
3.1.1. Der Stand der Wissenschaft . . . 87
3.1.2. Die Deutsche Traumwelt . . . 88
3.1.3. Die Deutsche Realität . . . 89
3.1.4. Fazit . . . 91
3.2. Fakten, Zahlen, Pläne . . . 92

4. traditionelle Wärmeversorgung 96

5. Wärmeversorgung in der Energiewende 98
5.1. Nah- und Fernwärme . . . 98
5.2. Zustand und Ausblick . . . 99

6. Alternativen zur Strom- und Heizungswende 104
6.1. Eigen Bodenschätze als Energiequellen . . . 104
6.1.1. Braunkohle . . . 104
6.1.2. Steinkohle . . . 105
6.1.3. Gas, Öl & Fracking . . . 105
6.1.4. Geothermie, Wasserkraft, Stromspeicher . . . 108
6.1.5. Uranbergbau . . . 108
6.1.6. Brutreaktor . . . 108
6.2. exterritoriale Ressourcen . . . 109
6.2.1. Öl . . . 109
6.2.2. Gas . . . 109

6.2.3. Kernbrennstoffe 109
6.3. Fazit der Alternativen 109

III. Verkehrswende **110**

7. Verkehrswende **111**

Nachworte **118**
ein grünes Nachwort 118
ein nationales Nachwort 119

Nachträge **124**
15.06.2026 Firmenchefs wollen raus aus fossilen Importen 124
16.06.2026 Rekordrenditen und massive Kritik 124

Anhänge, Verzeichnisse und Berechnungen **126**

Anhang **127**

Anhang Berechnung der Zwischen- und Endlagerkosten **128**
1. Berechnungsgrundlage: 128
1.1. Schritt 1: Kosten für den Bund im Jahr n 128
1.2. Schritt 2: Summe aller Kosten für den Bund bis Jahr n 128
1.3. Schritt 3: Bedingung für das Abgeltungskapital 129
1.4. Schritt 4: Lösung nach n 129
2. Beispieltabelle für die Abzinsung des Abgeltungskapitals 130

Anhang Risiko-Berechnung **133**
1. Annahmen und Voraussetzungen 133

Literatur **135**

Tabellenverzeichnis **144**

Verzeichnis der Aufzählungen **145**

Abbildungsverzeichnis **146**

Glossary **148**

zum Geleit

zwei notwendige Vorworte

Das Thema Energiewende ist ein weites Feld und die konträren Meinungen, ja Ideologien, pflügen unablässig durch unsere Gesellschaft – und hinterlassen Spuren und Schäden am Feldrain. Unser Gesellschaft, so meine Meinung, ist dabei in zwei Lager aufgeteilt:

1. diejenigen, die Etwas über die Energiewende wissen
2. und diejenigen, die lediglich eine Meinung dazu haben

Aus diesem Grund zerfällt schon das Vorwort in zwei Teile. Eines befasst sich mit den beiden Lager, die sich gebildet haben, das andere führt zu den Inhalten hin.

Diese notwendige Trennung von Behauptung, Kritik, Tatsachen und Alternativen wird sich im Verlaufe des Textes immer wiederholen. Das hat das Zusammentragen des Sachstandes nicht gerade erleichtert und wird sich auch das eine um das andere mal beim lesen als recht sperrig erweisen.

Ein Vorwort zur allgemeinen Situation

Eigentlich könnte dieser Absatz auch genau so gut am Ende dieses Aufsatzes stehen und eine Nachwort bilden.

Je länger ich mich mit den Fragen der Energiewende beschäftigt habe, um so größer ist meine Erstaunen darüber geworden, wie viele Organisationen, Institute, Vereine, Ministerien usw. es gibt, die sich mit diesem Thema befassen. Der Gegenstand ist ja auch wichtig, interessant und von immenser gesellschaftlicher Bedeutung. Unser aller Zukunft ist damit verknüpft – ob wir das wollen, oder nicht. Das zusammengetragene Wissen füllt Bände, ja Bibliotheken.

Dabei ist die Qualität der Ergebnisse, welche die einzelnen Akteure hervorbringen natürlich sehr schwankend. Zusätzlich ist die Datenbasis schmal, deswegen immer und überall fast gleich, deswegen unterscheiden die Ergebnisse sich mehr in der Interpretation, der Zahlen, als in den Zahlen selbst.

Aber das Verblüffendste für mich war dann doch die Ahnung: wie viele dieser Schreiber, Forscher und Meinungsmacher aus dieser schier unüberschaubaren Menge, werden wohl dafür bezahlt, das sie diesen Informationswasserfall am plätschern halten?

Es gibt überhaupt keinen Grund anzunehmen, dass da Unwahrheiten erdichten werden, im Gegenteil! Im Grunde genommen ist diese Vielfalt eigentlich eine gute Sache, aber der Berg an Fakten, Meinungen und Interpretationen ist so groß, dass man schon lange keinen einfach zu folgenden Pfad mehr finden kann: jeder muss sich seine eigene Bahn durch dieses Dickicht schlagen!

Aber wir wissen doch zu genau:

1. dass die meisten Menschen das aus Zeitmangel gar nicht können[1]
2. denn sie haben nicht die Zeit dazu
3. denn sie haben nicht das Wissen dafür
4. ihnen fehlt die Geduld, weil sie einfach nur eine schnelle und möglichst billige Lösung erwarten

Und jeder andere kann morgen schon, so scheint es, genau so leicht das Gegenteil davon behaupten, was heute als der Königsweg vorgetragen wird.

Und genau diese Überforderung öffnet Tür und Tor für die populistischen Vereinfacher, die aber eigentlich nur k e i n e Veränderung wollen, obwohl die Veränderungen auch ohne ihr Wollen oder Nichtwollen passieren. Mehr noch, diese Veränderungen s i n d schon passiert, ob wir das wollten oder nicht, sie sind mit uns passiert und wir schauen dem Geschehenen verdattert hinterher – das ist mein Eindruck.

Und dann gibt es natürlich einen Teil in unserer Gesellschaft, der von dieser allgemeinen Verunsicherung profitiert und ich frage mich immer häufiger:

5. welche unserer Politiker gehören zu den Profiteuren
6. und welche haben noch das Gemeinwohl im Sinn

Nach solch hochgestochenen Einleitungsworten stellt jeder zurecht die Frage: und Du, was kannst Du Neues anbringen, was nicht schon dutzende Andere zusammengetragen haben? Auf diese Frage habe ich nur eine kurze Antwort: n i c h t s ! Ich kann dem Erforschten und Erfundenen nichts hinzuzufügen. Wie auch? Ich bin kein Techniker, kein Wissenschaftler und kein Ökonom. Mein Aufsatz ist aus einem anderen Motiv heraus entstanden und im Verlauf meiner höchst individuellen Recherche habe ich immer wieder

[1] Ein besonders gutes und eindrucksfolles Bespiel für dieses Dilemma findet sich hier:[2] Dieses Dossier gibt auf 15 A4 Seiten einen wissenschaftlich fundierten Überblick über sehr viele Aspekte zum Thema Energiewende. Allein: wie viele Menschen lesen diese Broschüre - so wichtig das auch wäre. Und wenn sie es gelesen haben, wie viele von ihnen sind in der Lage die enthaltene Faktenfülle in ihrem Kopf zu bewahren?

festgestellt: es gibt so viele Aspekte, Facetten und Einzelheiten zum Thema, die an uns vorbeirauschen, ohne das sie in unserem Bewusstsein mehr Spuren hinterlassen, als ein dumpfes Unbehagen, vom Thema überfordert zu sein – und die wir vielleicht deswegen sofort wieder vergessen.

Es ist deshalb das Ziel meines Aufsatzes, den Versuch zu unternehmen möglichst viel von dem „Rauschen“ festzuhalten.

Dazu kommt der persönliche Anlass, der zu diesem Aufsatz geführt hat. Vor einigen Wochen erhielt ich per Mail eine Aufforderung eine Petition zu unterschreiben, die sich dagegen aussprach, die Förderungen der Erneuerbaren Energien zu Gunsten neuer Gaskraftwerke zu streichen. Diese Petition war für mich klar und eindeutig und ich habe sie, um meine eigene Meinung ergänzt, an einige Freunde und Bekannte weitergeleitet. Wie man das eben so macht, wenn es um eine „gute Sache“ geht.

Womit ich allerdings nicht gerechnet hatte, war, dass auch eine Antwort zurückkommen würde, in der ich aufgefordert wurde, meine Meinung und meine Behauptungen zu begründen. An dieser Stelle musste ich feststellen, dass ich einige meiner Behauptungen gar nicht durchgängig und schlüssig begründen konnte; nicht mal für mich selbst. Da ich jedoch meine Behauptungen nicht einfach so sang- und klanglos untergehen lassen wollte, habe ich angefangen eben jene Fakten zusammen zu sammeln, die wir alle schon einmal gehört, aber eben auch wieder vergessen haben. Das war der Startpunkt für diesen Aufsatz – und mag auch die etwas gewöhnungsbedürftige Form erklären, mit der ich mich dem Thema versucht habe zu nähern.[2]

Vorwort - zum Thema

Die „Energiewende“ ist wohl so alt, wie die Menschheit selbst. Die Geschichte der ältesten historischen Energiekrisen liest man in den Büchern der Geschichte der Wälder. Das liegt auf der Hand. Mehrere tausend Jahre lieferte Holz die Energie aller Technologie, die höhere Temperaturen verlangte. Und da die Glasbläser, Köhler, Eisenschmelzer, Schmiede und Spengler zusammen mit vielen anderen Gewerken UND den Kaminen der Menschen um den Rohstoff Holz konkurrierten, sank im zweiten Drittel des 18. Jh. der Waldbestand schon einmal geschätzt unter 15% (heutiger Bestand über 30%). Mit unseren heutigen Worten hätten wir damals von einer Energiekrise gesprochen. Die Wälder waren längst privatisiert, der Holzhandel ein einträgliches Geschäft. Holzdiebstahl ein Volkssport aus der Not. Wer arm war hat nicht nur gehungert, sondern auch gefroren. Das könnte uns bekannt vorkommen.

[2] Ich habe auch überlegt, seine Entstehungsgeschichte ganz aus diesem Aufsatz zu streichen, habe mich aber dann doch dafür entschieden diesen Anfang so zu lassen, wie er ist. Erklärt er doch den zunächst sehr zufälligen Weg meiner Faktensuche.

Zwei oder drei Jahrtausende der „Holzenergie“ wurden an der Wende von 18. zum 19. Jh. von der „Kohle-Energie“ abgelöst. Bereits 160 Jahre später begann der Niedergang der Kohleindustrie und der Aufstieg des Öls – auch wenn Hitler schon Jahre früher klar war, dass er seinen Krieg im Osten nur gewinnen konnte, wenn er die Ölfelder um Baku erreicht.

Wir selbst waren Zeuge einer „Energiekrise“ in der DDR. Als die Steinkohle in Zwickau endete war das gleichbedeutend mit der Unterwerfung großer Landstriche unter die Schaufelräder riesiger, weltberühmter Förderbrücken. Mit den Nebenwirkungen des Waldsterbens und der klebrigen rotbraunen Fassaden-Verkrustung ganzer Innenstädte. Die Folgen des Sauren Regens ließen sich auch in der DDR nicht verheimlichen, auch wenn „Umweltkatastophe“ ein Ketzerwort war. Über eine Energiekrise wurde öffentlich nicht geredet, aber den Erbauern des Sozialismus war klar, dass der industrielle Energiebedarf allein mit Braunkohle nicht zu decken war. Zwei Zementwerke brauchten einen Tagebau für sich. Die Druschba-Trasse diente nicht nur der Deutsch-Sowjetischen Freundschaft, sie war eine unverzichtbare Lebensader für die Industrie der DDR.

Und wohin der Übergang von der Steinkohle zum Öl im westlichen Teil Deutschlands führte, konnte man in der Ökrise 1973 besichtigen, als die Kinder Sonntags auf der Autobahn spielen durften.

Alles im Allem: eigentlich sollten wir über ausreichend Wissen und Erfahrung verfügen, wie Gesellschaften mit Energieknappheit umgehen können. Wenn, ja wenn da nicht die Eigentumsverhältnisse wären:

Ein reicher Gutsbesitzer mit einem großen Wald und angeschlossenem Holzhandel konnte über Nacht zu einem armen Schlucker gegenüber einem neureichen Bauern werden, unter dessen Acker sich plötzlich ein Kohleflöz auftat.

Während die Scheichs im nahen und mittleren Osten wieder zu den Märchenprinzen wurden die sie in unsern Kinderschichten schon einmal waren, versanken in Mittel- und Nordengland ganze Landstriche in einer Depression und krasser Armut, die ich selbst in den neunziger Jahren noch spüren konnte. Die tragischen Geschichten vom Prekariat im Rust-Belt sind uns erst präsent, seit D. Trump sich zum Rächer dieses politisch heimatlosen Proletariats erklärt hat. Usw. usf. …

Es liegt nach meiner Meinung als mögliche Summe der obigen Aufzählung auf der Hand, dass eine Energiekrise nicht allein durch die Anzahl von Windrädern, Gaskraftwerken, oder Atomreaktoren geheilt werden kann, sondern eines längerfristigen Planes bedarf, wie ein Gesellschaft seinen Energiebedarf decken will. Und daran mangelt es in unserem Land seit Jahrzehnten: sowohl an einem Plan, als auch an einem Energiekonsens in der Gesellschaft.

Diese Entwicklung in die jetzige „Energiekrise“ hinein vollzog sich schrittweise über vierzig fünfzig Jahr durch verschiedenste Regierungskoalitionen hindurch, aber Schuld an der jetzigen Misere soll im Konsens der Gesellschaftlichen Mitte die kurze Rot-Grüne Mehrheit in einer Regierungszeit von drei Jahren gewesen sein! Es gibt weit und breit kein Bewusstsein dafür, welche Regierungen unter welchen Versprechungen diese giftige Suppe angerührt haben. Es geht in der aktuellen Debatte auch nicht mehr um Auswege aus der Situation: es geht nur noch darum, S c h u l d i g e zu finden, um nicht selbst Schuld zu sein. Nur dann ist man auf der Seite der Gewinner – und wird eventuell wiedergewählt.

Das Ansinnen neuer Gaskraftwerke samt den zugehörigen Rohstoff-Kontrakten ist in Anbetracht täglicher Kriegsnachrichten und der zugehörigen Börsenkurse auf den ersten Seiten der Gazetten nur von der Parole „Überholen ohne einzuholen“ zu überbieten – Gott habe den Walter, den Erich und den Günter selig. Frau Ministerin Reiche sollte sich am Schicksal dieser verblichenen Wirtschaftsführer lieber nicht zu sehr orientieren …es sei den sie möchte für spätere Stammtischrunde damit Erinnerung bleiben, wie sie versuchte Deutschlands Energiekonzerne mit Voll-Gas in eine goldene Rendite-Zukunft rasen zu lassen.

Es nutzt nichts, sich mit bitterem Sarkasmus von diesen Geistern zu distanzieren. Die nächsten drei Jahre Deutscher Zukunft gehören mit Sicherheit schon jetzt der Vergangenheit. Und es kommt noch schlimmer: nichts und niemand ist zu sehen, der auch nur eine Idee vorzubringen vermag, wie unser Land bei dieser existenziellen Frage wieder geeint werden könnte. Nach meinem Dafürhalten befinden wir uns in einer energiepolitischen G e i s t e r b a h n.

Und weil wir daran so gar nichts ändern können und des Zuschauens doch überdrüssig sind, wenden wir uns nun lieber den vorhandenen Quellen zu und sammeln dort noch einmal zusammen, was wir über die zukünftige Energieversorgung der Deutschen in Erfahrung bringen können. Nichts davon wird neu sein: es kommt ausschließlich auf die Konzentration des Trankes an, wenn er zur Medizin werden soll.

Und nun genug der Polemik. Wenden wir uns konkreten Fragen der Energiewende zu.

Einleitung zum Gegenstand

Zuerst, bevor wir uns in Einzelfragen verlieren, umreißen wir lieber noch einmal das Gebiet über welches wir uns Klarheit verschaffen wollen. Ausgangspunkt aller Energiewende-Pläne war das aufziehende Gespenst einer Klimakatastrophe. Als Antreiber dieser Katastrophe sind seit Jahrzehnten die vermehrt vom Menschen verursachten Treibhausgase ausgemacht. Im Mittelpunkt jeder Diskussion zu diesem Thema steht immer das Gas CO_2. Es entsteht durch den Menschen bekanntermaßen in der Hauptsache bei der Verbrennung fossiler Primärenergieträger wie Holz, Kohle und Gas.

ein erster Überblick

Wenn wir also untersuchen wollen, wie und wo neben der Notwendigkeit auch die reale Möglichkeit besteht, den Verbrauch fossiler Brennstoffe zu transformieren, müssen wir uns zuerst einen Überblick darüber verschaffen, wer in unserer Gesellschaft wozu, wie viel von welchem Primärenergieträger verbraucht. Das Statistische Bundesamt hilft uns da mit seiner Grafik in der Abbildung 1 auf der nächsten Seite sehr gut weiter.

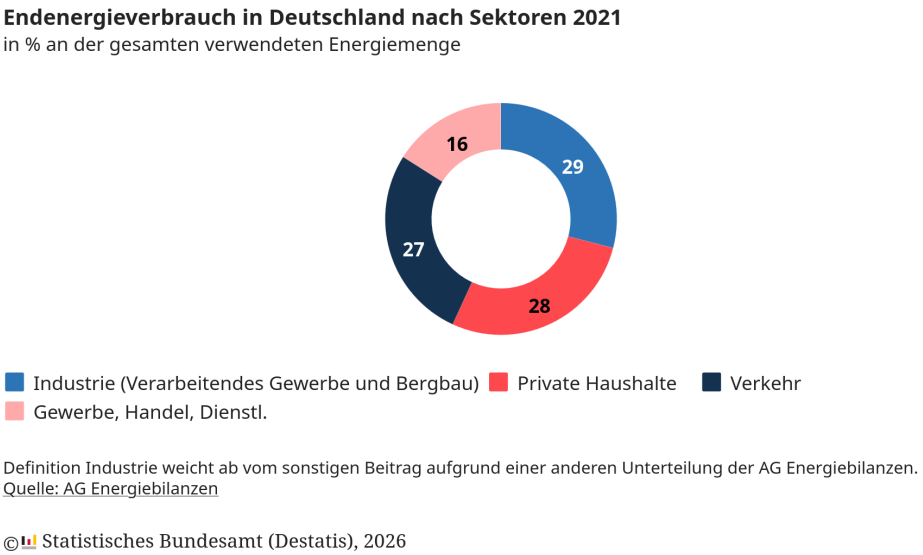


Abbildung 1.: Verteilung des Energieverbrauchs nach Volkswirschaftlichen Sektoren

Auch wenn wir durch dieses Schaubild[1] noch nichts über die Art und die absoluten Größen des Energieeinsatzes wissen, so können wir doch schon erkennen, welchen Bereichen der Volkswirtschaft wir uns im Folgenden zuwenden müssen.

Energiearten in den einzelnen Wirtschftssektoren

Aufz. 1: Sektorbetrachtung Energieverbrauch

1. Industrie, Handel, Gewerbe und Dienstleistunge zu 45%
2. private Haushalte 28%
3. Verkehr 27%

Dabei dürfen wir nicht aus dem Auge verlieren, dass sich jeder Sektor wiederum diversifizieren lässt in den Verbrauch von:

[1] Quelle:
https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/_Grafik/_Interaktiv/energieverwendung-deutschland-sektoren.html

Aufz. 2: Sektorbetrachtung Energieträger

4. Kohle
5. Öl
6. Gas
7. Strom

Damit steht unser Fahrplan für die folgenden Überlegungen fest, wir werden noch häufiger zu diesem Kompass zurückkehren müssen.

Aber um unser Bild noch enger zu fassen, suchen wir genauer danach, welche Energieträger in welchen Wirtschaftssektoren verbraucht werden. Meine Suchergebnisse sind nicht immer befriedigend.

Verbrauch an Primärenergieträgern in der Industrie

Die folgende Grafik 2 auf der nächsten Seite über den Verbrauch an Energieträgern in der Industrie[2] enthält überall große „geheime“ Anteile – was auch immer das zu bedeuten hat. Leider sind die Zahlen auch nicht gerade aktuell. Das bewirkt in unserer schnelllebigen Zeit und im Angesicht zweier Kriege mindestens, dass Aussagen auf der Grundlage dieser Zahlen nur noch über bedingte Haltbarkeit verfügen. Die Preise für Energieträger haben sich in wenigen Jahren so rasant verändert, dass dies mit Sicherheit nicht ohne Auswirkung auf die Verbräuche geblieben sein kann.

[2] Quelle:
https://www.statistikportal.de/de/energieverbrauch-karte

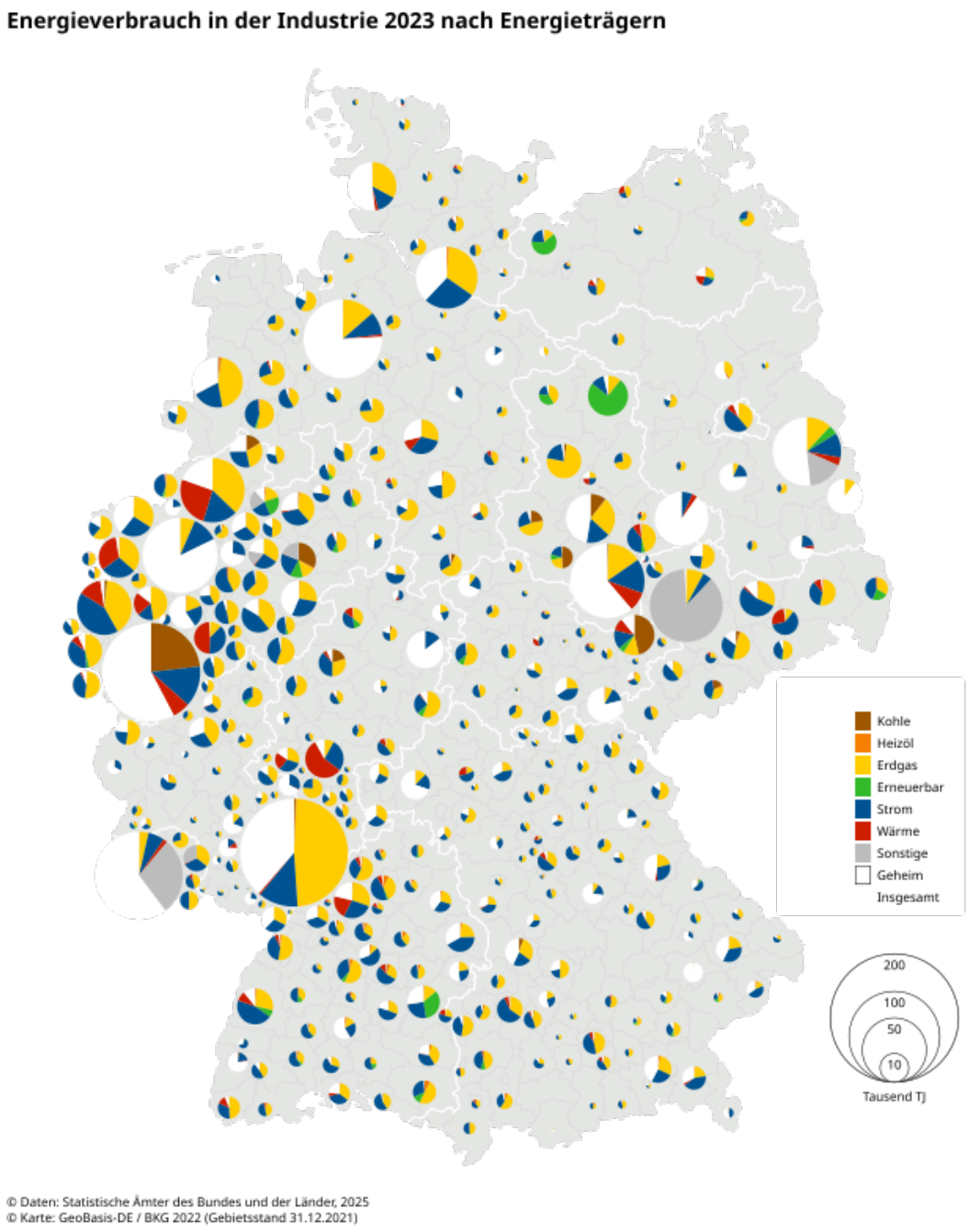


Abbildung 2.: Verbrauch an Energieträgerarten im Sektor Industrie

Das Ergebnis dieser Grafik 2 auf der vorherigen Seite zeigt, dass in 2023 der industrielle Sektor unserer Volkswirtschaft zu größten Teil Gas, Öl und Kohle als Primärenergieträger konsumiert.

Verbrauch an Primärenergieträgern in den Privathaushalten

Eine Aufgliederung des Energieverbrauches der privaten Haushalte finden wir hinwiederum beim Umweltbundesamt.[3]

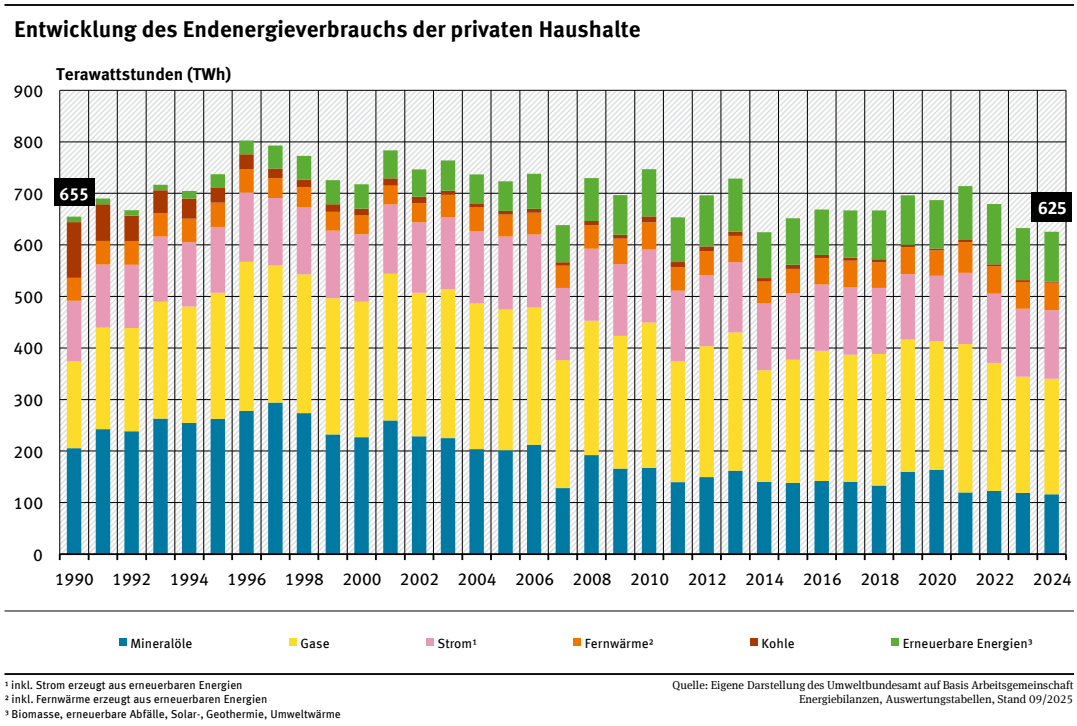


Abbildung 3.:
Entwicklung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte nach Energieträgern

Auch im Sektor der privaten Haushalte dominieren in 2025 immer noch Öl und Gas, auch wenn hier doch schon deutlichere Verschiebungen in den letzten Jahren zu erkennen sind.

[3] Energieverbrauch privater Haushalte. [41]
https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltzustand-trends/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte

Verbrauch an Primärenergieträgern in Gewerbe, Handel und Dienstleistung

Und hier nun abschließend der sektorale Energievebrauch nach Energieträgern in Gewerbe, Handel und Dienstleistung.

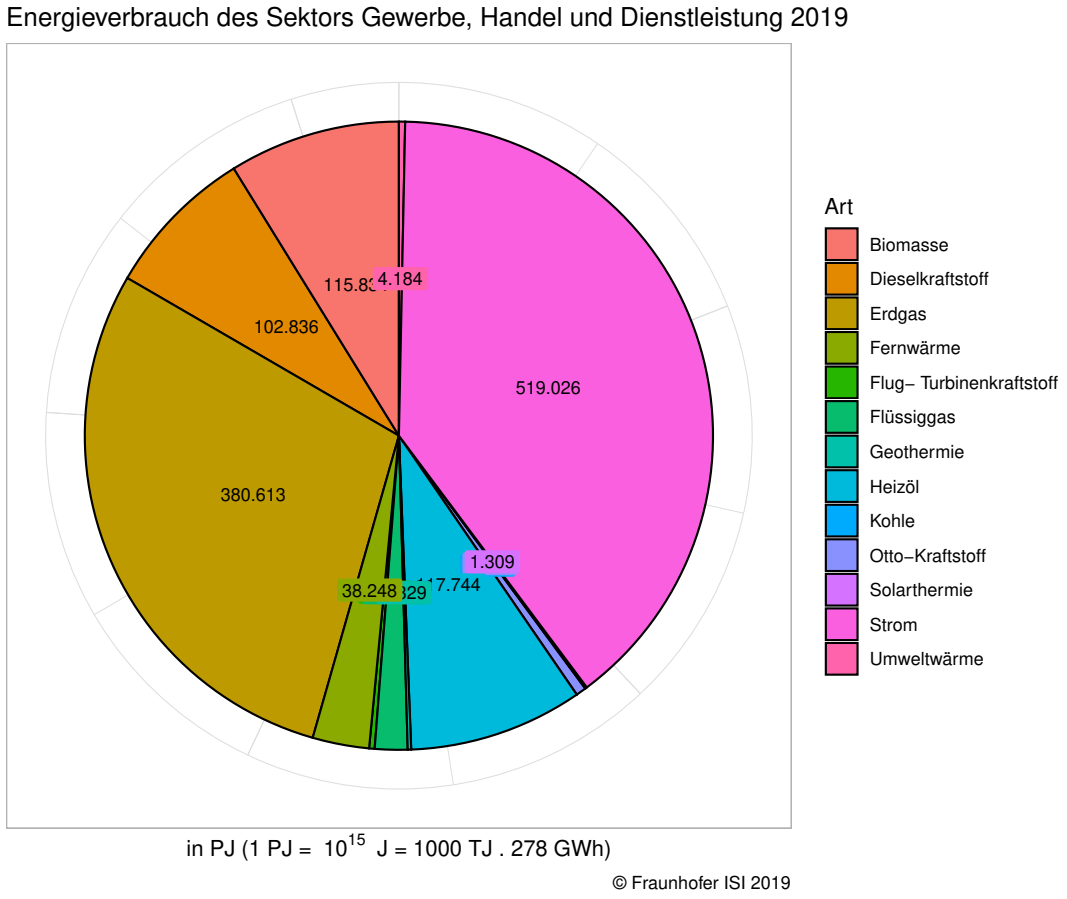


Abbildung 4.: Verbrauch Energiearten Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Meine einzige Quelle dazu ist eine Fraunhofer-Studie mit Daten aus 2019.[4]

[4]Quelle: Erhebung des Endenergieverbrauchs im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Endbericht mit Sonderauswertung Digitalisierung. Karlsruhe: Fraunhofer ISI. des ISI aus dem Jahr 2019. [30]

In diesem Bereich gelingt mir nicht einmal eine Zeitreihe, aus der wir eventuelle Veränderungen Ablesen könnten. Der Grund dafür ist einleuchten, nichtsdestoweniger dennoch unbefriedigend: es gibt schlicht für viel Jahre – vielleicht über Jahrzehnt – offensichtlich keine Daten. Es ist sehr mühsam, aufwändig und teuer, wenn nicht unmöglich diese Daten bei den Verbrauchern in Gewerbe, Handel und Dienstleistung zu erheben.

Um das nur mit einem einzigen schlichten Beispiel zu verdeutlichen: ein Dienstleister, der sich in einem fremden Gebäude einmietet, bezahlt seine Energierechnungen. Dazu muss er nicht notwendig wissen, wie die Energie, die er verbraucht erzeugt wurde – Hauptsache seine Büros sind warm und er kann die Rechnungen bezahlen.

Auffälig am Ergebnis dieser Untersuchung ist für mich sofort, die viel breitere Diversifizierung der Energieträger im Unterschied zur Industrie. Wenn dies nicht bedeutet, dass viele der eher marginalen Energieträger in der Industrie-Statistik aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassen wurden, könnte das darauf hinweisen, dass der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung schon länger auf der Suche nach „günstigeren“ Alternativen ist. Leichtverständlich wäre das: sind doch die Strukturen in diesem Sektor oftmals viel kleinteiliger und damit auch flexibler.

Verbrauch an Primärenergieträgern im Sektor Verkehr

Für Energieverbrauch im Sektor Verkehr verfügt das Umweltbundesamt[5] über sowohl aktuelle, als auch sehr aussagefähige Diagramme und Daten. Ich finde diese Abbildung so selbstredend, dass ich dem nichts weiter hinzufügen muss.

https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/06/Endbericht-Energieverbrauch-GHD-Befragung-2019.pdf

[5] Quelle: UBA Entwicklung des gesamten Primärenergieverbrauchs im Verkehrssektor [42]
https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltzustand-trends/verkehr/energieverbrauch-kraftstoffe

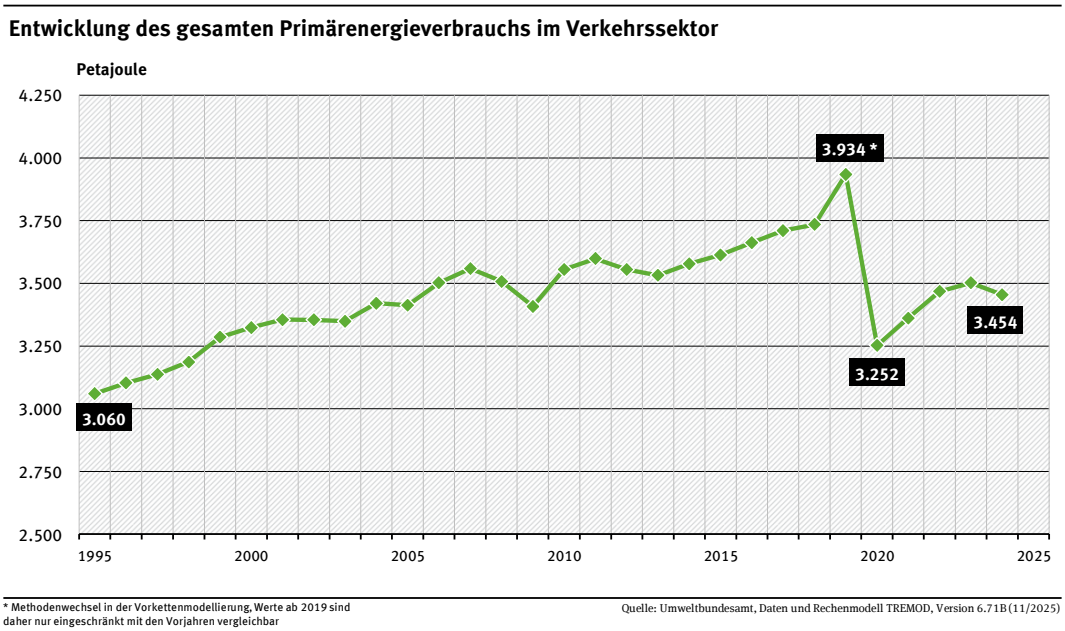


Abbildung 5.: Entwicklung des gesamten Primärenergieverbrauchs im Verkehrssektor

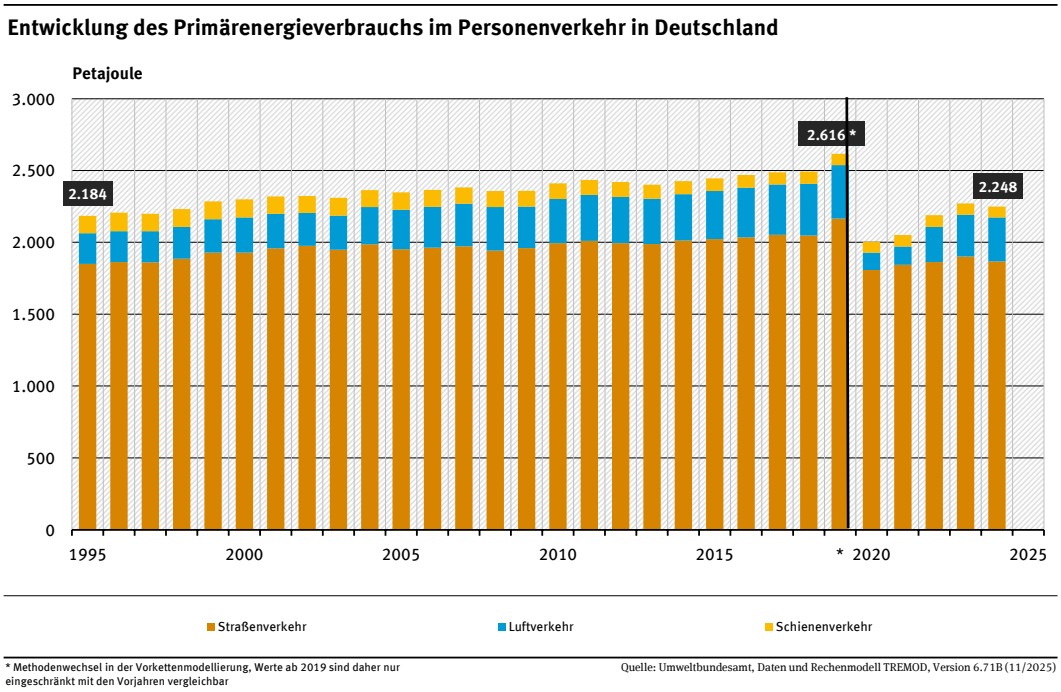


Abbildung 6.: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs im Personenverkehr

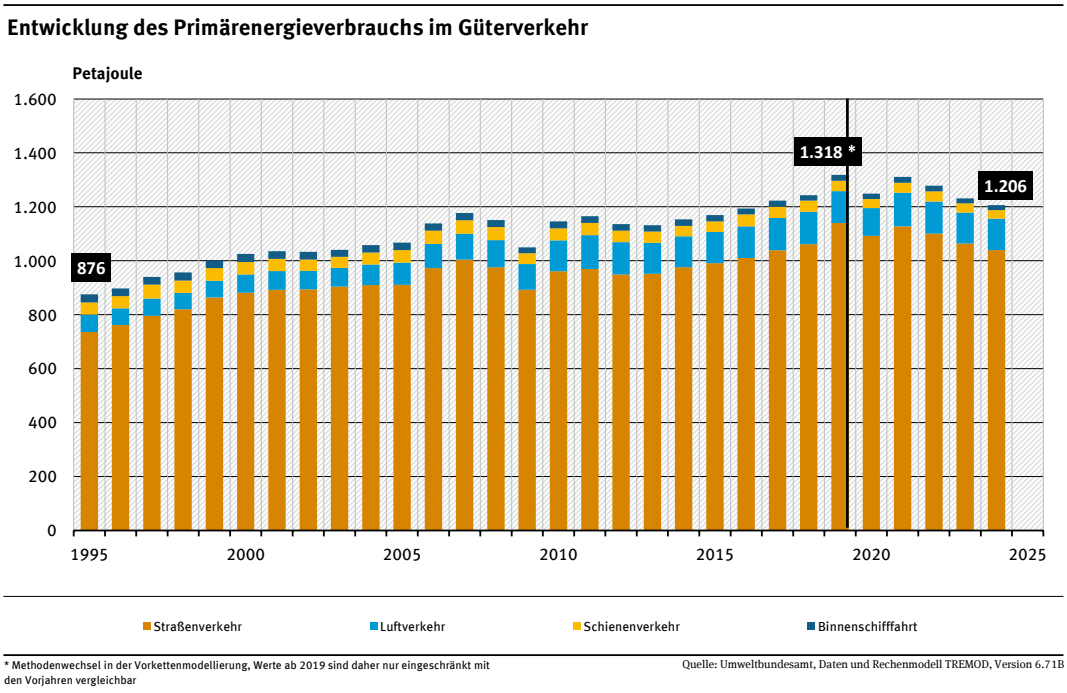


Abbildung 7.: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs im Güterverkehr

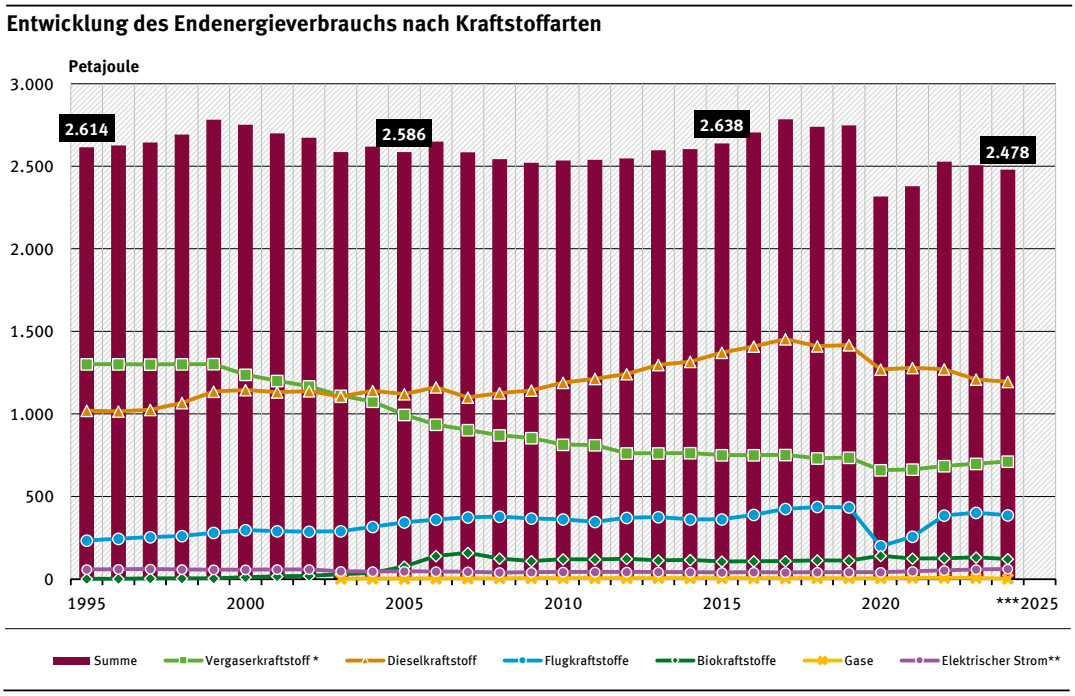


Abbildung 8.: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Kraftstoffarten

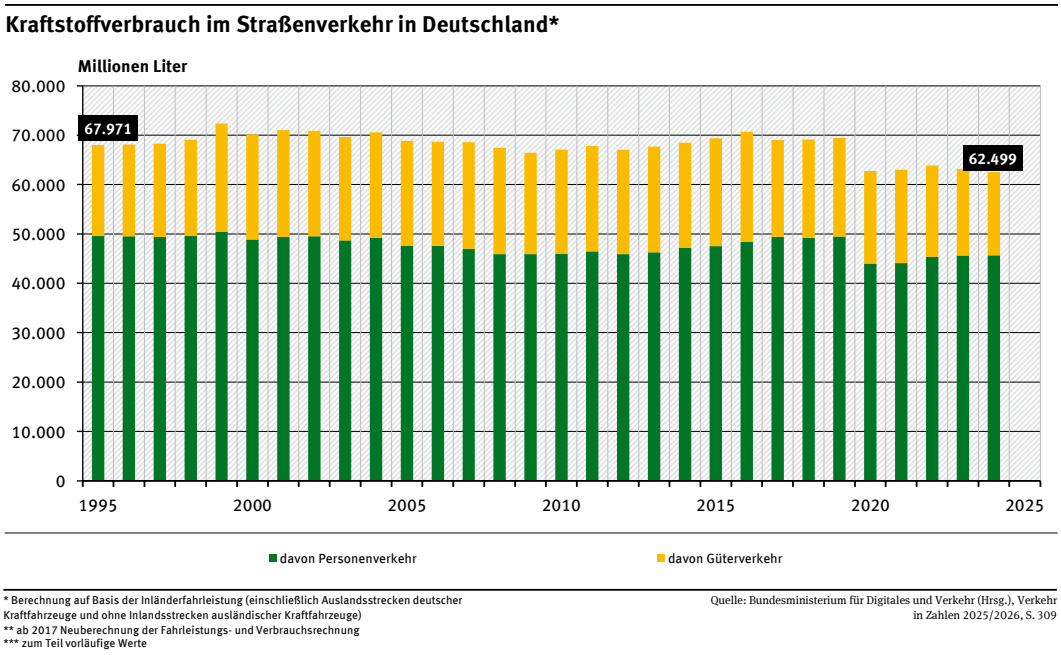


Abbildung 9.: Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr

Die Schaubilder sprechen für sich. Der Sektor Verkehr ist ein lohnendes Ziel für jeden, der die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern verringern und den CO_2-Ausstoß eindämmen will.

Fazit der Einleitung und Ausblick auf die Weitere Untersuchung

Unabhängig davon, ob zukünftige Strukturveränderungen aus dem Antrieb der Entkarbonisierung oder der Wirtschaftlich resultieren werden, soviel steht immerhin fest:

Aufz. 3: Ansatzpunkte für eine Wandlung der Primärenergieträgerstruktur

1. Alle vier Sektoren verbrauchen im erheblichen Maße Kohle, Öl und Gas.
2. Sofern die Deutsche Volkwirtschaft willens und in der Lage ist, die selbst gesetzten Vorgaben aus dem Pariser Abkommen und den EU-Gesetzen einzuhalten, bestehen im Rahmen dieser Energieträger rein quantitativ durchaus Möglichkeiten zur Transformation.
3. Für Deutschen Regierungen der aktuellen Legislatur und der kommenden Jahre bestehen in diesem Bereich weite Spielräum, um die Enerieversorgung sicher, bezahlbar und umweltfreundlich zu für die Bevölkerung und die Wirtschaft zu gestalten.

Anmerkung

Und noch eine letzte Anmerkung ist notwendig bevor wir uns in das Reich der Zahlen und der Wissenschaft begeben: leider ist die Datenlage zu den einzelnen Punkten die ich untersuchen möchte nicht nur nicht einheitlich, sie ist oft genug nur hinreichend bis ungenügend. Wo immer es geht habe ich mich bemüht eigene Auswertungen vorzunehmen, um damit ein möglichst leicht wiedererkennbares Bild für den Aufbau von Diagrammen und Schautafeln zu erreichen. Dort wo mir das nicht gelungen ist liegt das nicht immer an den Grenzen meiner Fähigkeiten auf diesem Gebiet, sondern oft auch an der Form in der Daten – wenn überhaupt – vorliegen.[6]

[6] Es versteht sich glaube ich von selbst, dass ich Rahmen dieses Aufsatzes nur öffentlich zugängliche Daten verwende: erstens weil sie für jedermann nachprüfbar und zweitens, weil sie kostenlos sind.

Teil I.

Energiewende der Stromproduktion und –versorgung

1. Babylon

Wer aber nun glaubt, dass mit einem so strukturierten Beginn, der Rest des Aufsatzes nur noch langweiliges herunter beten von mehr oder weniger bekannte Tatsachen sei, der sieht sich schon dann eines besseren belehrt, wenn er eine Tageszeitung aufschlägt, das Radio einschaltet, sich ins Fernsehen begibt, oder – im allerschlimmsten Fall – für sein höchst private Meinungsfindung Soziale Medien bemüht.

Mag der geläufige Spruch, dass Deutschland über mehr als achtzig Millionen Bundestrainer verfügt, noch einigen Unterhaltungswert besitzen. So sollte uns die Tatsache, dass Deutschland über mindestens ebenso viele Energieminister verfügt, eher zu denken geben. Aber selbst die Kakophonie meckernden Bürger wäre noch zu Ertragen, wenn sich diese tiefe Bewusstseinsspaltung nicht so nahtlos bis in die Parteispitzen und damit unweigerlich in jede Regierung fortsetzen würde.

Es ist schlechterdings nicht zu begreifen, dass unsere Regierungen in den vergangenen 15 Jahren mindestens dreizehn mal ihr Ansicht davon geändert hat, was ein Energiewende in Deutschland genannt werden soll und wie diese durchzuführen sei.

Jeder Häuslebauer der seine Zukunft mit Krediten finanzieren muss, und eine solche Art von ”Flexibilitätßeinem Installateur und Heizungsbauer zumuten würde, wäre schon längst bankrott und sein Banken hätten ihn vom Hof gejagt. In der Politik kann man sich besonders gut profilieren, wenn man das genau Gegenteil von dem als goldene Zukunft ausgibt, was die aktuelle Regierung gerade plant.

Wir werden also zunächst gar nicht dazu kommen, uns mit technischen, wirtschaftlichen, oder wissenschaftlichen Fragen zu befassen, sonder wir werden uns als erstes bemühen so viel Übersicht in die Energiepolitik der letzten Jahrzehnte zu bringen, dass zumindest eine Ahnung davon bekommen, warum es s o j e d e n f a l l s nichts werden konnte mit dem, was wir die ganzen Jahre E n e r g i e w e n d e genannt habe.

1.1. Richtungswechsel in der Energiepolitik

Wie eingangs auf Seite 7 schon erwähnt gibt es mittlerweile ganze Bibliotheken zu den Themen Energie- und Umweltkrise. Aber es soll im Folgenden zuerst immer um e i n e Fragen gehen:

Meine polemische Frage lautet deshalb:

> „Wie wahrscheinlich ist es, dass der vierte, fünfte, oder sechste Richtungswechsel in der Energiepolitik, den Strom irgendwann billiger macht?“

Eine berechtigte Gegenfrage könnte lauten:

> Zur 1. Frage „Diese Frage kann ich nicht beantworten. Der vierte, fünfte oder sechste Richtungswechsel ist mir jeweils nicht bekannt.“

Ich werde dazu eine Liste zusammenzustellen von dem, was mir als energiepolitische Richtungsentscheidungen in den letzten Jahrzehnten in Erinnerung geblieben ist. Ich orientiere mich dabei an den Artikeln[1,2,3,4] der Wikipedia und mache daraus jeweils einen Stichpunkt.

Ich habe in der Folgenden Aufzählung die Punkte, die ich jeweils für ein „Wende“ weg von einem ursprünglichen Plan halte, rot gesetzt. Wenn ich diese Hervorhebungen zusammenzähle, komme ich sogar auf mehr als sechs. Aber was vielleicht noch wichtiger als die Vielzahl der Wechsel sein könnte, dass sind die kurzen Zeiträume in denen sich Wirtschaft, Industrie und Endverbraucher im jeweils neuen Kurs zurechtfinden mussten – bis sie es aufgegeben haben und in der Mehrheit nur noch d a g e g e n sind.

Aufz. 4: Richtungswechsel der deutschen Energiepolitik

1. 1959 Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie
2. 1961 AKW Karlstein[5]
3. 1970 bis 1990 Ölkrisen, Umweltkrise, Beginn der Debatten über Nachhaltige Energien
4. 1979 Ende Gorleben
5. 1980 Ende Wackersdorf
6. 1986 Tschernobyl
7. 1990 Stillegung Lubmin
8. 1991 Stromeinspeisungsgesetzt für regenerative Energien (Einspeisevergütung)
9. 1991 Ende Kalkar

[1] https://de.wikipedia.org/wiki/Kernenergie_in_Deutschland
[2] https://de.wikipedia.org/wiki/Energiewende_in_Deutschland
[3] https://de.wikipedia.org/wiki/Kernkraftwerk_Kalkar
[4] https://de.wikipedia.org/wiki/Ausstieg_aus_der_Kohleverstromung_in_Deutschland
[5] Im unterfränkischen Karlstein (Landkreis Aschaffenburg) wurde der erste Atomstrom produziert. In „50 Jahre Atomkraft - eine Bilanz“[12]

10. 1998 Energiewirtschaftsgesetzes als Übergang von der Versorgungssicherheit zum Angebotswettbewerb (Liberalisierung, Privatisierung des Strommarktes, der Energieversorger und der Netzbetreiber)
11. 2000 Erster Ausstieg aus der Atomenergie mit Restlaufzeiten (Entschädigung)
12. 2005 Netzagentur und Konzernfusionen auf dem Versorgungsmarkt und Verdrängung kommunaler Versorger
13. 2010 Laufzeitverlängerungen für Atomkraftwerke
14. 2011 Fukushima „Ausstieg vom Ausstieg“ aus der Atomenergie
15. 2018 Kohlekommission
16. 2020 Kohleausstiegsgesetz (Entschädigung)
17. 2021 Bundestag: erster Überblick zu Atomstrom und Subventionen erneuerbarer Energien[6]
18. 2022 Ersatzkraftwerkebereithaltungsgesetz, Stromangebotsausweitungsverordnung (Verschiebungsgrundlagen für Ausstiegsgesetze)
19. 2023 EU „Verbrenner Aus“
20. 2023 (Kabinet Scholz) gescheiterter Rückkauf des Tennet Übertragungsnetzes durch die Bundesregierung (Grund: fehlende Haushaltsmittel - Schuldenbremse)
21. 2024 (Kabinet Scholz) Heizungsgesetz
22. 2026 Ausstieg vom „Verbrenner Aus“
23. 2026 (Kabinet Merz) Novellierung Heizungsgesetz
24. 2026 (Kabinet Merz) Übernahme von 46% des Tennet-Netzes durch die Bundesregierung (Lockerung der Schuldenbremse)
25. 2026 Merz: regenerative Energien sind nur noch Brückentechnologie, die Zukunft ist Kernfusion
26. 2026 Wirteschaftsministerin Reiche: Verlagerung der Fördermittel von erneuerbarer Energieerzeugung zu neuen Gaskraftwerken

Und so wie oben schon gesagt: jeder Schwenk war und ist immer mit Entschädigungen verbunden! Das ergibt in der Summe finanzielle Lasten die uns und unsere Kinder noch Jahrzehnte in die Zukunft verfolgen werden.

Ein Blick auf diese Liste sagt uns eigentlich, dass wir unser ganzes Leben mit Richtungswechseln in der Energiepolitik zugebracht haben. Und trotz all dem Wissen finden wir keinen Frieden in dieser Frage. Ich wiederhole mich: d a s weißt in meinen Augen deutlich darauf hin, dass unserer Gesellschaft mehr fehlt als eine „smarte Energiepolitik“: es mangelt uns an einer einigenden Vision, wie wir zusammen in welcher Zukunft leben wollen.

Stattdessen haben wir unter den vergangenen Regierungen mehr und mehr den ehemaligen

[6] Die Wissenschaftlichen Dienste wurden nach einem vorläufigen, ersten Überblick zu verschiedenen wirtschaftlichen Aspekten von Strom aus Kernenergie (Atomstrom) und Subventionen erneuerbarer Energien gefragt.[11]

Konsens der Sozialen Marktwirtschaft verlassen und uns in eine Wettbewerbsgesellschaft verwandelt. Das Ergebnis sehen wir jeden Tag: die Gruppen und Grüppchen die immer radikaler aufeinander losgehen vielfältiger sich beinahe schon täglich. Die Sozialen Netzwerken wandeln sich in ihren Blasen zu Sekten. Widersprüchliche Ideen werden nicht mehr inhaltlich ausgetragen, sondern das Ziel ist die Vernichtung eines „Volks-Feindes“. Solche wirren ideologischen Kämpfe muten an, wie ein Rückfall in das erste Drittel des vorigen Jahrhunderts.

Man kann sich auch nicht über die vergangenen Jahre hinwegtrösten indem man die Zeit mit stümperhafter Kommunikation beschönigt. Die Ergebnisse sind so bitter wie unerschütterlich: wenn Regierungen Probleme nicht lösen und diese am Ende der Straße überlassen, dann führte das in der Vergangenheit regelmäßig nicht zur Lösung der Probleme, sonder zum Untsergang der Regierungen.

Aber wenden wir uns nun von den Befindlichkeiten ab und dem Zählbaren zu. Woher kommen unsere exorbitanten Energiepreise?

1.2. Kosten und Entschädigungen

Es gibt keine Veränderung, die man geschenkt bekommt. Die Kosten sind entweder real, d.h. finanziell, oder ideell, also emotional, oder moralisch.

Daher leite meine Behauptungen ab:

1. Energiewenden kosten viel Geld. Sie haben auch in der Vergangenheit jeweils zu Gewinnern und Verlierern geführt.
2. Aber Energiewenden müssen nicht unbezahlbar sein; auch die gegenwärtige nicht. Es kommt auf die gute Planung und eine zielstrebige Umsetzung an, um im Rahmen erträglicher Kosten zu bleiben.
3. Unser gegenwärtige Situatione ist eine andere: bisher hat jeder Schwenkt in der Energiewende-Politik immer zu höheren Kosten geführt, weil die ursprünglichen – nun im neuen Plan verworfenen – Ziele ja auch mit ganz konkreten Plänen, Verträgen und Aufträgen verknüpft waren - und diese müssen jetzt entschädigt werden. Außerdem beginnt die Planung jedes mal von vorn.

Gegenbehauptung:

> Diesen Behauptungen kann man sehr leicht entgegenhalten, dass sie nichts anderes wären als eben …Behauptungen. Ein Blick in die Haushaltspläne der vergangenen Jahre beweist, dass dies leider alles andere als leere Behauptungen sind: j e d e r Schwenk hat zu immer höheren Kosten geführt.

Zunächst müssen wir festhalten, dass es mehrere verschiedene Kostenursachen[7] für die Energiewende gibt:

Aufz. 5: Kostenarten der Energiewende

1. Entschädigungszahlungen
2. Umlagen
3. Subventionen und Förderungen für Alternativen
4. Netzaus- und -umbau

[7] Nun, da das Ende der Atomenergie in Deutschland unmittelbar bevorsteht, wird in dieser Studie eine Zwischenbilanz der gesellschaftlichen Kosten der Atomenergie in Deutschland gezogen und ein Ausblick auf noch bevorstehende Kosten nach dem Atomausstieg gegeben. Siehe in [36]. Diese sehr ausführliche Darstellung bezieht sich aber nur auf Kosten für Atomenergie. Kohle, Gas und Alternativen werden darin nicht behandelt.
https://foes.de/publikationen/2020/2020-09_FOES_Kosten_Atomenergie.pdf

Diese Tatsache, dass jeder der einzelnen Punkte für jeden Richtungswechsel gilt, geht in der hitzigen Debatten leider oft unter. Hat die jahrelange Subvention und der anschließende Ausstieg aus der Atomenergie bis heute bereits hunderte von Milliarden gekostet, so würde auch der Ausstieg aus den Erneuerbaren zurück zugunsten fossiler Brennstoffe nicht kostenlos zu haben sein. Auf die waghalsigen Pläne, mit denen die aktuelle Regierung aus der Förderung der Erneuerbaren aussteigen möchte, kommen wir an anderer Stelle genauer zu sprechen.

Und noch etwas muss festgehalten werden, bevor wir uns an eine Übersicht über die Kosten machen[8]:

Aufz. 6: Wer hat diese Gesetze beschlossen?

1. Atomkonsens: **Rot-Grün** 2000
2. Gesetze über die Ausstiege:
   a) Atomausstiegsgesetz: **Schwarz-Gelb** 2011
   b) Kohleausstiegsgesetz: **Schwarz-Rot** Freitag, Juli 2020
3. Gesetze zur EEG-Umlage
   a) Erste Fassung 2000 **Rot-Grün**
   b) Letzte Neufassung 2014 **Schwarz-Rot**
   c) Letzte Änderung Dezember 2025 **Schwarz-Rot**

Zur Versachlichung jeder Diskussion trägt immer bei, dass der Atomkonsens 2000 k e i n Gesetz zum Atomausstieg war, sondern eine Vereinbarung über Laufzeiten. Die Ausstiegsgesetze hingegen entstanden i m m e r unter CDU geführten Regierungen. Es verbreitet deshalb jedes mal einen schlechten Geruch wenn sich das heutige Führungspersonal von CDU und CSU hinstellt und diese Ausstiege als G r ü n e I r r w e g e brandmarkt. Das funktioniert in der Wahlkampfrhetorik nur, weil die Wählerinnen und Wähler ein kurzes Gedächtnis haben, und/oder keine Zeit dafür aufwenden wollen, ein bisschen Zeitgeschichte nachzuschlagen.

Zusätzlich greifen wir an dieser Stelle einmal der eigenen Gliederung etwas vor und bringen hier schon ein, dass die exzessiven EEG-Umlagezahlungen ebenso k e i n e Grüne Erfindung ist. Zahlungen in dieser Höhe wären gar nicht nötig und waren so von keiner Regierung vorgesehen. Verursacher dieser Zahlungen ist der verschleppte Netzausbau. Windräder müssten nicht abgeregelt werden, wenn zu viel Strom erzeugt wird, wenn

1. wenn der Strom dorthin gleitet werden könnte, wo er sinnvoll zu verbrauchen oder zu verkaufen wäre,

[8] https://de.wikipedia.org/wiki/Atomausstieg

2. oder an einem Ort für den späteren Gebrauch gespeichert werden könnte

Es gibt nie zu viel Energie, sie befindet sich aus der Sicht der Verbraucher nur zur richtigen Zeit am falschen Ort. Der Netzausbau in Deutschland hinkt am Jahresende 2025 sage und schreibe s i e b e n J a h r e hinter dem Plan zum Ausbau der regenerativen Energien her.[9]

Für den Speicherausbau gilt sinngemäß die gleicht Kritik – nur in noch deutlich verschärftem Maße. Das es auch anders geht, müssen wir nun anderswo in der Welt besichtigen.[10]

1.2.1. Entschädigungen

Unter Entschädigungen verstehe ich hier jene Zahlungen, die Kraftwerksbetreiber und Kohlekonzerne bekommen, weil sie ihr Geschäft aufgrund von Gesetzen vorzeitig beenden müssen. Damit sind ihre Investitionen durch die entgehenden Gewinne nicht vollständig amortisiert, die Kapitalgeber müssten niedrigere Renditen, oder gar Kapitalverlust akzeptieren. Hinzu kommt, dass die Wertpapiere schlechter, oder gar nicht mehr handelbar sind. Die Inhaber also mit einem Paket fauler Fische in der Tasche auf ihre Verluste starren. Das Privateigentum genießt jedoch den größten denkbaren Schutz in unserer Demokratie, weswegen das höchste Verfassungsgericht unseres Landes entschied, dass das Kapital - zurecht - auch in diesem Fall entschädigt werden muss. Es dauerte einige Zeit, dann hat auch die Kommission der EU befunden, dass diese Zahlungen k e i n e unzulässigen Subventionen sind. Der deutsche Staat darf - und deutsche Steuerzahler müssen - also zahlen. Es geht um dutzende von Milliarden. Siehe Tabelle 11 auf Seite 37.

[9] Großer Verbändeappell an Politik wegen fehlendem Netzausbau https://www.erneuerbareenergien.de/transformation/netze/grosser-verbaendeappell-politik-wegen-fehlendem-netzausbau[45]

[10] Alle Ursachenforschung führt immer wieder zu den gleichen Fehlern zurück: Deutsche Wissenschaftler und Ingenieure haben mit deutschen Fördergeldern aus Steuern Pionierarbeit bei der Entwicklung von Sonnenkollektoren geleistet, bis dieser Technologie an China verschleudert wurde.[27] Die Geschichte der Batteriespeichertechnik hängt in Deutschland sehr eng mit den gravierenden Fehlentscheidungen der heimischen Autoindustrie zusammen. Man kann diese Ignoranz in der Rückschau mit wenigen Worten zusammenfassen: die Technologie elektrischer Batterien ist so primitiv, die Wertschöpfung gemessen am Endprodukt Auto so marginal, dass die deutsche Industrie diese Ressource jederzeit billiger einkaufen, als selbst herstellen kann. Und wer erinnert sich noch an die Wirren für, oder gegen die Deutsche Beteiligung an der Lithium Gewinnung in Chile und Bolivien?[18]. Auch wenn die Quellen zu diesem Drama sich so lesen, als ob die Indigenen mit ihrem Eigensinn Schuld am Scheitern der Verträge sind, so ist Schuld der bolivianischen Regierung und der Deutschen Investoren zumindest nicht unwesentlich: glaubte man sich doch auf dem sicheren Weg zu einem Schnäppchen. Man hätte ja auch von deutscher Seite aus versuchen können, die einheimische Bevölkerung einzubeziehen. Die bolivianische Gesetzeslage war bekannt. Und wenn wir schon einmal bei Pleiten Pech und Pannen in der Energiepolitik sind, dann soll an dieser Stelle auch noch das gescheiterter Projekt NorthVolt[32] mit auf den Tisch. Egal wo, oder bei wem man im Einzelfall die Schuld sucht ist, das Ergebnis läuft auf den Igel China hinaus, der dem Hasen Deutschland weiter und weiter enteilt.

Aufz. 7: Ursachen der Entschädigungen

1. für die entgangenen Gewinne
2. für den Rückbau und die Renaturierung - beides sind keine freiwilligen Leistungen der Unternehmen, sonder gesetzliche Vorschriften. (Wer wissen möchte, wie andere Länder das regel kann sehr gern nach Industrieruinen in Europa googeln. Schön war das weder in England, noch in Rumänien wo man nach solchen Artefakten wirtschaftlicher Blüte gar nicht suchen muss, sie stehen (standen in England) einfach überall im Weg, wohin man sich auch wendete.)
3. Aber nicht nur das Kapital und die Umwelt verursachen Kosten, sondern auch die Menschen. Arbeiter und Angestellte aus den Energiebetrieben, oder den Tagebauen, finden nicht einfach im nächsten Gewerbegebiet eine passende Stelle. Der Strukturwandel der Region wird mit insgesamt 40 Milliarden € über einen Zeitraum von 13 Jahren (2025 - 2038) gefördert.[11]
4. Aus der gegenwärtigen, wirtschaftlichen Realität gibt es für die sterbende Braunkohle im Arbeitsamtsbezirk Cottbus, dem Wirkungsgebiet der LEAG,[12] folgende Zeitreihen zur Entwicklung des Arbeitsmarktes. 1.1 auf der nächsten Seite

[11] ND vom 18.12.2025: „Doch bis zum Kohleausstieg 2038 erhalten die Reviere diesmal vom Bund rund 40 Milliarden Euro Fördermittel. Auf die zu Brandenburg gehörende Niederlausitz entfallen 10,3 Milliarden Euro. Die Oberlausitz liegt bereits drüben in Sachsen. Mit dem Geld vom Bund könne der Strukturwandel koordiniert ablaufen, und es sei in den vergangenen fünf Jahren bereits eine Menge angeschoben worden, lobt Peschel. Er zeigt sich optimistisch, dass es klappen wird.“[17]
https://www.nd-aktuell.de/artikel/1196305.lausitz-brandenburg-schnellzug-zum-kohleausstieg.html

[12] https://de.wikipedia.org/wiki/LEAG_(Unternehmen)

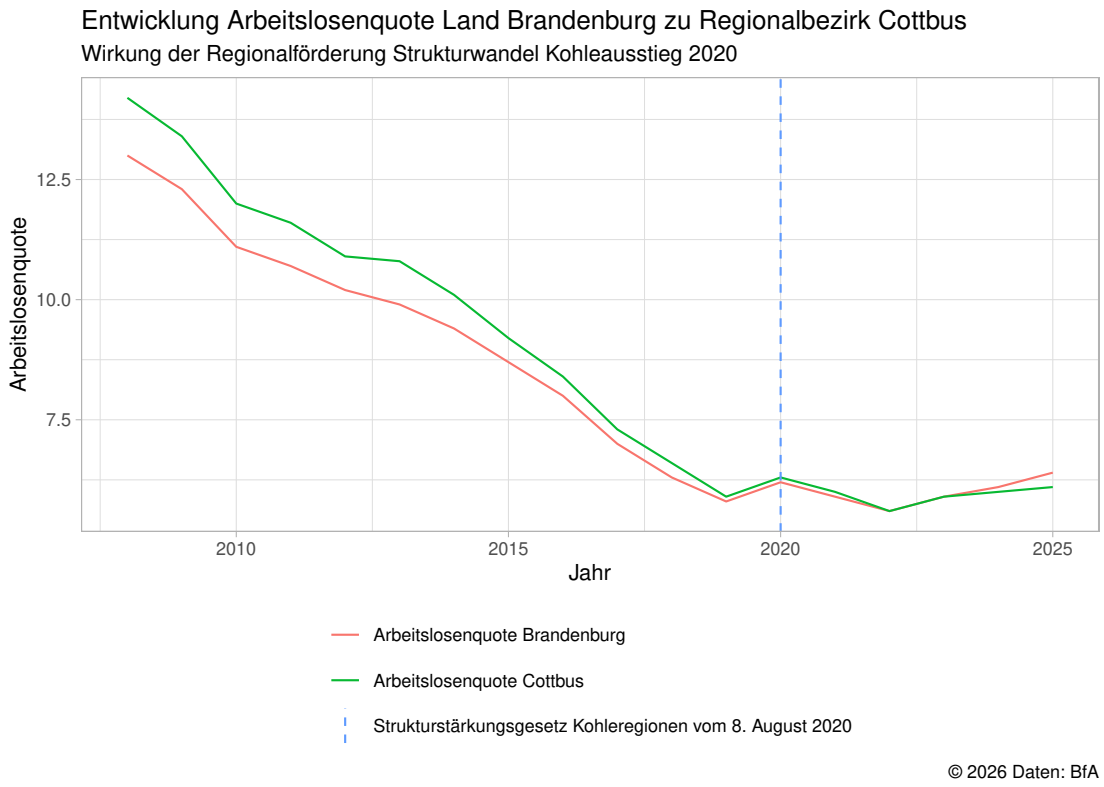


Abbildung 1.1.:
Vergleich der Entwicklung der Arbeitslosenquote im Bundesland Brandenburg zu Regionalbezirk Cottbus unter Berücksichtigung der Wirkung der Regionalförderung für den Strukturwandel: Kohleausstieg 2020

Der obenstehenden Grafik können wir entnehmen, wie die Arbeitslosenquoten in der Region Cottbus (grün) zunächst der Erholung in Brandenburg (rot) immer etwas nachhinkt. Nach dem Beginn der Strukturmaßnahmen, etwa ab 2022, fällt die Quote deutlich unter den Durchschnitt von Brandenburg. Man kann das mit ruhigem Gewissen als Erfolgsmeldung verbuchen.

Für die Kohle-Ausstiegs-Gebiete in Sachsen, Sachsen-Anhalt und in Westdeutschland nehme ich ähnliche Wirkungen an, erspare mir aber weitere detaillierte Darstellungen. Für Informationen dazu siehe erste Kachel: „Arbeitssuche …“ auf[13]

Wer nun aber denkt, dass doch im Angesicht der sich hinziehenden Debatten irgendwo eine

[13] https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Fachstatistiken/Fachstatistiken-Nav.html

a u s s a g e k r ä f t i g e Z u s a m m e n s t e l l u n g aller Entschädigungen zu finden sein müsste – also in toto für Atom- und Kohleausstieg, der wird zunächst enttäuscht sein.[14]

Das DIHK veröffentlichte am 18. März 2026 eine aktualisierte Studie in der die Gesamtkosten der Energiewende im Zeitraum von 2025 bis 2049 mit 5,4 Billionen € beziffert werden.[15] In dieser Studie sind die Entschädigungskosten wie wir sie hier gerade betrachten, natürlich nur ein kleiner Bruchteil. Aber es ist trotzdem sicher nicht verkehrt schon ein mal die Dimensionen zu Kenntnis zu nehmen, in denen sich die Transformation einer Volkswirtschaft – hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft – bewegt. Das es auch anders gehen könnte, legt eine weitere Studie der selben Institution nahe.[16]

Ich habe an dieser Stelle nur viel bescheidenere Zahlen zu den Ausstiegs- und Entschädigungskosten, die ich in 11 auf Seite 37 mit ein eigene Tabelle anbringen.[17] Diese von mir zusammengestellten Zahlen sind insofern notwendig – um irgendeine Basis zu haben –, da man die Kostenfrage auch so stellen könnte: was bekommt die Gesellschaft für diesen Aufwand neben sauberer Luft und eventuell der Möglichkeit, den fortschreitenden Klimawandel wenigstens zu verlangsamen. Bekommt sie dafür auch eine modernere, klimaneutrale Industrie?

Auf jeden Fall passiert das nicht automatisch! Bisher sind die beobachtbaren Tendenzen eher negativ: Industrien wandern in immer größerem Maße ab, je höher die Energiekosten steigen! Ohne ungerecht und bevormundend zu erscheinen, muss auch die Frage erlaubt sein: wie beziffert sich der Beitrag der Industrie zur Energiewende?[18] Man liest weiter am gleichen Ort, dass es Pläne, Studien und Überlegungen gibt, wie die Energiewende in

[14] Die Bundesregierung erstellt keine (eigene) Gesamtkostenrechnung für die voraussichtlich durch die Energiewende entstehenden Kosten. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) erklärt in einer diesbezüglichen fachlichen Auskunft, dass solche Rechnungen hohe me- thodische Anforderungen stellen, und nur begrenzt praktikable Ergebnisse liefern. [81]
https://www.bundestag.de/resource/blob/1019134/59b54bba98e93b9fecf43013668d86b3/WD-5-135-24-pdf.pdf

[15] Aktuelle Energiewende-Politik kostet bis zu 5,4 Billionen Euro [1]
https://www.dihk.de/de/newsroom/aktuelle-energiewende-politik-kostet-bis-zu-5-4-billionen-euro-141284

[16] NEUE WEGE FÜR DIE ENERGIEWENDE [13]
https://www.dihk.de/resource/blob/153726/97f39a33a519ece00c3a65e014fbc707/energie-dihk-energiewende-plan-b-data.pdf

[17] Versehen mit der Einschränkung, dass ich die eine oder andere Entschädigung missverstehe. Und zusätzlich versehen mit dem Hinweis, dass die in aufgeführten Strukturhilfen darin nicht enthalten sind.

[18] Energiewende in der Industrie [35]
https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiewende-in-der-industrie.pdf?__blob=publicationFile&v=8

der Industrie aussehen soll – allein ich finde keine Zahlen dazu, ob dem auch so ist.[19]

Warum auch, es handelt sich ja um völlig unterschiedliche Aufgaben: Das eine sind die Kosten für das Produktiv-Kapital, das Andere sind die „Reparaturkosten“ an der Gemeinschaft.

Sind dieser Kapitalkosten also den Gemeinschaftskosten, also den Entschädigungen hinzuzufügen, wenn man z.B. über die Gesamtkosten des Kohleausstieges reden will?[20] Diese Frage: ob die Investitionen der Industrie für selbige Pflicht oder Kür zu sein haben, wird in der aktuellen Situation allenfalls von „Revoluzzern“ gestellt, keinersfalls jedoch von einer amtierenden Regierung.[21]

Kommen wir nach dieser Schleife wieder zurück zur Umgestaltung der Lebens- und Arbeitswelt in der Lausitz. Man beachte in der Grafik 1.1 auf Seite 34 auch, dass die Arbeitslosenquote in 2025 für Cottbus mit 6,1 unter der Durchschnittsquote für ganz Deutschland von 6,3 liegt. Und sie liegt nicht wesentlich höher, als zu der Zeit, als der Kohleausstieg noch nicht begonnen hatte. Es ist also nicht alles misslungen, was die Ampel für die Energiewende auf den Weg gebracht hat – auch wenn uns das immer so erscheinen will. Zu dieser Wahrheit gehört allerdings ebenso, dass in der untersuchten Region die Gesellschaft a l l e Kosten trägt: nicht nur die für die Arbeitskraft, sonder auch die für die industrielle Umgestaltung – das ist das, was in den Förderprogrammen Strukturpolitik genannt wird. Es geht nicht ohne, darüber herrscht seltene Einigkeit.[22]

[19] Sicher ist bisher nur: Betriebe steigen nur dann von fossiler Prozesswärme auf elektrische um, wenn der Strom bei ihm vor der Tür angekommen UND billiger als Kohle, Öl oder Gas ist. Dahinter verbirgt sich das aktuelle Problem der „grünen Deindustrialisierung“.

[20] Es sei an dieser Stelle nur darauf hingewiesen, dass eine ähnliche Hinzurechnung natürlich auch für die Heilung der Infrastruktur und der Beschäftigungsquote rings um die rückgebauten AKW notwendig wäre. Für das AKW Lubmin wurde in den siebziger und achtziger Jahren ein ganzer neuer Stadtbezirk mit 10.000 Einwohnern geschaffen. Es stellt sich zurecht die naheliegende Frage, was aus diesen Menschen, von denen nach der Abschaltung des AKW nur ein Teil bei den Entsorgungsgesellschaften untergekommenen sind, beruflich geworden ist – und was aus ihren Kindern und Enkeln? Siehe Abschnitt Rückbau in „Kernkraftwerk Greifswald“
https://de.wikipedia.org/wiki/Kernkraftwerk_Greifswald

[21] Das Kapital hat nur eine Pflicht: sich zu vermehren. Dazu muss es nicht unbedingt auch noch „nützlich“ sein.

[22] Um es noch einmal besonders drastisch auszudrücken: es scheint, als wäre die Deutsche Industrie – und mit ihr das Deutsche Kapital – so ermattet, dass beide ohne die Krücken der Gesellschaft zu nichts aus eigener Kraft mehr fähig seien. Wir wissen schon, dass viele Betriebe um die nackte Existenz kämpfen, weil sie die Investitionen nicht stemmen können – aber wo kämpft das Kapital? Es flieht noch schneller vom seinen heimischen Quelle, als die Industrie es vermag. Ein Narr, wer sich bindet!

Tabelle 1.1.: Tabelle Zuwendungen

Entschädigung	Milliarden Euro	Quelle	Datum
Atomausstieg			
Vattenfall	1.425	Handselsblatt	2021-03-05
RWE	0.88		
EnBW	0.08		
Eon	0.042		
Rückbau Lubmin	10	NDR	2025-06-29
Kohleausstieg gesamt	40	BMF	2025-09-25
Summe	52.427		

Auch wenn ich mich damit wiederhole, so fahre ich nach dieser Übersicht doch mit dem Hinweis fort, dass meine kleine Tabelle nur ein Ausschnitt aller Ausstiegskosten zusammenzählt. Wie vertrackt, verwickelt und verpackt diese Kosten alleine für den Atomausstieg sind lässt sich gut durch eine konkrete Anfrage eines interessierten Bürgers an den Staat illustrieren:

„ **Kosten Zwischenlager und Suche Endlagerstätte**

Anfrage an: Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Hallo, Aufgrund der wiederkehrenden Diskussion um Atomenergie möchte ich gerne wissen, wie hoch sich die jährlichen Kosten für die Zwischenlagerung und Suche nach einem geeigneten Endlager für Atommüll, die aus Steuermitteln bezahlt werden, belaufen. Zudem möchte ich gerne wissen, auf Grundlage welchen Gesetzes diese Kosten aus Steuermitteln bezahlt werden und nicht von den Energiekonzernen getragen werden müssen, die ja viele Jahre hohe Gewinne damit gemacht haben.

Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit

am 21.01.2025

Details

Von

Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Betreff AW: UIG-/IFG-/VIG-Anfrage Kosten Zwischenlager und Suche Endlagerstätte (Ticket: DP02-67420) Datum 21. Januar 2025 15:52

Status

Anfrage abgeschlossen

Sehr geehrter Herr …,

vielen Dank für Ihre Nachricht und Anfrage! Die jährlichen Kosten für die Zwischenlagerung und die Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle nach dem Standortauswahlgesetz (Standortauswahlverfahren) werden im Bundeshaushalt, und zwar im Einzelplan 16 (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz - BMUV) ausgewiesen. Der Einzelplan 16 ist hier veröffentlicht: https://www.bundeshaushalt.de/DE/Download-Portal/download-portal.html

Die Kosten der Zwischenlagerung (Ausgaben) werden im Einzelplan 16 unter Kapitel 1603, Titel 891 02, ausgewiesen. Im Jahr 2024 belaufen sie sich auf rund 430 Mio. Euro, im Jahr 2025 sind Ausgaben in Höhe von rund 535 Mio. Euro geplant.

Die Kosten für das Standortauswahlverfahren (Ausgaben) werden im Einzelplan 16 unter Kapitel 1603, Titel 891 01, ausgewiesen. Im Jahr 2024 belaufen sie sich auf rund 50 Mio. Euro, im Jahr 2025 sind Ausgaben in Höhe von rund 68 Mio. Euro geplant.

Für das Jahr 2025 gibt es derzeit noch keinen in Kraft getretenen Bundeshaushalt, so dass die Haushaltsführung zurzeit vorläufig ist. Die endgültigen Kosten für das Jahr 2024 können der Haushaltsrechnung 2024 entnommen werden, sobald diese seitens des Bundesfinanzministeriums auf www.bundeshaushalt.de http://www.bundeshaushalt.de veröffentlicht wird (voraussichtlich im 2. Quartal 2025).

Sowohl die Kosten der Zwischenlagerung als auch die Kosten für das Standortauswahlverfahren werden zwar zunächst aus dem Bundeshaushalt finanziert. Das BMUV refinanziert diese Kosten jedoch zu einhundert Prozent, was auch den im Einzelplan 16 ausgewiesenen hohen Einnahmen des BMUV im Bereich ‚Zwischenlagerung und Endlagerung radioaktiver Abfälle‘ unter https://www.bundeshaushalt.de/DE/Bundeshaushalt-digital/bundeshaushalt-digital.html entnommen werden kann.

Das deutsche Atomrecht regelt in Umsetzung internationaler und europarechtlicher Vorgaben, dass die Kosten für Suche, Errichtung, Betrieb und

> Stilllegung eines Endlager zur Entsorgung radioaktiver Abfälle und der Zwischenlagerung (sogenannte Entsorgungskosten) durch den Abfallverursacher zu tragen sind. Dieser Grundsatz ist in § 2d Nummer 5 des Atomgesetzes verankert und wird auch in den nachfolgenden atomrechtlichen Regelungen berücksichtigt. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz erlässt daher auf der Grundlage von § 4 Entsorgungsübergangsgesetz, §§ 28ff. Standortauswahlgesetz, Endlagervorausleistungsverordnung jedes Jahr sogenannte Refinanzierungsbescheide gegenüber den Abfallverursachern, so dass die dem Bund und den Bundesgesellschaften entstehenden Entsorgungskosten durch die Abfallverursacher refinanziert werden. Da auch die öffentliche Hand zum Teil für die Verursachung radioaktiver Abfälle verantwortlich ist (insbesondere Forschungseinrichtungen, die durch die Bundesländer und den Bund finanziell gefördert werden), wird ein Teil der Entsorgungskosten durch die öffentliche Hand getragen. Hinsichtlich der kommerziellen Atomkraftwerke haben die Betreiber bzw. die Energieversorgungsunternehmen rund 24,1 Milliarden Euro in den Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung (KENFO) eingezahlt. Die Kosten für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle aus den kommerziellen Atomkraftwerken werden aus diesem Fonds getragen bzw. refinanziert. Insoweit ist also sichergestellt, dass die Steuerzahler nicht für die Entsorgungskosten aufkommen müssen.“

Auf welch dünnem Eis diese Kalkulationen beruhen soll folgende kleine Rechnung veranschaulichen:

Der Staat hat mit dem Atomausstiegsgesetz die Verpflichtung für die Bereitstellung und dem Betrieb der Zwischenlager für a l l e radioaktiven Hinterlassenschaften a l l e r AKW in Deutschland übernommen. Dafür haben die ehemaligen Betreiber dem Bund insgesamt rund 25 Millliarden € gezahlt.

Wie aus der obenstehenden Antwort hervorgeht Kosten die Zwischenlager und die Endlagersuche im Jahr 2025 zusammen rund 600 Millionen €

Mit einfachen Grundrechenarten reicht das Geld also für vierzig Jahre. Mit der Abzinsung durch die Inflation reicht es aber leider nur für 29 Jahre. (Von allen möglichen anderen Preissteigerungen, die Zwischenlagerung, betreffend, ist dabei noch gar nicht die Rede – sonderlich nicht von den Energiekosten die von einer Krise zur nächsten im immer größere Höhen getrieben werden.)

Nach dem neuen Standortauswahlgesetz[23] wird die Endlagersuche frühestens 2046 und spätestens 2068 abgeschlossen sein. Nach 20 oder 42 Jahren würde danach der Ort des

[23] https://de.wikipedia.org/wiki/Standortauswahlgesetz

Endlagers feststehen.

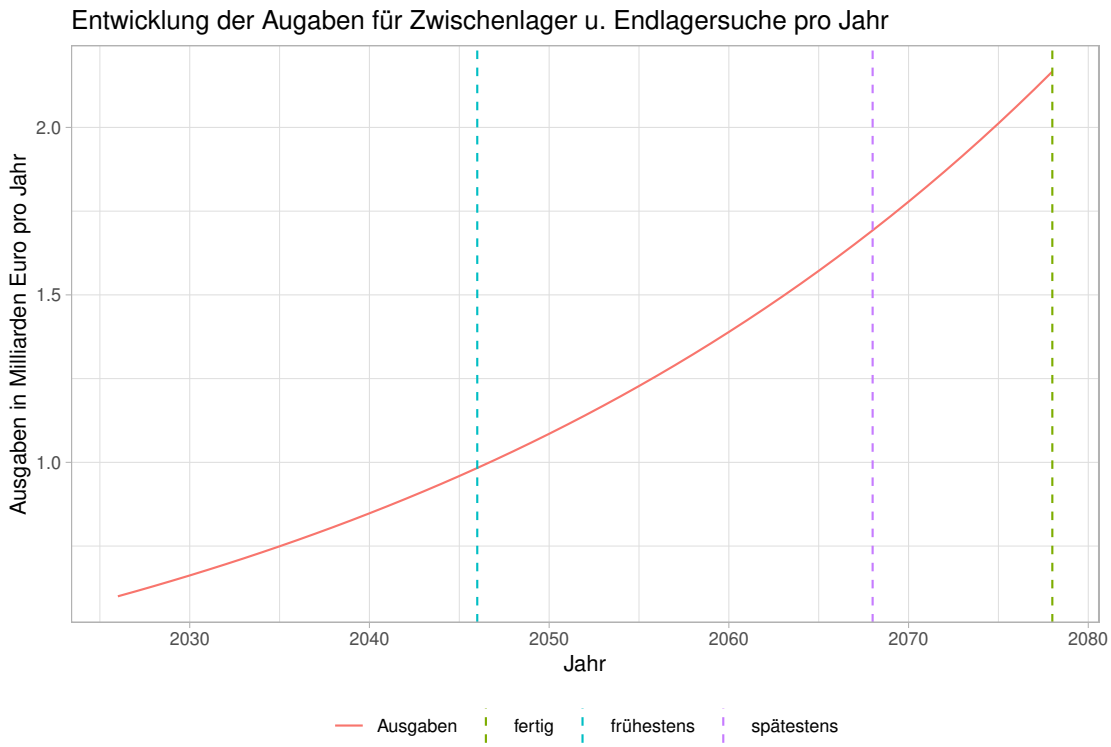


Abbildung 1.2.: Augaben für Zwischenlager u. Endlagersuche pro Jahr

Abbildung 1.2 zeigt uns nun, wie die jährlichen Kosten des Bundes für die Bereitstellung der Zwischenlager und die Endlagersuche im verlaufe der Jahre ansteigen werden. Die gestichelte Line „fertig“ weist dabei an ihrem Schnittpunkt auf den Kostenstand hin, der für die Bereitstellung der Zwischenlager a m E n d e d e r B a u z e i t für das Endlager anfallen werden. Genau genommen müssten aus diesem Betrag, ab dem spätesten Termin, die Kosten für die Suche des Endlagers herausgerechnet werden. Aber wer sich an die heftigen Kämpfe um die früheren Endlager erinnern kann, weiß, dass der Widerstand mit der Bestimmung des Ortes und dem Baubeginn nicht endet. Im Gegenteil, wie in der Vergangenheit sollte man davon ausgehen, dass die Sicherung des Baus und die zu erwartenden Prozesskosten, die weggefallenen pauschalen Planungskosten aufwiegen, wahrscheinlich sogar deutlich übersteigen werden.[24]

[24] Stuttgarter Zeitung vom 31.01.2024: Gorleben Kosten für gescheitertes Endlager steigen auf 2,1 Milliarden Euro. [38]

Nach 20 Jahren Suche hätte der Bund von den 25 Milliarden Abgeltung 15 Milliarden für die Zwischenlager ausgegeben. Der Bau eines Endlagers dauert mind. 10 Jahre (Finnland). Bis dahin müssen die Zwischenlager weiter betrieben werden. Dann hat der Bund dafür 26 Milliarden ausgegben. Das Endlager muss der Bund, also der Steuerzahler, vollständig selbst bezahlen. Geschätzter Kostenpunkt nach heutigen Preisen 3,5 Milliarden.[25] Macht zusammen 29,5 Milliarden.

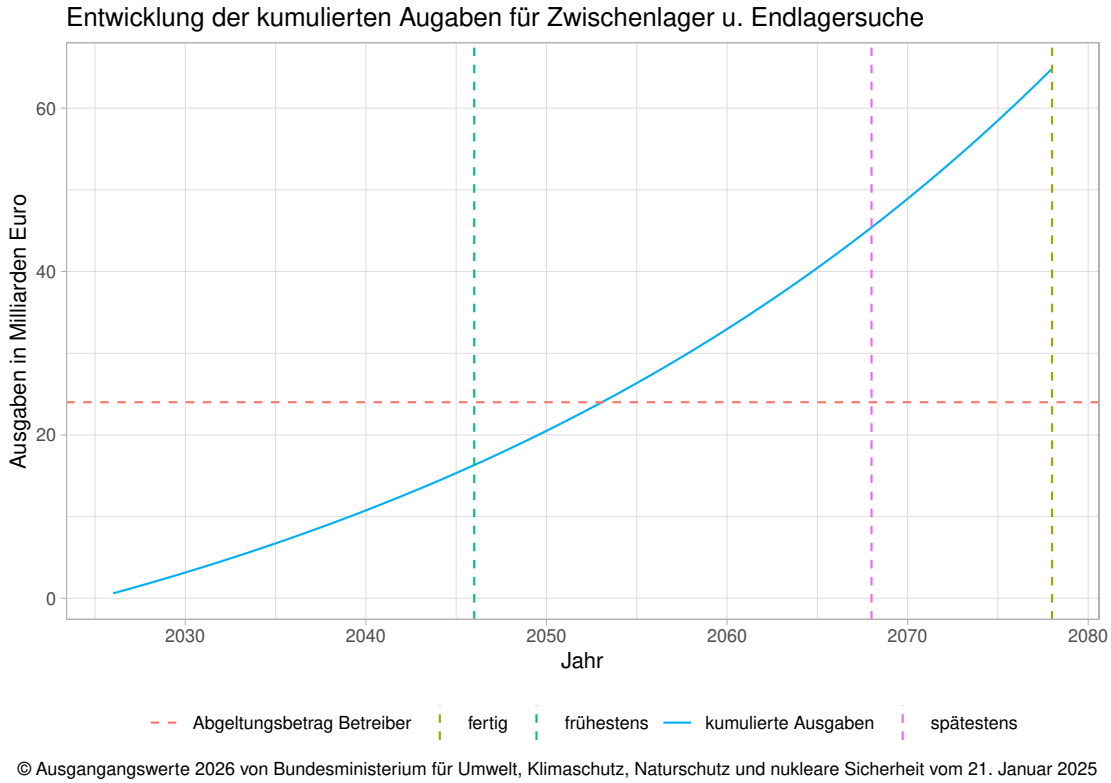


Abbildung 1.3.:
Kumulierte Ausgaben für die Zwischenlager und die Enlagersuche in Relation zum Abgeltungsbetrag der ehemaligen Betreiber.

Die Abbildung 1.3 stellt die kumulierten Kosten für die Zwischenlager und die Endlagersuche dar. Auch hier habe ich die Kosten für die Endlagersuche nach Beginn der Bauzeit aus den gleichen Gründen wie in der Anmerkung zur Abbildung 1.2 auf der vorherigen Seite nicht herausgerechnet.

https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.gorleben-kosten-fuer-gescheitertes-endlager-steigen-auf-2-1-milliarden-euro.e11930ac-fde9-40d0-8a38-c4d23293562a.html

[25] https://taz.de/Endlager-in-Finnland/!5907143/

Ist die Suche hingegen erst 2068 abgeschlossen, dann schlagen die Kosten für Zwischen- und Endlager bis dahin mit 45 Milliarden in den Bundeshaushalt; Plus 10 Jahr Bauzeit, ergibt nach unserer Grafik 65 Milliarden; plus die Baukosten ergibt eine zu erwartende Summe von 68,5 Milliarden.

Von diesen 68,5 Milliarden haben die ehemaligen Betreiber 25 Milliarden in den Ausgleichsfonds eingebracht. Man k a n n sagen: sie haben sehr gut verhandelt. Oder man m u s s sagen, der Bund hat bei dieser Vereinbarung ein sehr großzügiges Geschenk an die Energiekonzerne gemacht. Einzelheiten zur Berechnung siehe Anhang III auf Seite 128

Es lohnt sich, am Ende dieses Unterkapitels noch einmal explizit darauf hinzuweisen, dass es außer in Finnland nirgendwo sonst ein einsatzbereites Endlager gibt; in Schweden ist immerhin eines im Bau. Das bedeutet aber im Klartext, dass k e i n e r der international bekannten Atomstrom-Tarife wirklich vergleichsfähig ist, denn keines der Länder kann in seine Tarifberechnungen die Endkosten einbeziehen, weil alle nationalen Folgekosten, die für Deutschland wenigstens kalkuliert sind, noch gar nicht feststehen. Von den Transformationskosten, welche auf die Verkäufer des heute so billigen Atomstromes zukommen werden – denn eines Tages werden auch deren AKW das Ende ihres Lebenszyklus erreicht haben und Abschaltungs-, Rückbau- und Endlagerkosten verursachen.[26]

[26] Frankreich, dessen billigen Atomstrom wir aktuelle so sehr neiden, hat fünf mal so viele Atomkraftwerke, wie Deutschland jemals hatte. Frankreich wird also auch also fünf mal so hohe Entsorgungskosten haben. Das wären nach jetzigem Stand und deutschen Verhältnissen umgerechnet und ohne Inflation ein Betrag von ca. 350 Milliarden €. Frankreich hatte in 2025 ein BIP von 3.500 Milliarden $ US. Unserer Nachbarn werden also in einer nicht allzu fernen Zukunft jeden zehnten Franc für die Entsorgung ihrer alten AKW aufwenden müssen – und damit ist noch kein einziges neues Kraftwerk gebaut.

1.2.2. EEG-Umlage

Nun müssen wir einen weiteren wichtigen Aspekt zur Fragen aufklären, warum der Strompreis in Deutschland so völlig losgelöst von den internationalen Tarifen erscheint, wenn doch die regenerativen Energien so viel billiger sind, als der Atomstrom.

ein kurze Geschichte der EEG-Ulagen

Als in Frühjahr 2000 unter Rot-Grün die erste Fassung des EEG[27] beschlossen wurde, war schon damals klar, dass die regenerativen Energien auch eine Dezentralisierung der Stromerzeugung mit sich bringen würden, was technisch bedeutet, dass der Strom von dort wo er gerade im Überschuss erzeugt wird, an die Orte geleitet werden muss, wo ein Bedarf besteht. Das war schon immer so. Es gab auch früher in der BRD nur sehr, sehr wenige Großkonzerne, die sich ein „eigenes“ Kraftwerk vor der Haustür leisten konnten. Der Unterschied zu heute bestand u. A. darin, dass es „nur“ einige hundert Kraftwerke gab und die Konzentration der Betreiber war recht hoch, von den Stadtwerken als Regionalversorgern abgesehen. Wenn irgendwo ein Kraftwerk von Netz genommen wurde - geplant, oder ungeplant - hielt sich beim „Dispetcher“ der Aufwand für Regulierung auf den „Stromautobahnen“ in überschaubaren Grenzen.

Es war also von Anfang an klar, dass neben der neue Struktur der Erzeugung auch eine Erneuerung der Netzstruktur anstand. Soweit der Plan, der sich „vielleich“ mit den traditionellen, hoheitlichen Versorgungsaufgaben hätte umsetzen lassen – wenn auch sicher unter dieser Struktur mit erhöhten Kosten. Aber, da war ja gleichzeitig noch das Ziel der L i b e r a l i s i e r u n g des Energiemarktes..[28]

Der Liberalisierungsprozess der Energiemärkte ist ein sehr, sehr komplexer Prozess, den ich hier im einzelnen unmöglich nach vollziehen kann, auch wenn die scheinbar grenzenlosen Preise das Hauptmanko der EEG zu sein scheinen.[29] Festzuhalten ist nach dreißig Jahren Liberalisierung, dass das „liberale“ Versprechen sinkender Preise auf liberalisierten Märkten krachend verfehlt wurde – und wird. Die Hauptgründe dafür sind:

[27] Erneuerbare-Energien-Gesetz [52]
https://de.wikipedia.org/wiki/Erneuerbare-Energien-Gesetz

[28] Energiemarkt: Der Energiemarkt beschreibt den Markt der leitungsgebundenen Energieversorgung durch die Energieversorgungsunternehmen mit elektrischer Energie und Erdgas, bei dem Teile der Lieferkette dem freien Wettbewerb unterliegen. [51]
https://de.wikipedia.org/wiki/Energiemarkt

[29] ebd. Fußnote 28 Abschnitt „Durchführung und Probleme“

Aufz. 8: das falsche Versprechen der Liberalisierung

1. Wenn es vielleicht noch mit einer hoheitlichen Energieversorgung möglich ist, dass die V e r s o r g u n g s s i c h e r h e i t im Vordergrund steht
2. so steht in einem liberalisierten Energiemarkt immer die R e n d i t e des eingesetzten Kapitals im Zentrum alle Bestrebungen.
3. Das Versprechen, dass Liberalisierung von Märkten automatisch zu niedrigeren Preisen führt, ist schon theoretisch falsch. Liberalisierung führt zu M a r k t p r e i s e n und es ist nirgendwo vorgeschrieben, dass die niedriger zu sein hätten als die einer hoheitlicher Grundversorgung.

Diese ideologisch[30] getriebene Liberalisierung hat nicht nur in Deutschland zu höheren Energiekosten geführt, sondern die gestiegenen Preise und Renditen sind ein internationales Phänomen mit zum Teil katastrophalen Nebenwirkungen.[31]

Die Situation in Deutschland hat sich durch einige weitere Fehlentscheidungen zusätzlich stark zugespitzt.

Aufz. 9: staatliche Fehlentscheidungen im Rahmen der Liberalisierung

1. Privatisierung der Fernübertragungsnetze
2. Länderblockaden bei der Planung und Umsetzung von „Stromautobahnen“ (Bayern, BaWü)
3. und damit einhergehender Planungs- und Ausbauverzug von mittlerweile mehr als s i e b e n Jahren

Im Moment scheitere ich an einer wirklich kompakten Zusammenfassung der Gründe, warum der Netzausbau in Deutschland in eine Sackgasse geraten ist und damit das EEG zu einem so enormen Kostentreiber gemacht hat. Stattdessen zitiere ich so lange wenigstens eine Quelle, die es wissen sollte, weil ihr Tagesgeschäft damit verbunden ist. Leider ist damit natürlich an dieser Stelle die Meinungsneutralität verletzt. Zumindest so lange, bis ich eine begründete Gegendarstellung gefunden habe:

> Initiative Klimaneutrales Deutschland: … Zudem hat Deutschland so viele Netzbetreiber wie sonst kein zweites Land: Vier Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) betreiben in vier Regelzonen das Höchstspannungsnetz. Darunter liegt

[30] Noch dazu ist der deutsche Energiemarkt alles andere als ein idealer Markt; er ist nicht nur nicht frei, er befindet sich im Gegenteil in den Händen einiger weniger Oligopole. Und die haben alle möglichen Interessen, fallende Abgabe-Preise gehören mit Sicherheit nicht dazu.

[31] ebd. Fußnote 28 auf der vorherigen Seite „Durchführung und Probleme“ Abschn. 5 Kalifornien 2000/2001

eine äußerst kleinteilige Struktur mit 865 Verteilnetzbetreibern (VNB) auf der Verteilnetzebene. Zum Vergleich: Niederlande hat 6, Dänemark 38, Frankreich 138, Spanien 333 Verteilnetzbetreiber, wobei die beiden letzteren flächenmäßig deutlich größer als Deutschland sind.[32]

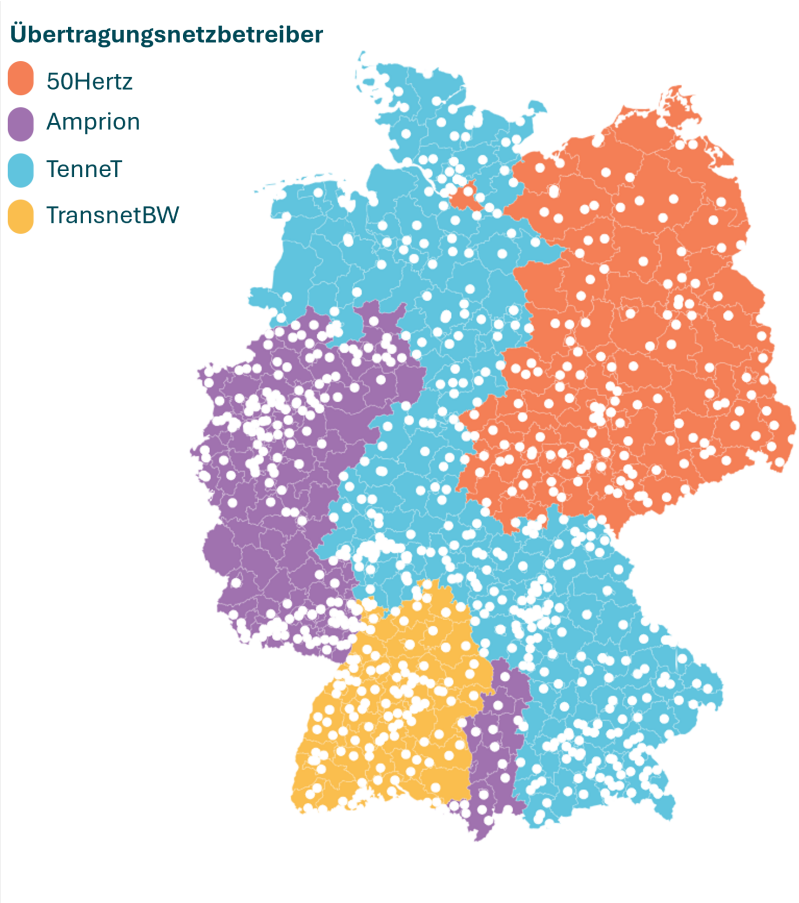


Abbildung 1.4.:
Darstellung der deutschen Stromnetzbetreiber. Die Regelzonen der vier ÜNB sind eingefärbt, jeder Punkt markiert den Hauptsitz eines VNBs © Initiative Klimaneutrales Deutschland

...Das Ergebnis dieser heterogenen Netzlandschaft ist, dass Netzanschluss und Systemintegration häufig über viele unterschiedliche Verfahren, Datenanfor-

[32] Initiative Klimaneutrales Deutschland [10]
https://initiative-klimaneutral.de/publikationen/herausforderung-netzanschluss-vom-engpass-zur-effizienz/

> derungen und technische Anschlussbedingungen organisiert werden müssen. Dadurch steigen Koordinationsaufwand und Durchlaufzeiten – insbesondere, wenn Projekte in mehreren Netzgebieten umgesetzt werden sollen und Standardisierung/Digitalisierung nicht durchgängig „end to end“ greifen. Zur Vermeidung ungleicher Bedingungen und Prozesse würde ein bundesweites FCA-Standardmuster[33] helfen, aus dem Netzbetreiber je nach Netzsituation verbindlich auswählen müssen. Das schafft faire, diskriminierungsfreie Anschlüsse, verkürzt Abstimmungen während der Anschlussvergabe und hebt Effizienzen sowohl in den Netzen als auch bei den Betreibern.

Es bliebe diesem Zitat allenfalls noch hinzuzufügen, dass damit der vielbeschworene Bürokratieabbau gemeint sein könnte? Man hätte davon gehört …

aktuelle Auswirkungen

Es kann und muss an dieser Stelle die Frage gestellt werden: Warum ist das in Deutschland so viel komplexer, so viel komplizierter … und damit so viel teurer. Eine einfache klare Antwort gibt es auf diese Frage nach meinen bisherigen Recherchen nicht. Aber es gibt genügend Hinweise darauf, wie „fremdgesteuert“ einige der vergangenen Entscheidungen aus heutiger Sicht anmuten:

> Die Tennet TSO GmbH (eigene Schreibweise: TenneT TSO; im Außenauftritt TenneT Germany) mit Sitz in Bayreuth ist ein deutscher Übertragungsnetzbetreiber.[34]

Die Tennet ist nur einer von vier Übertragungsnetzbetreibern in Deutschland (siehe 1.4 auf der vorherigen Seite). Und bei seiner Entstehung noch nicht einmal der größte, also der mit der größten Leitungslänge, oder den meisten angeschlossenen Endkunden. Aber das Entstehen, das Versagen und die letztliche Kapitulation des Versorgers sowohl vor den Kosten und der Haftung, als auch vor der bürokratischen Kleinstaaterei in Deutschland, können als exemplarisches Beispiel dienen.

Im Folgenden dazu eine Kurzfassung der Geschichte der Tennet TSO Deutschland:

[33] FCA = „Flexible Connection Agreement“ ebd. Fußnote 32 auf der vorherigen Seite
[34] Tennet TSO [72]
https://de.wikipedia.org/wiki/Tennet_TSO

Aufz. 10: Verkauf und Rückkauf Tennet

1. im Jahr 2000 entsteht in Bayern durch die Fusion von Bayernwerk und Preussen-Elektra die E.ON Energie
2. sehr schnell gerät E.ON unter Monopolverdacht und wird der Preismanipulation verdächtigt
3. ab 2007 läuft eine Kartellverahren gegen E.ON
4. um dieses Verahren gegen den Gesamtkozern abzuwenden verpflichtet sich der Konzern 2008, sich vom Übertragungsnetz zu trennen
5. im November 2009 verkauft E.ON das Netz für 1,1 Milliarden € an den niederländischen staatlichen Stromnetzbetreiber Tennet
6. schon damals werden kritische Stimmen laut, die hinterfragen, warum ein ausländischer Staatskonzern einen großen Teil des deutschen Übertragungsnetzes kauft und nicht der deutsche Staat selbst
7. in den Folgejahren beschwert sich Tennet immer wieder über die politisch motivierten Eingriffe in den geplanten Netzausbau
8. 2023 erklärt Tennet, sich nicht mehr in der Lage zu sehen, den anstehenden Netzausbau von geschätzten 160 Milliarden € zu tragen – sie bietet der der Bundesregierung die Übernahme des Übertragungsnetzes an
9. im Juni 2024 scheitert der Rückkauf durch die Bundesregierung an der starren Schuldenbremse (Lindner/FDP)[35]
10. Daraufhin gibt Tennet 46% der Anteile am Netz an den niederländische Pensionsfonds APG, den norwegische Staatsfonds Norges Bank Investment Management und an die Government of Singapore Investment Corporation für 9,5 Milliarden € ab.
11. Daran sind mindestens zwei Umstände Bemerkenswert:
    a) innerhalb von 15 Jahren hat sich der Wert des Übertragungsnetzes offensichtlich verzwanzigfacht
    b) die Blockade der FDP unter Lindner 2024 in der Ampel führt im Zuge dieses Verkaufes dazu, das sich danach ca. 25% des deutschen Übertragungsnetzes in ausländischer Hand befinden.
12. man darf getrost fragen, wo denn zu diesem Zeitpunkt die Gewissheit herkam, dass bei diesen Besitzverhältnissen der Ausbau „zügiger“ vorangehen könnte
13. der Mummenschanz des industriepolitischen Verwirrspiels erreicht im Frühjahr 2025 seinen Höhepunkt, als es dem neu im Amte befindlichen Kabinett Merz nun plötzlich doch möglich ist 25% der beim Niederländischen Staat verbliebenen Anteile zu erwerben, siehe Zitat zu Tennet 14 auf der vorherigen Seite mit der zugehörigen

[35] https://www.manager-magazin.de/unternehmen/tennet-verkauf-von-deutschem-stromnetz-scheitert-an-bund-a-b1f27ab6-ffc5-4752-bd43-f59ca8d91ea5

Fußnote – der Kaufpreis wird im Artikel nicht erwähnt …

Ich hatte mir für diesen Aufsatz fest vorgenommen, mich nach Möglichkeit jeglicher Polemik zu enthalten. Aber an dieser Stelle bitte ich um Vergebung für eine Ausnahme, denn für mich gibt es leider eine andere Lesart der Geschichte:

Die FDP unter Lindener hat im Kabinett Scholz mit voller Absicht diesen Netzkauf hintertrieben, um einen Stein mehr in die sich senkende Waagschale der Ampel zu werfen. Der Preis für diese Intrige war, wie wir nun wissen, allerdings nicht nur das Ende der Ampel, sonder auch das Ende der FDP, wie wir sie kannten.

Aber halten wir noch einmal klar und deutlich fest: um des Gescharrer eines Regierungswechsel willens, befinden sich nun 20% des deutschen Übertragungsnetzes in der Hand von 5 Eigentümern. Vier davon sind ausländische Kapitalgeber und ich kann nicht erkennen, welches Interesse diese Eigentümer an sinkenden Strompreisen in Deutschland haben könnten.

Ich kann mir kaum ein trefflicheres Beispiel vorstellen, w a r u m Globalisierung zum Erstarken eines rechtslastigen Nationalismus führen m u s s, wenn sie auf diese Art und Weise betrieben wird.

Nun müssen wir diese – zugegebenermaßen – etwas „spitze“ These nur noch belegen:

Dazu zwei Zitate und ein Grafik aus dem 30. Subventionsbericht der Bundesregierung[36]

- Das Subventionsvolumen steigt im Berichtszeitraum von 45 Mrd. Euro im Jahr 2023 auf veranschlagte 77,8 Mrd. Euro im Jahr 2026.
- Der Anstieg der Subventionen im Berichtszeitraum beruht maßgeblich auf der erstmaligen Berücksichtigung des Finanzierungsbedarfs gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) im Bundeshaushalt. Die Maßnahme trägt dazu bei, die Bürgerinnen und Bürger bei den Energiekosten zu entlasten.[37]

[36] Bundesministerium der Finanzen [3]
https://www.bundesfinanzministerium.de/Monatsberichte/Ausgabe/2025/10/Inhalte/Kapitel-2-Analysen/2-4-30-subventionsbericht-der-bundesregierung-pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=4

[37] ebd. Fußnote 36

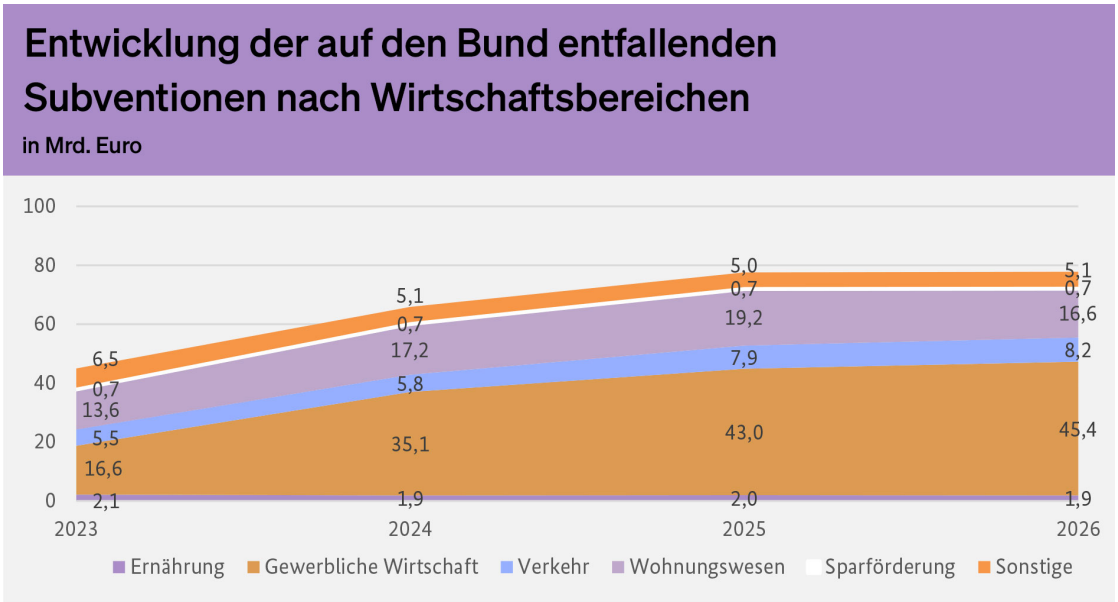


Abbildung 1.5.: Subventionen des Bundes

Entwicklungen der Subventionen des Bundes in einzelnen Bereichen[38]

Der Großteil des Anstiegs der Subventionen entfällt auf den Bereich „gewerbliche Wirtschaft“, wie Abbildung 3 veranschaulicht.[39] Im Vordergrund der Förderung stehen horizontale Ziele wie die rationelle Energieverwendung, die Innovations- und Forschungsförderung oder die strukturelle Förderung. Im Berichtszeitraum steigen diese von verausgabten 16,6 Mrd. Euro im Jahr 2023 um 28,7 Mrd. Euro auf 45,4 Mrd. Euro veranschlagte Mittel im Jahr 2026. Dies entspricht einem Anteil von 58,4 Prozent aller Subventionen im Jahr 2026. Maßgeblich hierfür sind die Finanzhilfen „Zuschüsse zur Entlastung beim Strompreis“ (EEG-Finanzierungsbedarf), die „Förderung der Mikroelektronik“ und die Maßnahme „IPCEI Wasserstoff“. IPCEI steht für Important Project of Common European Interest.[40]

[38] ebd. Fußnote 36 auf der vorherigen Seite

[39] Während in der Präambel immerhin noch davon die Rede war, dass die Maßnahme die Bürgerinnen und Bürger entlasten soll, verrät nun die Grafik den wahrhaftigen Addressaten der Subventionen: immerhin 58,4% fallen in 2026 der Gewerblichen Wirtschaft zu (Angabe im Text.). Das erinnert doch fatal an die bayerische Reform der Gastro-Steuer-Entlastung von der noch nirgendwo ein Cent auf der Speisekarte zu sehen war – außer vielleicht in den Restaurationen des Bayerischen Landtages, oder in in der Betriebskantine des Bundestages? Wir wissen es leider nicht, da wir dort keine Gäste sind.

[40] ebd. Fußnote 36 auf der vorherigen Seite

Nach all dem bis zu dieser Stelle Vorgebrachtem, ist diesen Steigerungen nichts weiter hinzuzufügen: sie sprechen die klare Sprache eines Politik- und Staatsversagens zugunsten von Partikularinteressen, Machterhalt und Lobby-Erfolgen. Die verfehlte Liberalisierung des Energiemarktes und der ebenso verfehlte Verkauf des Übertragungsnetzes, welches am Ende in der Verfügung ausländischer Investoren landete, hat zusammen mit politischen Blockaden zu dem große Ausbaurückstand geführt für den heute die Haushalte u n d die Industrie mit immer höheren Umlagen zu Kasse genötigt werden. Nicht der Preis der Energieerzeugung ist daran schuld, sondern das Planungs- und Ausbauversagen. Wir müssten keine Angst vor einer Dunkelflaute haben, weil der Wind nicht weht, oder die Sonne nicht scheint, wenn der Strom nur von den Erzeugern zu den Verbrauchern geleitet werden könnte – oder gespeichert werden würde – am sinnvollsten natürlich noch über Landesgrenzen hinweg. Von einer Dunkelflaute in ganz Europa hat man bisher noch nicht gehört.

1.2.3. 300 Milliarden € Verlust durch die Energiewende?

Vielleicht, so sagen manche – an manchen Orten sagen das gar viele – war das Alles überhaupt nicht notwendig. Es gibt auch wissenschaftlich fundierte Gegenstimmen, die diese Sicht begründen. Da ist z.B. die Studie[41,42] in der vorgerechnet wird:

> Hätte Deutschland wirklich 600 Milliarden Euro weniger ausgegeben, wenn statt Solar- und Windkraft weiter auf Atomkraft gesetzt wurde? Diese Rechnung hat im Sommer der norwegische Wissenschaftlicher Jan Emblemsvåg im International Journal of Sustainable Energy gemacht. Zwischen 2002 und 2022 habe Deutschland demnach 696 Milliarden Euro in Solar- und Windkraft investiert. Die Kosten für den Weiterbetrieb und die Weiterentwicklung von Atomkraft beziffert er hingegen auf 364 Milliarden Euro – und noch dazu wären die Treibhausgasemissionen stärker gesunken, so Emblemsvåg.

Nach meinem Wissen und Können steht es mir nicht zu, die beiden als Quellen angeführten Artikel weiter zu bewerten. Sicher ist nur zweierlei:

[41] International Journal of Sustainable Energy 44:1 [16]
https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786451.2025.2586924

[42] FR: Atom-Befürworter beklagt Milliarden-Zusatzkosten für die Energiewende [43]
https://www.fr.de/wirtschaft/atom-befuerworter-beklagt-milliarden-zusatzkosten-fuer-die-energiewende-doch-seine-rechnung-ist-inkorrekt-zr-93349799.html

Aufz. 11: vergessene Kosten des Weiterbetriebes der deutschen AKW

1. dass ein ganzer Teil von Kosten, die wir hier unabhängig von dieser Kritik zusammen getragen haben, z.B. die Zwischenlager-, die Endlager- und die Rückbaukosten, in keinem der beiden Artikel eine Rolle spielen.
2. Es gibt aber keinerlei vernünftigen Grund anzunehmen, dass alle Länder, die Kernkraft betreiben, nicht auch früher oder später an diesen Punkt kommen werden und die Frage beantworten müssen, wie sie mit ihren radioaktiven Altlasten umgehen wollen.
3. Laufzeitverlängerungen deutscher AKW um zehn, zwanzig, oder dreißig Jahre würden logischer Weise auch in Deutschland zehn, zwanzig, oder dreißig Jahre lang immer mehr radioaktiven Müll erzeugen, obwohl wir heute noch nicht einmal wissen, wo und wie wir die Abfälle der vergangenen fünfzig Jahre einlagern wollen.

Deshalb kann man aus deutscher Sicht – wenn man es denn einmal kurz gut mit uns meint – einen Teil dieser Rechnung auch einfach umdrehen und sagen: d i e s e Kosten hat Deutschland wenigstens schon hinter sich, während alle anderen AKW-Länder diese Bürde noch vor sich haben. (Siehe Beispiel Frankreich1.6 in Fußnote 26 auf Seite 42) Diesen Fakt kann niemand abstreiten; nichtsdestotrotz wird er in dem Meinungsgetöse der Gegenwart kein Gehör finden.

Soviel an dieser Stelle. Weitere Fragen werden mit Sicherheit folgen.

Nur zum Abschluss dieses Kapitels folgt nun noch eine letzte grafische Übersicht darüber, wie die Erzeugung von Strom durch Kernkraft aktuell in Europa verteilt ist. Die Darstellung ist in diesem Falle leider nicht sehr trennscharf, weil sich im Bereich niedrigerer TWh zu viele Länder-Linien überschneiden. Aber auch so wird hier noch einmal unmissverständlich klar: das was Deutschland nun schon zu einem Teil hinter sich hat, genau das hat der Atom-Strom-Europameister Frankreich noch vor sich. Damit ist nicht unbedingt der Ausstieg gemeint – wir betonten das schon –, sonder die Folgekosten, an denen keine Atom-Nation vorbeikommen kann. Es sei denn einige der Atomstaaten finden trotz anderslautender internationaler Abmachungen einen Weg für illegalen Atom-Müll-Export. Ganz abgesehen davon, dass es für diese Art der Entsorgung auch erst mal noch eines Abnehmers bedürfte – die Alternative Tiefseeverklappung dürfte mit den heutigen Messmethoden nicht lange unentdeckt bleibe. Allerdings mit dem Vorteil für den Entsorger: von dort, wo schon so einige Reaktoren und Atom-U-Boote lagern, kann schwerlich jemand gezwungen werden, sseinen Müll zurückzuholen.

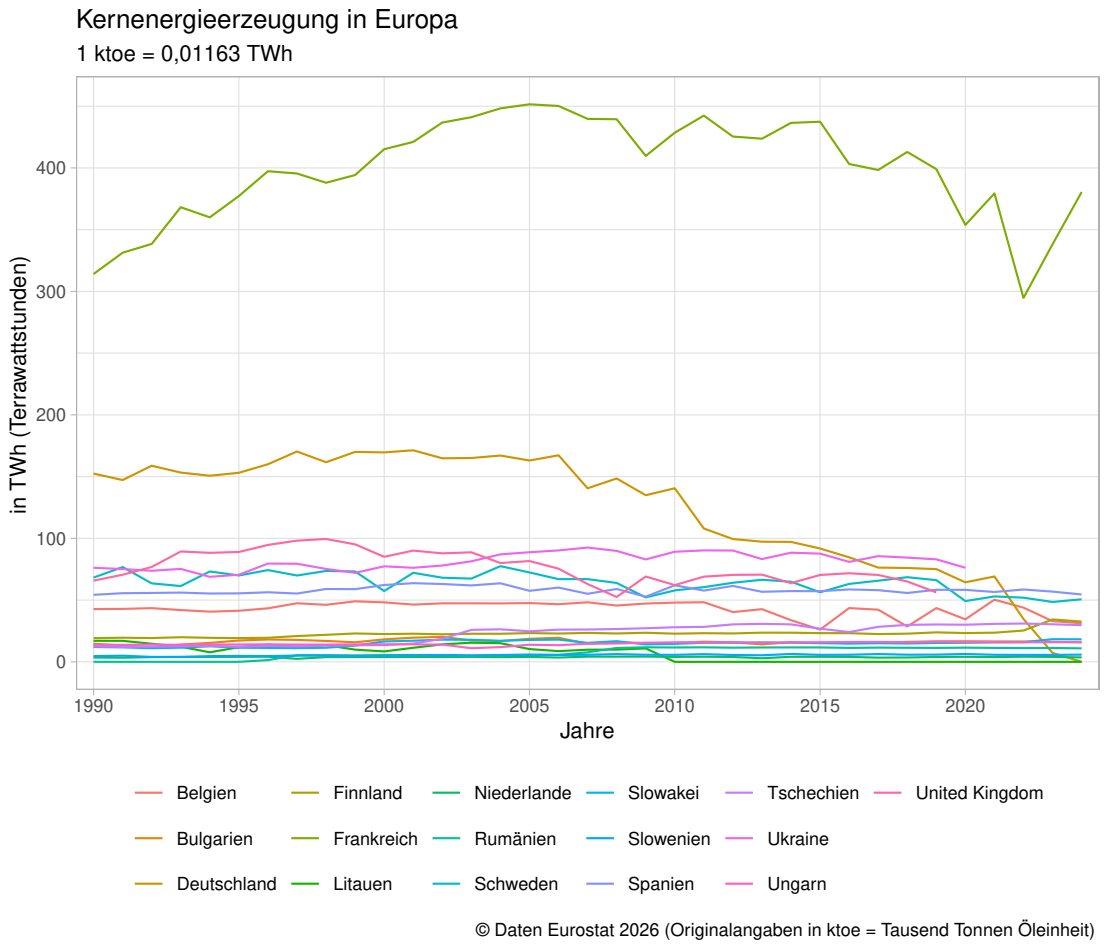


Abbildung 1.6.: Verteilung der Anteile der Stromerzeugung aus Kernenergie in Europa.

Wer sich über das hier zusammengetragene Material noch weiter und detaillierter informieren will findet hier reichhaltiges und wissenschaftlich fundiertes Material.[43]

Wem das dann immer noch nicht reicht und wer darüber hinaus noch Bedarf an den technischen Aspekten dieses Themas verspürt, der wird in den Medien dazu leicht fündig – zumal in eher technisch orientierten Zeitschriften findet man immer wieder sehr

[43] Frauenhofer ISE: Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2025 https://www.energy-charts.info/downloads/Stromerzeugung_2025.pdf[6]

interessante Beispiele.[44,45,46] Diese eher technisch orientierten Beiträge haben den Vorteil großer Konkretheit. Vieles von dem, was hier oft hauptsächlich in grundsätzlicher Form an Argumenten und Fakten zusammengetragen wird, wird in der konkreten Technik anschaulich und nachvollziehbar. Das hat natürlich seinen Preis: Fachartikel sind lang und detailliert. Sie kosten Lesezeit – und manchmal muss auch noch zusätzlich nachschlagen, um dem Autor folgen zu können.

Wer die Zeit aufbringen kann, für den lohnen sich diese Umwege immer. Stößt man doch so vielleicht auch auf Fakten und Ausführungen, welche zu einer Korrektur der eigenen Meinung führen können. Und diese Möglichkeit sollte immer offen stehen, wenn man sich mit einem so komplexen Thema befasst. Auch wenn es mühsam ist: nur Wissen ragt am Ende über Meinung hinaus!

1.2.4. Ein Zwischenfazit

Fast könnte man meinen, dass das Thema an dieser Stelle allmählich erschöpft wäre, denn ein Teilziel der Energiewende war ja eine Verminderung der fossilen Brennstoffe und der Ausstieg aus dem Atomstrom.

Erfolge

Den heutigen Stand der Energiewende – unter den Gesichtspunkten der „Stromwende“ – verdeutlicht die folgende Grafik.

[44] https://www.golem.de/news/greenwashing-rechenzentren-setzten-trotz-gesetzesvorgaben-auf-gas-2603-206908.html
[45] https://www.golem.de/news/eco-rechenzentumsbetreiber-wollen-mehr-und-noch-billigeren-strom-2603-206978.html
[46] https://www.golem.de/news/spanischer-blackout-2025-stromausfall-durch-veraltetes-system-und-fehlverhalten-2603-206999.html

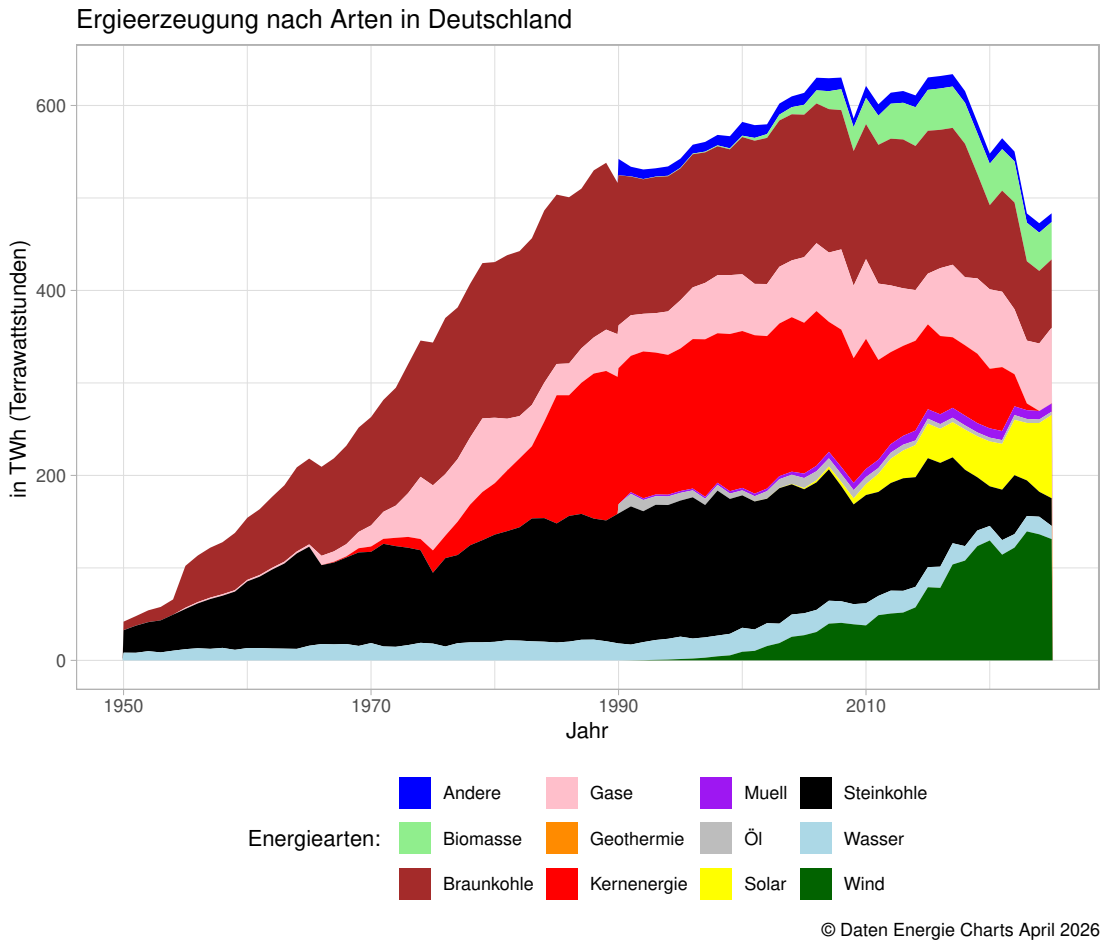


Abbildung 1.7.:
Energieerzeugung in Deutschland
(In den Jahren vor 1991 sind die Anteile der DDR-Energieerzeugung enthalten.)
© Daten energy-charts Fraunhofer-Gesellschaft

Diese Grafik zeigt nicht nur, wie sich die Anteile der Energiearten über die Jahre verschieben – in den sechziger Jahren z. B. tritt die Atomernergie in Erscheinung, um 2023 wieder gänzlich zu verschwinden.

Zusätzlich können wir dem Schaubild entnehmen, dass nach einem Hoch der Energieerzeugung um das 2017, anschließend die Stromerzeugung stark zurück geht.

Wir müssen diesen Befund noch einmal gesondert betrachten, denn er ist eigentlich Ausdruck eines gefühlten Paradoxons: kann es einer Wachstumsgesellschaft b e s s e r

gehen, wenn sie w e n i g e r Energie verbraucht?[47]

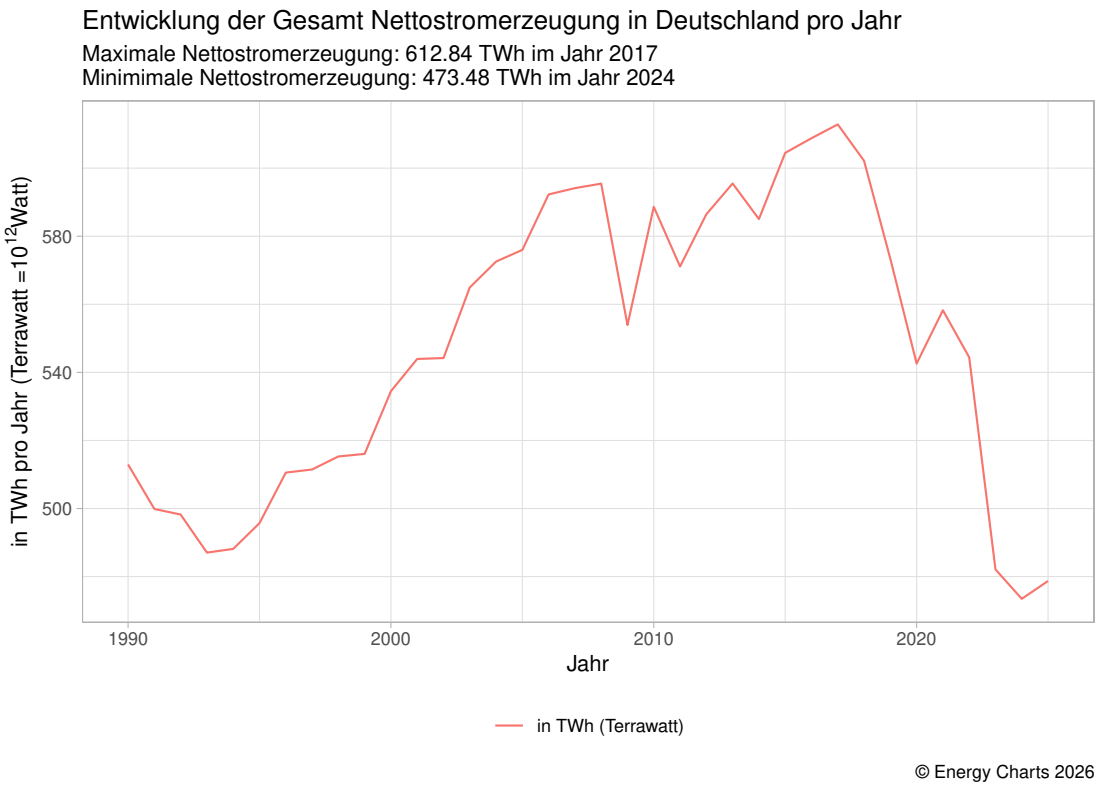


Abbildung 1.8.: Gesamt Nettostromerzeugung Deutschland

Hier sehen wir, dass die Stromerzeugung in Deutschland von 612,84 TWh in 2017 auf 473,48 TWh im Jahr 2024 abgesunken ist. Das entspricht einem Rückgang von

22.74 %.

[47] Nicht jeder denkt bei einer so bedeutenden Sache, wie dem Wachstum der Gesamtwirtschaft an den einfachen Vergleich: kann ein Auto mit weniger Bezinverbrauch schneller fahren, als eines mit einem höheren? Wir alle kennen die Antwort auf diese Frage aus unserem Alltag. Aber normalerweise übertragen wir diese einfache Erkenntnis aktuell nicht auf unsere gesamte Lebensweise – auch wenn das eigentlich naheliegend wäre. Und diese Erkenntnisblockade hat einen durchaus rationalen Grund: das neue Auto kostet in der Regel deutlich mehr, als das Benzin für das alte. Deswegen kaufen wir in der Mehrzahl kein neues Auto, um unseren Benzinverbrauch zu senken, sonder aus höchst unterschiedlichen, andern Gründen; der Verbrauch an Benzin kann einer davon sein.

Deshalb gilt es nun zwei weitere Fragen aufzuklären:

1. Wenn wir weniger Energie hergestellt haben, ist deswegen die Wirtschaft geschrumpft?
2. Wenn wir weniger Energie selbst hergestellt haben, aber die Wirtschaft nicht geschrumpft ist, haben wir die fehlende Energie dann importiert?

Die erste Antwort lautet: die Deutsche Wirtschaft ist in den letzten Jahren zwar nicht überragend gewachsen, aber sie ist nicht in einem Maße geschrumpft, wie es der Energierückgang vermuten lassen würde.

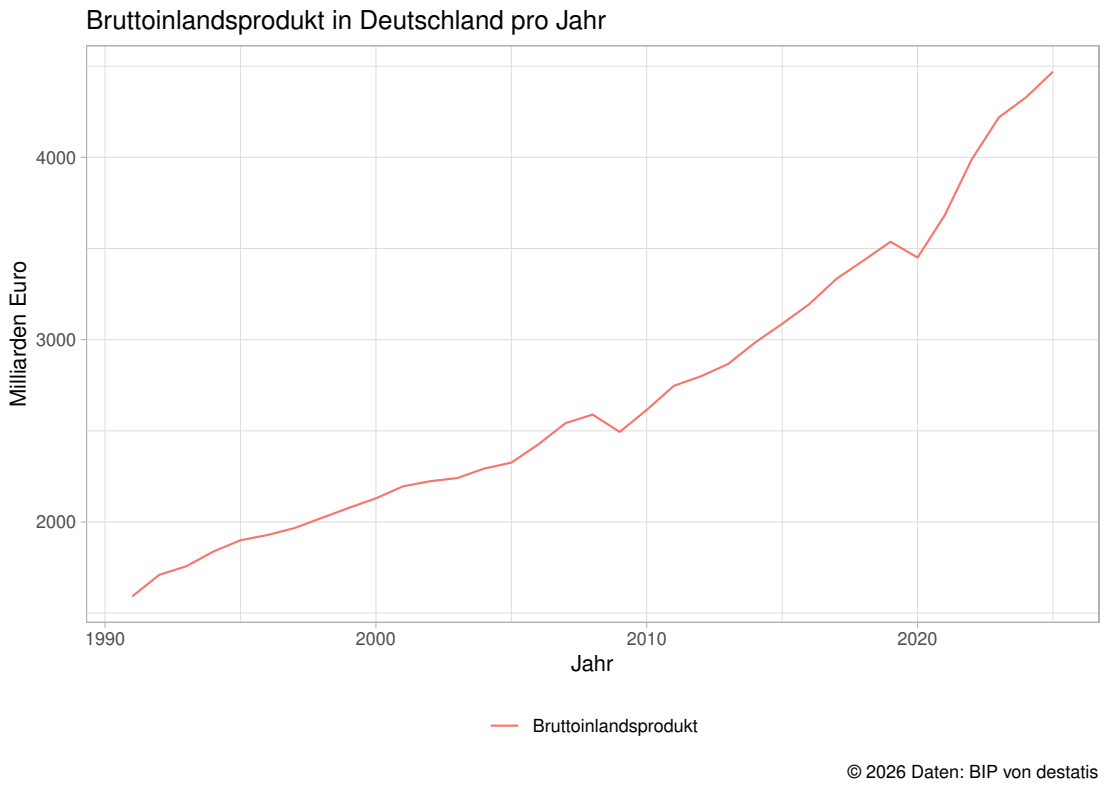


Abbildung 1.9.: Bruttoinlandsprodukt in Deutschland

Die zweite Antwort ergibt sich aus der folgenden Grafik:

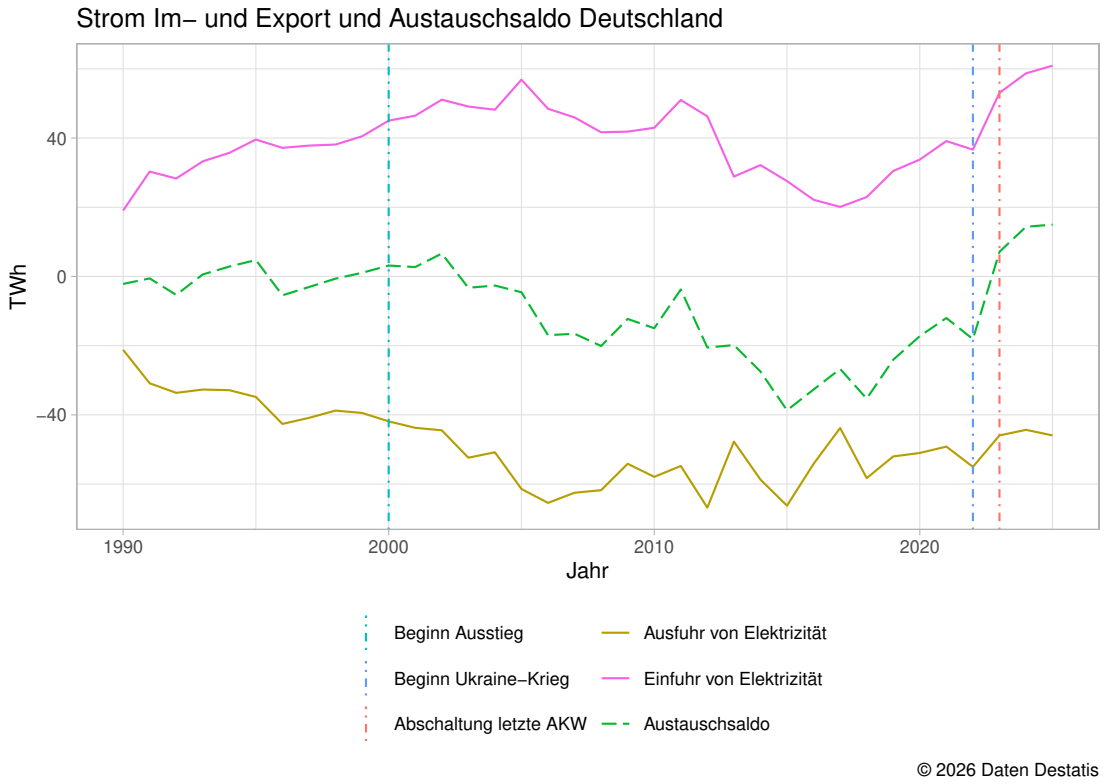


Abbildung 1.10.: Strom Im- und Export Deutschland.

In den Jahren von 1990 bis 2022 hat Deutschland die meiste Zeit mehr Strom exportiert, als importiert. Daraus können wir entnehmen, dass bis zu diesen Zeitpunkt die Energiewende mit Atomausstieg (siehe 11 auf Seite 28) und Ausbau der Erneuerbaren, der sicheren Stromversorgung im Inland keinen Abbruch getan hat. Das die Abschaltung der drei letzten AKW in 2023[48] fast mit dem Kriegsbeginn[49] Russlands gegen die Ukraine und damit dem Stopp der Gaslieferungen zusammenfiel, macht es in der Rückschau schwer, Ursache und Wirkung des veränderten Strom Im- und Export zu trennen. Zwei Fakten sollten aber auf jeden Fall in eine besonnene Abschätzung einfließen:

1. Wir erinnern uns an die geschürte Panik, dass im Winter 22/23 aufgrund des

[48] Wikipedia: Atomausstieg: Abschnitt 2023: Deutschland
https://de.wikipedia.org/wiki/Atomausstieg[47]
[49] Wikipedia: Russischer Überfall auf die Ukraine seit 2022 [68]
https://de.wikipedia.org/wiki/Russischer_%C3%9Cberfall_auf_die_Ukraine_seit_2022

fehlenden Atomstromes ein „Gasmangel“ zum Stillstand der Deutschen Wirtschaft führen würde. In der Folge entschied der Budeskanzler eine Verlängerung der Laufzeiten der letzten AKW und die Nation starrte jeden Tag gebannt auf die Füllstände der Gasspeicher.

2. Und wer will und kann erinnert sich in diesem Zusammenhang des weiteren daran, dass sich just in diesem Moment herausstellte, dass die Speicher der Deutschen Gasreserven nicht Deutschland gehörten, sondern einem Russischen Konzern. Gleichzeitig musste die Politik erkennen, dass diese Speicher von dem Russischen Eigentümer Gazprom weit weniger gefüllt waren, als vertraglich bestimmt.
3. Es lag also nahe, in dieser Energiekrise nicht das wenige eigene Gas zu verstromen, sondern mehr Strom zu importieren. Zumindest, um die nationale Gasreserven so lange zu schonen, bis ausreichend neue Gaskontrakte die Abhängigkeit von russischem Gas ausgleichen würde.
4. Für diese Diversifizierung der Deutschen Gasversorgung kam zu diesem Zeitpunkt einzig Flüssiggas infrage – aus welchem Winkel der Welt auch immer. Da aber nicht nur Deutschland ab diesem Zeitpunkt vermehrt Flüssiggas importieren musste, sondern ebenso viele andere Länder Europas, entstand ein Mangel an Tankschiffen und Entlade-Terminals. Eine solche Nachfrage nach Transportkapazität schlug, wie nicht anders zu erwarten, sofort und sehr kräftig auf die Charter- und Frachtraten durch. Auch das kann, wer will, jederzeit nachschlagen[50] und dies zu den einsichtigen Gründen hinzuzählen, mehr Strom zu importieren und nicht die nationalen Reserven schon vor dem Winter zu verbrauchen.
5. Erinnert sei weiterhin an die endlosen Streitereien um Mukran und das würdelose Gezänk um die Verteilung des in Rostock angelandeten Öl zum PCK Schwedt, eine weitere Anlage, die zu diesem Zeitpunkt – was für ein Zufall – einem Russischen Konzern zu 91,67 % gehörte.[51]

1.2.5. Zweifel

Wer sich in Ruhe zurücklehnt und diese turbulente Zeit noch einmal Revue passieren lässt, wird leicht feststellen, das die wenige Zeilen weiter oben aufgezählten Punkte nur ein Ausschnitt aus dem Katastrophenszenarium darstellen, mit dem das Wahlvolk und die Ampel immer hektischer in den drohenden Blackout geschrieben wurden. Heute wissen wir: keiner der beschrieenen Zivilisationsuntergänge in Europa hat stattgefunden. Was sich im Angesicht dieser Krisen jedoch deutlicher als in jeder akademischen Diskussionsrunde

[50] Handelsblatt: Die Energiekrise 2022 – Eine Zeitenwende für den Gasmarkt https://live.handelsblatt.com/die-energiekrise-2022-eine-zeitenwende-fuer-den-gasmarkt/[25]

[51] Wikipedia: PCK Raffinerie https://de.wikipedia.org/wiki/PCK_Raffinerie[65]

herausstellte, war das p o l i t i s c h e Versagen der Deutschen Regierungen, v o r 2022 überhaupt irgendeine Energiekrise vorauszusehen und angemessene Vorsorge zu treffen.[52] Trotz aller dieser Warnungen gab es bis zum Kriegsausbruch trotz aller Warnungen eine stetige Zunahme der Importe von Russischem Gas & Öl und damit unvermeidlich eine stetig wachsende wirtschaftliche Abhängigkeit von Russland. Und genau so kam es ja dann auch – wir erinnern uns.

Was lag da anschließend bei den ehemalig politisch Verantwortlichen näher, als die Schuld am Energie-Versagen den Windrädern, Solarpaneelen und Wärmepumpen zuzuschreiben. Wer nüchtern auf die in diesem Aufsatz zusammengetragenen Zahlen schaut, der könnte genau so gut zu der Annahme kommen, dass Wind- und Sonnenenergie Deutschland in dieser Krise über Wasser gehalten haben. Kein Land in Europa sonst war so einseitig abhängig von Russischem Gas und Öl, wie Deutschland. So sehr ich auch suche, ich finde keine Berechnung, wie viel diese Krise Deutschland wohl gekostet hätte, hätte es Wind- und Sonnenenergie n i c h t gegeben und Deutschland hätte das ausbleibende Öl und Gas vollständig durch Importe von LNG und Strom ausgleichen müssen – so dies 2022/23 auf dem Weltmarkt überhaupt möglich gewesen wäre.

Abhängigkeiten

Trotzdem bleibt der Umstand bestehen, dass die Energiekosten in Deutschland so hoch sind, wie nirgendwo sonst in Europa.

Und wenn wir uns auf die Frage konzentrieren wollen, was denn die eigentlichen Preistreiber der Energiekosten sind, dann mussten wir in den vergangenen Wochen seit dem Beginn des Iran Krieges ein altes Kapitel aufs Neue lernen:

Aufz. 12: Abhängigkeit der Energiepreise

[52] Auch wenn dies als wörtliches Zitat im Netz nicht mehr aufzufinden ist: ich erinnere mich noch gut an die Ausrufe von Bundeskanzler Olaf Scholz zum Beginn des Krieges in der Ukraine und den danach ausbleibenden russischen Öl- und Gaslieferungen: „Das hat ja nun wirklich niemand wissen können!“. Und das ist nach wie vor eine falsche Behauptung! (ebd. Fußnote 49 auf Seite 57) Es gab Hinweise und Warnungen aus den baltischen Staaten seit den gescheiterten Minsker Verträgen und unmittelbare Vorhersagen der US-Amerikanischen Gemeindienste spätestens ab Oktober 2021. Auch in den Führungsreihen der Bundeswehr gab es eine nicht geringe Fraktion Verantwortlicher, die vor diesem Überfall warnten – das kann man jedenfalls heut noch nachlesen.[34]
https://politik.watson.de/politik/analyse/636570774-ukraine-der-abend-vor-dem-krieg-das-wusste-man-hier-hat-man-sich-verschaetzt
bpb: Ukraine-Analysen Nr. 316 [29]
https://www.bpb.de/themen/europa/ukraine-analysen/nr-316/562973/analyse-das-minsk-abkommen-von-2015-zehn-lehren-fuer-2025/

1. internationale Preisfaktoren: die Preisbildung der Energieträger Öl und Gas
   a) wird von den internationalen Förderkartellen reguliert
   b) darauf kommen die Kosten zur Reinigung, Raffinierung, die Rohstoffe müssen handelbar und standardisiert werden
   c) darauf kommen die Transportkosten, Verschiffung oder Pipelines
2. nationale Preisfaktoren
   d) Oligopole und Monopole der Energielieferanten für Öl, Gas, Strom
   e) Steuern und Abgaben des Staates

Die internationalen Preisfaktoren entstehen unabhängig von den nationalen Bedürfnissen. Internationale Verträge bestimmen nicht in erster Linie über Preise, sonder über eine mehr oder weniger funktionierende Verlässlichkeit der P r e i s b i l d u n g für Energie. Dieser externalisierte Prozess sollte uns aber nicht zu dem Fatalismus verleiten, dass die internationale Preisbildung „gottgegeben“ sei. Ebenso, wie kriegerische Akte die internationalen Energiemärkte aus dem volkswirtschaftlich planbaren Gleichgewicht bringen, können nationale und supranationale Resilienzen Unabhängigkeit von den internationalen Schwankungen schaffen.

Aufz. 13: Resilienzen

3. internationale Resilienzen
   a) europäische Speicherverbunde für Öl und Gas
   b) europäische Leitungsverbunde für Öl und Gas
   c) grenzüberschreitende, gesamteuropäische Stromnetze
   d) Diversifizierung und aktive Vorhaltung europäischer Ressourcen (Kernbrennstäbe, Stromspeicher)
4. nationale Resilienz
   e) nationale Energiespeicher für Öl, Gas und Strom
   f) nationale Leitungsverbunde für Öl, Gas und Strom
   g) intelligentes, flexibles, hochleistungsfähiges, digitalisiertes Stromnetz
5. Und es darf an dieser Stelle auch nicht verschwiegen werden, dass es für akute Krisensituationen sowohl eines europäischen, als auch eines nationalen, hoheitlichen Durchgriffsrechtes auf die Energieressourcen und deren Verteilung bedarf. Man sollte das nach den Erfahrungen der letzten Jahre ruhig ein E n e r g i e - N o t s t a n d g e s e t z nennen.
6. Denn wir sehen ja tagtäglich, dass die Preise nicht proportional zu den Regulierungsmaßnahmen sinken. Die Oligo- und Monopole lassen sich in der Krise von ihren Aktionären nicht zwei mal bitten: für das Volk nennt man das „Markt“. Und

auch wenn das Volk das schon längst nicht mehr glaubt, die jeweils amtierende Regierung tut es doch. Sie kann nicht anders

Ausweg Atomkraft?

Zum Abschluss dieses Zwischenfazits muss noch einmal auf die immer wiederkehrende Debatte um die Reaktivierung der Kernenergie eingegangen werden. An jedem beliebigen Punkt an dem die bisherige Energiewende auf große, bisweilen noch unlösbare Probleme gestoßen ist, oder diese selbst verursacht hat, kommt prompt der Einwand: „Mit dem Weiterbetrieb der Atomkraftwerke wäre das nicht passiert!“

Dieser Einwand ist nicht von der Hand zu weisen. Wie oben schon in 1.2.4 auf Seite 57 erwähnt , ist der zeitliche Zusammenfall des endgültigen Ausstieges Deutschlands aus der Atomverstromung und dem Beginn der offenen Annektion der Ukraine durch Russland eine mehr als unglückliche Überschneidung und man kann der Ampel den Vorwurf machen, mit der nur kurzzeitigen Verlängerung der Laufzeiten um einige Monate – über den Winter 23/24 – vorschnell eine falsche Entscheidung getroffen zu haben.

Das beantwortet aber nicht die Frage, ob ein längerer Weiterbetrieb oder gar eine Wiederinbetriebnahme bereits abgeschalteter Reaktoren technisch überhaupt möglich gewesen wäre – und wie viel eine solcher Schritt zur Zukunftsfestigkeit der deutschen und der europäischen Energieversorgung beigetragen hätte – obwohl selbst die Betreiber der AKW den erneuten Weiterbetrieb ablehnen.[53]

Aufz. 14: Ausweg Atomkraft?

1. Denn es muss in diesem Zusammenhang betont werden, dass die Kernenergie n i c h t zu den europäischen und nationalen Resilienzen gezählt werden kann:
   a) k e i n europäisches Land verfügt über erschlossene Uranvorkommen, mit denen es seine nationalen, geschweige denn die europäischen Kernkraftwerke beliefern könnte[54]
   b) kein europäisches Land verfügt über nennenswerte u n e r s c h l o s s e n e Uranvorkommen, welche in absehbarer Zeit zur europäischen Resilienz beitragen könnten

[53] Handelsblatt: Atomkraftwerksbetreiber lehnen Wiederinbetriebnahme alter Meiler ab https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/energie-atomkraftwerksbetreiber-lehnen-wiederinbetriebnahme-alter-meiler-ab-01/100116658.html[20]

[54] https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium/world-uranium-mining-production

c) selbst wenn es für die EU, oder einzelne Europäische Staaten möglich wäre Uranerz als nennenswerten Vorrat für mind. 1 Jahr zu importieren, und sicher zu lagern – was utopisch ist,
d) so bliebe immer noch die Frage offen, ob die vier in Europa vorhandenen Aufbereitungsanlagen[55] ausreichen würden, um alle 122 AKW in Europa[56] weiter betreiben zu können
e) es gilt viel mehr das Gegenteil: aktuell ist das dezidiert nicht der Fall! Angereichertes Uran für Brennstäbe muss nach wie vor aus dem kriegführenden Russland importiert werden.

2. Diese Tatsachen finden bei der Befürwortung zum Wiedereinstieg in die Kernenergie bisher keinerlei Erwähnung.

Die beiden folgenden Diagramme veranschaulichen die Bedeutung der weltweiten Förderung und der Verteilung der Uran-Ressourcen.

[55] Gronau in Deutschalnd, Georges Besse II in Frankreich, Capenhurst in Uk und Almelo in den Niederlandenhttps://de.wikipedia.org/wiki/Uran-Anreicherung

[56] 122 von den 438 aktiven Reaktoren weltweit in der Tabelle https://world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme

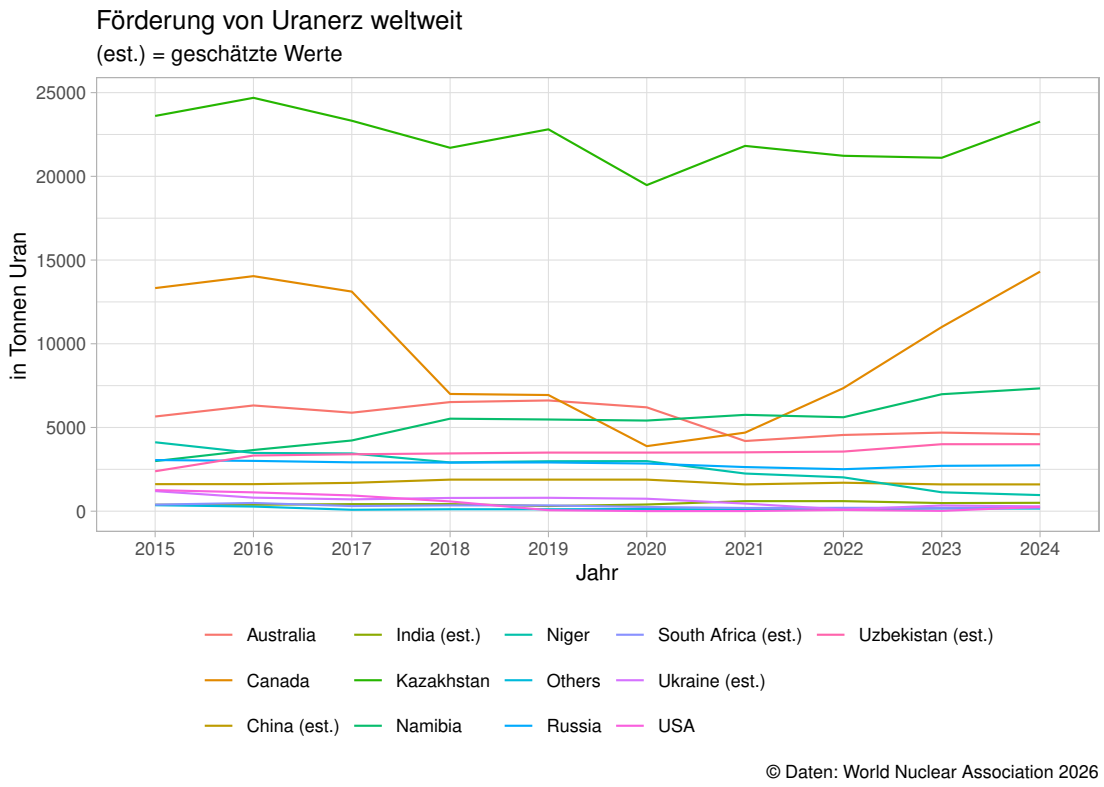


Abbildung 1.11.:
Im Jahr 2024 stammte der größte Anteil des Uranabbaus aus Kasachstan (39 % des weltweiten Angebots), gefolgt von Kanada (24 %) und Namibia (12 %).

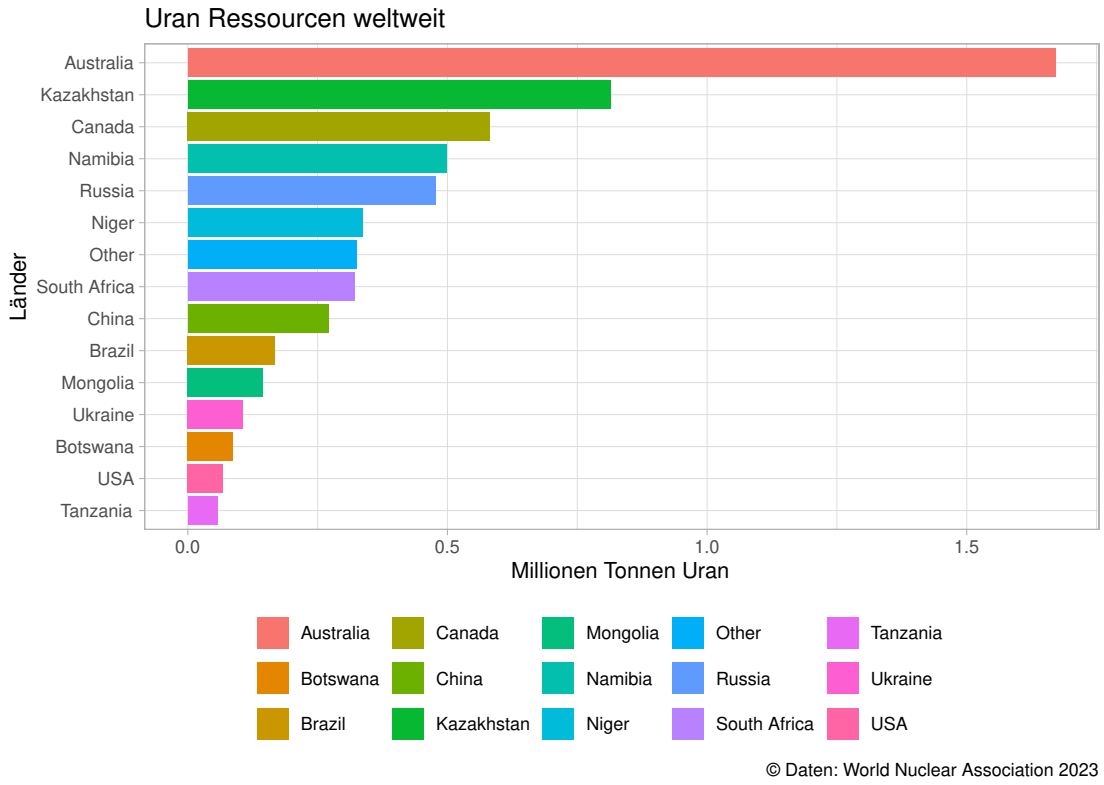


Abbildung 1.12.:
Nachgewiesene förderbare Ressourcen (mit hinreichender Sicherheit nachgewiesene Ressourcen plus abgeleitete Ressourcen) bei einem Preis von 130 $/kg U, Stand: 1.1.2023, gemäß OECD NEA & IAEO, Uranium 2024: „Resources, Production and Demand“ („Red Book“). Die gesamten förderbaren nachgewiesenen Ressourcen bei einem Preis von 260 $/kg U belaufen sich auf 7,935 Millionen Tonnen U.

Es genügt schon ein schneller, flüchtiger Blick auf beide Diagramme für die Erkenntnis, dass Europa sich in Krisenzeiten weder aktuell noch in Zukunft mit Kernbrennstoff für seine Atomkraftwerke selbst versorgen kann.

Aufz. 15: Alternative ohne Ausweg

1. Die einfache, aber auf der Hand liegende Frage: wie denn die deutsche Industrie im K r i e g s f a l l – bei einer Blokade aller Handelswege – mit Energie versorgt werden soll, kommt in der g a n z e n Versorgungsdebatte bisher nicht einmal vor. Das sollte doch zumindest Verwunderung auslösen.
2. Dass es dies nicht tut bedeutet eigentlich nur eines: die deutsche Gesellschaft ist nach mehr als drei Jahren Krieg in der Ukraine, im zweiten Monat des USA-Iran-Krieges,

in der nunmehr zweiten immer folgenreicher werdenden Energiekrise innerhalb von dreieinhalb Jahren immer noch nicht in der neuen, veränderten Zeit angekommen. Die Zeitenwende findet für uns immer noch irgendwo weit entfernt statt – meinen wir. Wir handeln immer noch so, als ginge uns das alles nicht wirklich etwas an. Die Mittel, mit denen die Deutsche Politik versucht, diesen Krisen auszuweichen, stammen allesamt aus dem vorigen Jahrhundert

a) mehr Öl
b) mehr Gas
c) mehr Atom

3. Dass Deutschland über die Ressourcen Öl und Atom gar nicht selbst verfügt und auf wenig eigenes Gas nur mit Hilfe von Fracking für eine begrenzte Zeit zugreifen könnte, scheint dabei keine Rolle zu spielen. Zu tief sind Politik und Wirtschaft noch in dem Glauben verfangen, Weltmarkt und Globalisierung werden noch einmal wie von selbst zu den Zuständen von vor 2019 zurückfinden.
4. Als wäre das Menetekel noch nicht deutlich genug: die Weltgeschichte ist über den deutschen Exportweltmeister hinweggeschritten. Putin, Trump und Xi sind keine Fehlleistungen der Geschichte mehr, welche die deutsche Außenpolitik mit etwas Geschick wieder gerade biegen kann. Diese Mächte sind gekommen, um zu bleiben. Sie bestimmen von nun an unser Dasein. Es kommt einzig darauf an, dies anzuerkennen und mit aller Kraft auf nationale und europäische Resilienz zu bauen. Schaffen wir das nicht, sinken wir hinab zum Vasallenstaat – welcher Macht auch immer.
5. Unsere Wirtschafts- und Innovationskraft wird schwinden – sie tut es bereits sichtbar und messbar. Deutschland und der Teil Europas, der ebenso nur weiter von der vergangenen Größe träumt, wird sich in nicht allzu fernen Zeit an der Seite der Länder wiederfinden, für die wir jahrzehntelang Entwicklungshilfe aufgebracht haben. Nur mit dem Unterschied, dass es dann in den „Siegerstaaten“ keine Entwicklungshilfe-Ministerien geben wird. Die Schwächung, oder Zerstörung Europas ist das Ziel Putins[57] und steht genau so in Project 2025[58] als neue US-Amerikanische Doktrin. Imperien herrschen über Vasallen und kennen keine Gleichberechtigung, weder im Individualrecht, noch in den Wirtschaftsbeziehungen.
6. Unsere Welt, wenn Europa diese Entwicklung nicht für sich selbst aufzuhalten vermag, ist auf dem Weg zurück hinter die Erungenschaften der Demokratisierung des langen 19. Jahrhunderts, zurück in die Unmündigkeit der Vor-Aufklärung. Wachsende Mehrheiten geben sich wieder dem Glauben an die Unfehlbarkeit ihrer Fürsten hin.

[57] in Leonid Luks: Putins Ideengeber in Wikipedia Literaturliste und Weblinks [21]
https://de.wikipedia.org/wiki/Leonid_Luks
[58] Project 2025 Mandate for Leadership [66]
https://de.wikipedia.org/wiki/Project_2025

2. Atomkraft

Wenden wir uns nun wieder einem technischen – und damit leichter handhabbaren – Thema zu. Parallel zu jeder realen oder gefühlten Energie- oder wenigstens Energie - p r e i s krise kommt immer wieder die Frage nach der Nutzung der Atomkräfte für die Energieversorgung der Menschen auf die politische Tagesordnung. (Siehe 29 auf Seite 75)

Dass die Atomkraft die teuerste Art der Energieerzeugung ist, haben wir in diesem Aufsatz schon weiter oben beantwortet. (Siehe 1.2 auf Seite 30)

Und wem das nicht schlüssig genug war, der kann mit Leichtigkeit dutzende, mehr oder weniger gelungene, Beiträge zu den Kosten dieser Art der Energieerzeugung finden.

Da zu diesem Thema wirklich schon fast alles gesagt ist, was der Menschliche Geist herzugeben vermag – im Für und im Wieder –, wollen wir uns hier nicht noch einmal an diesen Fragen aufreiben.

2.1. das „kalkulierte“ Risiko

Stattdessen werden wir nun aus unserer Sicht der Frage nachgehen, ob die Atomenergie überhaupt eine dem Menschen angemessene Energiequelle sein kann. Dabei setzen wir zwei Schwerpunkte:

1. Kann der Mensch diese Energieform angemessen handhaben; beherrscht er sie?
2. Ist der Mensch der Macht dieser Energie gewachsen, ist er geistlich, sittlich, moralisch fähig, dieses Feuer zu entfachen?

Die Geschichte der letzten achtzig Jahr spricht dazu eine allzu klare Sprache: ein doppeltes NEIN!

Auch wenn neuerdings wieder Mehrheiten der gegenteiligen Meinung anhängen: der Mensch b e h e r r s c h t d i e K e r n k r a f t n i c h t !

Es ist etwas gänzlich Anderes, zu verstehen, wie die Kernkräfte wirken und auf welch subtile technische Weise sich daraus Energie gewinnen lässt – und die Verantwortung für

dieser Handhabung vollumfänglich zu übernehmen. Der einzelne Mensch möchte diese Grenze nicht akzeptieren, wiewohl die Kapitalistische Wirtschaftswelt längstens einen angemesseneren Umgang damit gefunden hat: K e i n Kernkraftwerk der Welt ist so umfänglich versichert, dass aus der Versicherungssumme der Schaden eines GAU beglichen werden kann.[1] Und das bedeutet in Klartext übersetzt: die Versicherungswirtschaft geht weltweit davon aus, dass der Atomkraft betreibende Mensch früher oder später wieder Fehler machen wird in der Art, dass der Schadensumfang das Nationaleinkommen vieler Entwicklungsländer übersteigen würde – und ebenso für entwickelte Volkswirtschaften nicht folgenlos bliebe.[2]

2.2. eine Missgeburt aus dem Dunkel der Geschichte

Hier fassen wir uns sehr kurz: Bekanntlich wurde die Atomkraft im Deutschland der zwanziger und dreißiger Jahre des letzten Jahrhunderts „erfunden“. Aber Hitler glaubte nicht daran. Die USA konnten ihre ersten Atombomben nicht schnell genug fertig stellen, deswegen blieb Dresden das Schicksal von Hiroshima und Nagasaki erspart. Erst nach den Bomben setzten die Sowjetunion und die USA ihre Pläne um, die Atomkraft auch zur friedlichen Energieerzeugung zu nutzen.

Die physikalischen, mathematischen und technischen Grundlagen für die verschiedenen Arten der Nutzung der Atomkraft sind sehr komplex und im Rahmen dieses Aufsatzes

[1] Der Betreiber eines AKW in Deutschland haftete bis zu einer Schadenshöhe von mehreren hundert Millionen Euro – so er denn nach der Katastrophe noch existiert. Schäden, die diesen Betrag übersteigen, würden bist zu einer Höhe von 2,5 Milliarden Euro von der Solidargemeinschaft alle AKW-Betreiber getragen werden. Für Schäden, welche die Marke von 2,5 Milliarden Euro übersteigen haftet der Staat. Dazu hat der Staat schon vor vielen, vielen Jahren eine einschlägiges Gesetz gemacht. Im Klartext bedeutet das: Atomkraftwerke können nicht versichert werden, außer über die g e s a m t - g e s e l l s c h a f t l i c h e Haftung. Nach den Erfahrungen von Tschernobyl und Fukushima haben Versicherungen ausgerechnet: gäbe es auf der Welt irgendeine Versicherungsgesellschaft, die dieses Risiko im vollen Umfang übernehmen würde, die Policen für eine solche Versicherung wären so teuer, dass sich der Preis für Atomstrom um bis zum Vierzigfachen erhöhen würde.
So ein Strompreis liegt außerhalb jeder Konkurrenz. Kein Atomkraftwerk der Welt wäre damit wirtschaftlich zu betreiben. Das Risiko zu vergesellschaften bedeutet aber am Ende nichts Anderes, als daran zu g l a u b e n, dass nichts passieren wird.
www.abgeordnetenwatch.de/profile/thorsten-frei/fragen-antworten/wann-endlich-gibt-es-versicherungen-fuer-kernkraftwerke-und-wenn-nicht-warum-passiert-da-nichts
Der Herr Frei ist nun mit Sicherheit über den Verdacht erhaben, ein Lobbyist g e g e n die Kernenergie zu sein ;-)

[2] Fukushima hat bis zum heutigen Tag je nach Quelle zwischen 80 und 500 Milliarden Euro gekostet. Gesicherte Zahlen dazu gibt es nicht. Fest steht nur, dass der ehemalige Betreiber davon ausgeht, das die Arbeiten zu Schadensbekämpfung noch mindestens weitere dreißig Jahr dauern werden.
https://wua-wien.at/atomschutz/positionen-und-stellungnahmen/2443-12-jahre-nach-fukushima

nicht fundiert darstellbar. Wir wollen uns im Folgenden in einer schematisierte Aufzählung darauf beschränken, was die Menschen bisher damit erreicht haben.

2.3. Kernenergie

Es ist sehr schwierig in einer angemessenen Weise über Atomkraft und Kernenergie zu schreiben, ohne in ein populistische Für oder Wider zu verfallen.

Die Schwierigkeit liegt dabei nicht so sehr in der Komplexität der wissenschaftlichen Grundlagen, diese sind teilweise bekannt und erforscht, sondern in der Hybris der Menschen. So, wie der Mensch heute beliebig einen Herd an und ausschaltet, ist die Mehrheit der Menschen gedankenlos von dem Glauben erfüllt, sie könnten auch ein atomares Feuer beliebig an- und ausschalten. Dass dem nicht so ist haben eigentlich genügend Katastrophen gezeigt. Aber der Mensch verfügt noch über eine weitere Art von Arroganz zu seiner wissenschaftlichen Unkenntnis: Katastrophen, die aus Fehlern entstehen, passieren immer nur den A n d e r e n. Er, der handelnde Mensch, kann es besser. Ihm wird ein solches Versagen nicht passieren!

Dabei ist es noch gar nicht so lange her, da hatten die Menschen einen mystischen Respekt vor dem Feuer. Denn sie wussten genau, dass sie n i c h t Herr dieses Elementes waren. Stand der Wind ungünstig, konnten ganze Städte niederbrennen; sengende Felder und Wälder, die von Menschenhand nicht zu löschen waren, gehörten zum Kriegshandwerk und hatten, wenn nicht die Vernichtung, dann doch eine entscheidende Schwächung des Gegners zum Ziel. Und noch vor achtzig Jahren mussten die Deutschen hilflos mit ansehen, wie ihre Städte in Asche versanken, weil ihre schwachen Kräfte das Feuer nicht mehr aufhalten konnten, dass sie herbeigerufen hatten.

Ebenso stehen die Menschen heute vor der Kernkraft. Niemand stellt sich zum Beispiel die Frage: gäbe es einen „einfachen“ Schalter, mit dem man das atomare Feuer an- und anschließend wieder ausschalten kann, wer sollte dann irgendjemanden daran hindern die Sonne, oder beliebige andere Sterne zu „löschen“?

Das Universum ist – soweit wir wissen – einige Milliarden Jahre alt. Die Sternenlichter darin entzünden sich und erlöschen nach natürlichen Prozessen, die uns annähernd bekannt sind. Nirgendwo in diesen Wissenschaften taucht ein menschengleiches Wesen auf, welches das Firmament erleuchten oder verdunkeln kann. Früher haben die Menschen ihren Göttern diese Fähigkeiten zugeschrieben; heute vergöttern die Menschen sich selbst – bis sie von Zeit zu Zeit in den Feuern umkommen, die sie selbst entzündet haben.

Deshalb schicke ich dem nun kommenden Teil meines Aufsatzes noch einmal voraus: Niemand auf der Welt kann eine gezündete Atombombe löschen. Und havarierte Atomkraftwerke sind ab einem bestimmten Kontrollverlust nichts Anderes als „langsame“

Atombomben. Ich würde mir sehr wünschen, dass die Menschen, die so sehr gedankenlos von der Kernenergie träumen, sich dieser Gefahr bewusster wären. In einer Welt, in der Kriege wieder in den Alltag zurückgekehrt sind, ist es nur eine Frage der Zeit, bis ein Atomkraftwerk in einem Kriegsgebiet – absichtlich, oder unabsichtlich – außer Kontrolle geraten wird.

Natürlich meine ich damit nicht, dass die Menschen den Kopf vor der Atomkraft in den Sand stecken sollten – dazu ist es ja sowieso schon viel zu spät. Es ist im Gegenteil unbedingt notwendig, die Kernkraft in all ihren Erscheinungsformen zu e r f o r s c h e n. Aber einsetzen sollte der Mensch dieses Feuer nur in dem Rahmen, in dem er in der Lage ist, es zu kontrollieren. Damit muss gemeint sein, es zu löschen.

Aber wer hört schon auf solche Einwände? Keiner! Viele große Mahner sind wirkungslos im Staub versunken. Energie ist Geld, Fortschritt, Wachstum und ein Quell unendlicher Vermehrung von Kapital: es gab Kohlebarone, Öl-Giganten, Rockefeller … das muss sich doch auch irgendwie mit diesem Atom hinkriegen lassen … Dass dabei Unfälle passieren ist doch ganz normal. Die Menschen haben nur vergessen, wie viele von ihrer Art in früheren Zeiten ihr Leben in den Gruben lassen mussten, damit es den Anderen in den eigenen vier Wänden mollig warm werden konnte. Früher wurde so eine positive Haltung zum Risiko F o r t s c h r i t t genannt.

Und nun – Vorhang zu, Moral bei Seite! – wenden wir uns den zählbaren Tatsachen zu. Wir unterscheiden zwei grundsätzliche Arten, wie die Kernkraft in Energie umgewandelt werden kann.

Aufz. 16: Arten der Kernenergie

1. Kernspaltung
2. Kernfusion

Dabei verbirgt sich die jeweilige Atom-Energie in den Bindungskräften, welche die Bausteine der Atome, Elektronen, Protonen usw. zusammenhalten – solange bis der Mensch eingreift.[3]

2.3.1. Kernspaltung

Für die Kernspaltung werden frei in der Natur vorkommende Isotope von radioaktiven Elementen so weit konzentriert, bis sie sich gegenseitig zum Zerfall anregen, in

[3] Rutherfordsches Atommodell [69]
https://de.wikipedia.org/wiki/Rutherfordsches_Atommodell

Zerfallsprodukte aufspalten und dabei einen Teil ihrer Bindungsenergie freisetzen.[4]

Dieser radioaktive Zerfall von Elementen findet seit Jahrmillionen ununterbrochen in der freien Natur statt. Dort wo große Mengen radioaktiver Elemente in natürlichen Vorkommen lagern, gibt es auch natürliche radioaktive Strahlung, die für die Tier- und Pflanzenwelt durchaus ein Gefahr darstellt. Aber in der freien Natur besteht n i e m a l s die Gefahr, dass eine Atombombe von selbst entsteht; die radioaktiven Atome sind in dieser Umgebung so verdünnt, dass sie sich nicht gegenseitig zum Zerfall anregen können.

Dazu ist der Mensch notwendig. Er gräbt die radioaktiven Substanzen aus der Erde und beginnt diese zu konzentrieren. Bei dieser Konzentration kann eine Stufe erreicht werden, auf der die strahlenden Kerne sich so sehr gegenseitig anregen, dass einige von ihnen beginnen zu zerfallen. Bei diesem Zerfall entsteht neben der Hitze auch zusätzliche Strahlung, die wiederum noch mehr Kerne zum Zerfall anregen, wobei noch mehr Strahlungsenergie entsteht usw. … das Ergebnis ist die sogenannte Kettenreaktion, bei der immer mehr zerfallende Atome mit ihrer Zerfallsenergie immer mehr Atome zum Zerfall anregen. Voraussetzung für diesen Prozess ist natürlich, dass sich genügend spaltbares Material in der Nähe des gezündeten Zerfalls befindet. Ohne Nachschub erlischt auch das radioaktive Feuer.

Auf dieser Grundlage funktionieren Atombomben und Atomkraftwerke gleichermaßen.

2.3.2. Atomkraftwerk

In einem Atomkraftwerk führt man zwei unterkritische[5] Massen (kritische Masse) kontrolliert so zusammen, dass man die entstehende thermische Energie (Hitze) mit einem Medium (Wasser) ableiten und dann in einem traditionellen Verfahren (Dampfturbine) in Strom umwandeln kann.

Katastrophale Unfälle passieren in solchen Atomkraftwerken immer dann, wenn die Technik die Kontrolle über das geregelte Zusammenführen, oder Trennen der unterkritischen Massen verliert.

[4] Kernspaltung bezeichnet Vorgänge in der Kernphysik, bei denen ein Atomkern unter Energiefreisetzung in zwei oder mehr kleinere Spaltprodukte zerlegt wird. Typisch ist, dass bei der Spaltung Neutronen emittiert werden. [57]
https://de.wikipedia.org/wiki/Kernspaltung

[5] Kritische Masse bezeichnet in der Kernphysik und Kerntechnik die Mindestmasse eines aus spaltbarem Material bestehenden Objektes, ab der die effektive Neutronenproduktion eine Kettenreaktion der Kernspaltung aufrechterhalten kann. [61]
https://de.wikipedia.org/wiki/Kritische_Masse

In Tschernobyl habe die Techniker mit Absicht versucht, einen „überkritischen“ Zustand[6] in einem Reaktor herzustellen, um zu testen, wie sie mit einer solchen Situation umgehen können.[7] Das Ergebnis ist bekannt: sie haben die Kontrolle über den Reaktor während des Experimentes verloren und nach einer Reihe von Fehlentscheidungen nahm die Katastrophe ihren bekannten Verlauf.

In Fukushima[8] hat eine Umweltkatastrophe die Not-Energieversorgung des Atomkraftwerkes zerstört, so dass am Ende kein Strom mehr da war, um die kritischen Massen in den Reaktoren wieder kontrolliert in unterkritischen Massen zu trennen und anschließend den laufenden Zerfallsprozess immer so weit zu kühlen, dass er nicht die Anlage selbst zerstört.

Nach dem es keinen Strom mehr gab, ist das Kühlwasser verdampft, oder hat mit sehr hohem Druck die Leitungen und Gefäße gesprengt. Ohne Kühlung und ohne Trennung, oder Moderation[9] der kritischen Massen begann die Kernschmelze die sich durch sämtliche baulichen Absicherungen nach und nach hindurch gebrannte, bis sie irgendwo im Untergrund, im Grundwasser, oder unter der künstlicher Überflutung der Ruinen, seine Energie in die Umwelt abgeben konnte … aber eben auch seine Radioaktivität.

2.3.3. Kernfusion

Bei der Kernfusion[10] spalten sich nicht die Atome, sondern Atome werden miteinander verschmolzen, so dass neue Elemente entstehen. Bei dieser Verschmelzung wird um Größenordnungen mehr Energie (Druckwelle, Hitze, Strahlung) freigesetzt als bei der Kernspaltung.

[6] „Überkritisch“ ist hier als umgangssprachlicher Bergriff benutzt und bezieht sich nicht auf die in 2.3.2 auf der vorherigen Seite aufgeführte Definition.

[7] Es gibt zum Unglücksverlauf mehre verschiedene Darstellungen. Ich verweise dazu hier nur auf die Ausführungen der Wikipedia. [64]
https://de.wikipedia.org/wiki/Nuklearkatastrophe_von_Tschernobyl
Wer sich intensiver mit diesem Unglück befassen möcht, der krame in der einschlägige Literatur, den Filmversionen, den Podcasts und den Games. Da ist für jeden Geschmack etwas dabei.

[8] Wikipedia: Nuklearkatastrophe von Fukushima [63]
https://de.wikipedia.org/wiki/Nuklearkatastrophe_von_Fukushima

[9] Ein Moderator (lat. moderare ‚mäßigen‘) dient dazu, freie Neutronen, die bei ihrer Freisetzung meist relativ energiereich (also schnell) sind, abzubremsen.
https://de.wikipedia.org/wiki/Moderator_(Physik)[62]

[10] Als Kernfusion werden Kernreaktionen bezeichnet, bei denen je zwei Atomkerne zu einem neuen Kern verschmelzen. Kernfusionsreaktionen sind die Ursache dafür, dass die Sonne und alle leuchtenden Sterne Energie abstrahlen.
https://de.wikipedia.org/wiki/Kernfusion[55]

Aber auch eine Kernfusion entzündet sich niemals selbst. Es sind Bedingungen dafür notwendig, die auf der Erde nicht spontan entstehen können: Konzentration von fusionsfähigen Elementen, Druck und Temperatur sind den Sternen vorbehalten und nicht den Planeten.

Seit dem das Prinzip der Kernfusion bekannt ist wird davon ausgegangen, dass in ca. dreißig Jahren damit industriell Strom erzeugt werden kann. Das erste Mal wurde diese Behauptung in den 1960er Jahren aufgestellt. Der derzeitige Bundeskanzler hat jüngst diesen Prognose-Zeitraum auf zehn Jahre verkürzt.[11]

Das besonders Fatale an der wissenschaftlich nicht begründeten Aussage von Merz, die für seine Wirtschaftsministerin Anlass genug ist, den Ausbauplan der Erneuerbaren und ihrer Netze in Gänze in Frage zu stellen, ist, dass Deutschland nicht in 10 Jahren ein Energieproblem bekommen k ö n n t e, sonder jetzt, aktuell dieses Problem dringend lösen muss! Und dabei ist es egal, ob er von Fusionsreaktoren, oder von SMR[12] phantasiert. Beide Energiequelle existieren bisher nur auf dem Papier.

Das Plasma in manchen Fusionsreaktoren brennt heute schon für Minuten, dennoch gibt es bisher keine einzige Anlage, die mehr Strom erzeugt, als sie verbraucht! Deutschland betreibt zur Zeit einen Versuchsreaktor und beteiligt sich an einem Gemeinschaftsprojekt.

Aufz. 17: Deutsche Fusionskraftwerke und Beteiligungen

1. Wendelstein 7-AS[13] in Garching bei München (Projekt 2002 beendet)
2. Wendelstein 7-X[14] in Greifswald (im Versuchbetrieb)

[11] Frankfurter Rundaschau: Kritik an Fokus auf erneuerbaren Energien – Merz bezeichnet Windkraft als „Übergangstechnologie“. [46]
https://www.fr.de/wirtschaft/windraeder-abbauen-weil-sie-haesslich-sind-so-sieht-merz-energiewende-aus-zr-93401853.html

[12] Mit dem Begriff Small Modular Reactors (SMR; deutsch „kleine modulare Reaktoren“; auch umgangssprachlich als „Miniatomkraftwerk“ bezeichnet) werden kleine Kernreaktoren oder Kernkraftwerke bezeichnet, die verschiedenen Konzepten zufolge modular und teilweise kleiner als herkömmliche Reaktoren sein und daher z. B. in einer Fabrik vorgefertigt und anschließend an einen Montageort gebracht werden können. [70]
https://de.wikipedia.org/wiki/Small_Modular_Reactor

[13] Wendelstein 7-AS war eine experimentelle Anlage zum Einschluss eines heißen Plasmas mit dem Ziel der Entwicklung eines Kernfusionsreaktors zur Energiegewinnung und wurde von 1988 bis 2002 in Garching vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik betrieben. [78]
https://de.wikipedia.org/wiki/Wendelstein_7-AS

[14] Wendelstein 7-X (W7-X) ist eine Experimentieranlage zur Erforschung der Kernfusionstechnik, die in Greifswald vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) betrieben wird. [79]
https://de.wikipedia.org/wiki/Wendelstein_7-X

3. ITER[15] Cadarache, Frankreich (im Bau seit 2007)

In allen Projekten mit deutsche Beteiligung wird die Funktionsfähigkeit eines Tokamak[16] Fusionsreaktors getestet.

Auch wenn keines der hier aufgeführten Projekte bisher auch nur in die Nähe industrieller Stromproduktion kommt, so ist die Forschung auf diesem Gebiet in jedem Fall zu begrüßen. Forschungsprojekte dieser Größenordnung benötigen enorme materielle Reserven und finanzielles Durchhaltevermögen. Beim ITER gehen die Schätzungen von 20 Milliarden Euro, im schlimmsten Falle von 50 Milliarden US-$ aus. In Wendelstein 7-X in Greifswald wurden bisher 1,7 Milliarden € investiert.[17] Vergleichbar sind diese Fusionsprojekte in technischer und finanzieller Hinsicht nur noch mit den Kosten der Raumfahrt (über Rüstung sprechen wir in diesem Zusammenhang nicht). In Anbetracht dieser „Verhältnisse“ in der Fusionsforschung muss man dann schon fragen, woher die Bundesregierung im Jahr 2025 die Zuversicht für diese Ankündigung nimmt: der „Erster Fusionsreaktor soll in Deutschland stehen“.[18]

Wie unernst, gar unseriös Regierungsverlautbarungen zu diesem Thema klingen, konnten wir unlängst erneut erleben:

> „Schlüsseltechnologien[19]:
> Deutschland fokussiere seine Förderpolitik auf sechs Schlüsseltechnologien, „die aus unserer Sicht für die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Standortes und eben für unsere Souveränität zentral sind”: auf künstliche Intelligenz, auf Quantentechnologien, auf Mikroelektronik, auf Biotechnologie, auf Fusion und klimaneutrale Energieerzeugung sowie auf Technologien für die klimaneutrale Mobilität, sagte der Bundeskanzler.“

[15] ITER ist ein Versuchs-Kernfusionsreaktor und internationales Forschungsprojekt mit dem Fernziel der Stromerzeugung aus Fusionsenergie. Der Reaktor beruht auf dem Tokamak-Prinzip und ist seit 2007 beim südfranzösischen Kernforschungszentrum Cadarache im Bau. [54]
https://de.wikipedia.org/wiki/ITER

[16] Der Tokamak ist ein torusförmiger Typ eines Fusionsreaktors, der auf der Methode des magnetischen Plasmaeinschlusses beruht. [73]
https://de.wikipedia.org/wiki/Tokamak

[17] ndr.de vom 10.12.2025
https://www.ndr.de/nachrichten/mecklenburg-vorpommern/teure-spitzenforschung-kernfusionsexperiment-wendelstein-7-x-in-greifswald-seit-zehn-jahren-in-betrieb,forschung-124.html

[18] Bundesregierung: Energie der Sonne nutzen
https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/fusionskraftwerk-deutschland-2386532

[19] Rede von Bundeskanzler Merz bei der Auftaktveranstaltung zur „Hightech Agenda Deutschland“ [23]
https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/kanzler-hightech-agenda-2391454

Und weiter an anderer Stelle[20]:

> Erster Fusionsreaktor soll in Deutschland stehen
> Im Koalitionsvertrag haben die Koalitionspartner darum festgehalten: „Wir wollen die Fusionsforschung stärker fördern. Unser Ziel ist: Der erste Fusionsreaktor der Welt soll in Deutschland stehen."

In diesem Zusammenhang wird in den Medien auch immer wieder kolportiert, dass der Kanzler über einen Zeitraum von zehn bis zwanzig Jahren gesprochen haben soll, für den Wind uns Sonne noch „Brückentechnologien" darstellen. Wir müssen gar nicht die Fusionsforschung bemühen, um zu zeigen, wie sehr der Kanzler mit solchen Sätzen sich selbst in das Licht der Unglaubwürdigkeit rückt:

Es war doch das Gebiet auf dem er sich selbst für eine Koryphäe hält und auf dem ihm seine besonderen Fähigkeiten zugeschrieben werden, die ihn zu seiner Kanzlerschaft prädestinierten: die Wirtschaftspolitik! Nun angenommen die Fusionsforschung würde tatsächlich in zehn Jahren einen wirtschaftlichen Reaktor anzubieten haben: wo sind die Grundstücke, wo sind die Planungen, wo ist der Netzausbau, wo sind die Netzausbaupläne dafür, dass in zehn Jahren wirklich sofort los gebaut werden könnte – wo sind die Mitbestimmungsverfahren zu all diesen Planungsschritten? Alles vergessen, alles nicht mehr wahr, was sich in den vergangenen Jahrzehnten rings um die Atomanlagen in Deutschland zugetragen hat? Ist das nur vergesslich, oder schon wieder Verantwortungslosigkeit?

An ITER und anderen Versuchsreaktoren wird seit Jahrzehnten gebaut. Aber es gibt sie, sie funktionieren, wenn auch noch lange keine wirtschaftliche Verwendung abzusehen ist.

Von den neuen, Merz'schen Stellaratoren[21] gibt es N i c h t s – als ein Versprechen. Und wir wissen genau: wenn andere Länder zwanzig Jahre brauchen um eine großtechnische Innovation zur Serienreife zu bringen, so muss in Deutschland mit Planung, Protesten und Einsprüchen eher mit einer Zeit von dreißig bis vierzig Jahren gerechnet werden.

Allerdings gilt auch hier: nichts von diesen Einwänden, auch nicht vierzig Jahre Vorlaufzeit, sollten die Forschung zu dieser Energiequelle verhindern. Aber es ist, wie eingangs postuliert, im hohen Maße unredlich von der Kernfusion als nutzbare Energiequelle im industriellen Maßstab zu sprechen, nur weil die Bundesregierung heuer 2,5 Milliarden

[20] a.gl.O. [5]

[21] Ein Stellarator ist eine torusförmige Anlage zum magnetischen Einschluss eines heißen Plasmas (Teilchengemisch) mit dem Ziel der Energiegewinnung durch Kernfusion (siehe Fusion mittels magnetischen Einschlusses und Kernfusionsreaktor). Der Name dieses Fusionskonzeptes soll an die Kernfusion als Energiequelle der Sterne (lateinisch stella „Stern") erinnern. [71]
https://de.wikipedia.org/wiki/Stellarator

für die Forschung zu diesem Projekt bereit gestellt hat. Diese 2,5 Milliarden sind Peanuts im Vergleich zu den notwendigen Investitionen, für vielleicht wieder 100 oder 150 Fusionskraftwerken in Deutschland.

Was uns automatisch zu der Frage führt: warum versprechen Politiker diese Kernkraft-Zukunft immer und immer wieder, wenn doch so offensichtlich ist, dass die vorgetragenen Pläne nichts als unrealistische Absichten sind? Wir werden uns weiter unten mit diesen Paradoxon in einem Fazit auseinandersetzen müssen.[22]

Bei allem Forschungs-Optimismus darf außerdem gefragt werden, ob denn Wind und Sonne wirklich nur noch eine Brückentechnologie sind. Sie nutzen auf ihre Art, einen Fusionsreaktor, der seit 4,6 Milliarden Jahren zuverlässig funktioniert und das, nach allem was wir wissen, auch noch weitere 9 Milliarden Jahre tun wird. Vielleicht täten wir doch besser daran, diese Energiereserven nicht gleich wieder in die Tonne zu treten – oder China zu überlassen –, solange die menschengemachte Fusion noch nicht wirklich funktioniert. Denn noch ist nicht erwiesen, dass ein Fusionsreaktor jemals Strom zu k o n k u r r e n z f ä h i g e n Preisen herstellen wird.

2.3.4. Small Modular Reactor

Aus gegebenen Anlass:

> „Söder fordert Mini-AKW (SMR) in Deutschland.“[23]

Da nicht jeder die Muse hat, die ganze Quelle zu lesen, fasse ich kurz zusammen:

Aufz. 18: zum Aktuellen Stand der SMR

1. SMR sind keine neuen Entwicklungen, sondern verkleinerte Ausgaben bereits bekannter AKW
2. Verkleinern bedeutet dabei:
   a) weniger Leistung bei mehr Aufwand

[22] Es sei an dieser Stelle nur schon einmal angemerkt, dass mit Fossiler- und Kernenergie versus Erneuerbaren auch zwei unterschiedliche Vorstellungen von Gesellschaft aufeinandertreffen: zentrale, monopolistische Energiewirtschaftliche Strukturen auf der einen Seite und dezentrale „Selbstversorgung“ auf der anderen. [26]
https://www.bpb.de/themen/wirtschaft/energiepolitik/577855/energiewirtschaftliche-strukturen-im-wandel/ Siehe Abschnitt 4 „Interessenkonflikte im Zuge des Strukturwandels“

[23] Tagesschau 15.03.2026 [39]
https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/atomkraft-bayern-soeder-csu-wirbt-fuer-mini-akw-100.html

   b) es müssten drei bis fünf mals so viele SMR gebaut, wie alte AKW abgeschaltet, oder stillgelegt werden
   c) um den Kostenvorteil der Serien- und Vorfertigung in Fabriken zu erreichen müssten tausende dieser SMR gebaut werden
3. die Behauptung, es gäbe in Kanada schon solche Kraftwerke ist nachweislich falsch (stand April 2026)
4. es gibt bisher keine Fabrik auf der Welt, die SMR serienmäßig herstellt und anbietet
5. SMR sind nicht weniger gefährlich
6. die Schäden bei einer Havarie eines SMR wären zwar „kleiner“ aber sie sind deshalb nicht weniger wahrscheinlich
7. SMR hinterlassen noch mehr kontaminiertes Material, als große AKW
8. sie benötigen ebenso Zwischen- und Endlager wie große AKw
9. das Problem der Transporte des Brennmaterials und damit der Konflikte in der Bevölkerung vervielfacht sich mit der Zahl der SMR – siehe Castor-Transporte[24]
10. die Brennstofffrage ist wie bei den AKW ungeklärt:
    a) die natürlichen Ressourcen an spaltbarem Material sind begrenzt
    b) worin besteht dann der Unterschied, ob man von Russischem Gas, oder von Russischem Uran abhängig ist?
    c) die Behauptung, diese Reaktoren könnten alte Brennstäbe aus den jetzigen Zwischenlagern „aufarbeiten“ ist über die Theorie noch nicht hinausgewachsen
    d) es gibt bisher nur zwei „Brüter“ (Brutreaktor),[25] die künstlichen Kernbrennstoff herstellen könnten: einer steht in Russland, seit neuestem gibt es einen zweiten in Indien, ob sie wirklich spaltbares Material für Kraftwerke erbrüten, oder aber für Atombomben, ist nicht bekannt

Die Liste der ungelösten Probleme für den Einsatz dieser Energiequelle ist längst nicht vollständig, aber lang genug um die Sinnfrage an solche Vorschläge zu stellen: keiner diese SMR wird in den nächsten zehn Jahren in Betrieb gehen können, sie sind nicht fertig entwickelt, es gibt keine Planung, es gibt keine Standorte, es gibt nichts als leere Versprechungen auf eine „Wunderwaffe“ für den Endkampf gegen andere Arten der Energieerzeugung. Der konkrete nutzen für die aktuelle Energiekrise ist g e r i n g e r als null, denn er entzieht den vorhandenen Anpassungsmöglichkeiten notwendige Ressourcen.

[24] Ein CASTOR ist ein Spezialbehälter zur Lagerung und zum Transport hochradioaktiver Materialien, zum Beispiel von abgebrannten Brennelementen aus Kernkraftwerken oder Abfallprodukten aus der Wiederaufarbeitung. [49]
https://de.wikipedia.org/wiki/Castor_(Kerntechnik)

[25] Ein Brutreaktor beziehungsweise „schneller Brüter“ ist ein Kernreaktor, der sowohl der Energiegewinnung als auch der Erzeugung weiteren spaltbaren Materials dient. [48]
https://de.wikipedia.org/wiki/Brutreaktor

2.4. Atomwaffen

2.4.1. Vorwarnung

Auf den ersten Blick kann man die Frage stellen: was haben denn jetzt auch noch die Atomwaffen mit der Energiewende zu tun? Jeder der die Energiewende mit Atomkraftwerken meistern will, muss sich bewusst sein – und auch seiner Bevölkerung diesbezüglich reinen Wein einschenken –, dass er mit seinen Kernkraftwerken – groß, oder klein – radioaktives Material erzeugt, welches prinzipiell zum Bau von Atombomben geeignet ist. Dabei geht es nicht darum, ob aus den Abfällen irgendwie eine Bombe entstehen kann – was natürlich Unsinn ist, sondern es geht darum, was mit diesen Abfällen geschieht. Fallen sie massenhaft an, wie beim Einsatz von hunderten von Mini-Reaktoren, muss Deutschland auch in der Lage sein, diese atomwaffenfähigen Abfälle zu entsorgen. Der normale Weg, wie wir in Deutschland mit unserm Müll, sonderlich auch mit Giftmüll umgehen, ist, dass wir ihn über irgendwelche Zwischen-Zwischen-Zwischenhändler nach „Irgendwo“ entsorgen. Im Falle dieses Materials könnte aber am Ende der Entsorgungskette ein Schurkenstaat, auf waffenfähiges Plutonium warten, sei es auch nur für ein schmutzige Bombe.[26]

Und da diese Frage akruell ganz real ansteht, die USA begründen ihren Krieg in Iran genau damit, dass ein Schurkenstaat keine Atombombe bauen darf, deswegen gehört zu jeder Erwägung neuer Kernkraftwerke auch immer der Gedanke an die Atomwaffen mit dazu(ebd. Fußnote 26). Deswegen befassen wir uns in diesem Unterkapitel mit Atomwaffen.

Wem das jedoch zu weit hergeholt scheint, der mag diesen Teil des Textes leichtfüßig überspringen und sogleich zu Kapitel 2.5 auf Seite 83 wechseln. Er bedenke aber bei diesem

[26] Es ist mir durchaus bekannt, dass aus Deutschland radioaktive Abfälle aus Atomkraftwerken seit 2005 nicht mehr in Wiederaufbereitungsanlagen im Ausland verbracht werden dürfen, sondern in Deutschland zwischengelagert werden müssen. Aber die Frage, ob die Kapazität dieser Zwischenlager auch ausreichen wird, wenn Deutschland wieder zwei dutzend konventionelle AKW, oder 150 SMR baute, diese Frage wird von der Politik im Zusammenhang mit der Wiederbelebung der Kernkraft gar nicht erst gestellt. Das ist wieder der gleiche Etikettenschwindel, wie bei der ersten Welle von AKW: erst mal die Kraftwerke bauen, alles Andere kommt später: auch der Protest und der Widerstand aus Teilen der Bevölkerung. Worin besteht der Sinn, dass sich Wackersdorf [80], Hanau [37], und Brokdorf [44] wiederholen müssen?
https://de.wikipedia.org/wiki/Wiederaufarbeitungsanlage_Wackersdorf
https://www.spiegel.de/politik/das-teufelszeug-aus-der-schwarzbrennerei-a-9d14ebb1-0002-0001-0000-000013519790
https://www.ndr.de/geschichte/schauplaetze/dem-verbot-zum-trotz-grossdemo-gegen-akw-brokdorf-1981,brokdorfdemonstration101.html
Wozu erneut dieser verlogene Umweg von sauberer, weil CO_2 neutraler Energie und nicht zuerst die Frage an die Bevölkerung, wer denn gern eine AKW vor, und eine Wiederaufbereitungsanlage, ein Zwischenlager oder ein Endlager hinter seinem Haus haben möchte?

Sprung: alle ehemaligen Atomanlagen in Deutschland zusammen hatten das Potential jeden Ausgangsstoff für jede der folgenden Bomben herzustellen – und Deutschland hat dieser Ausgangsstoffe damals auch hergestellt und gelagert. Das würde sich folgerichtig wiederholen – ebenfalls ohne Befragung, wie viele Bürger mit und neben einem Plutonium-Bunker leben wollen.

2.4.2. Waffen und Technik

Nun zum eigentlichen Gegenstand des Kapitels: analog zu Kernspaltung und Kernfusion gibt es auch zwei Haupt-Arten von Atombomben.[27] Von den Bomben, die Kernspaltung, oder nur einen Teil der Spaltungsprozesse „benutzen“, gibt es noch mehrere Unterarten. Auch Atomwaffen sind ein physikalisch und technisch anspruchsvolles Gebiet. Ich kann hier nur eine sehr grobe Gliederung anführen. Für genauere Informationen verweise ich des halb auf den Artikel zu Kernwaffentechnik.[28]

Aufz. 19: Arten von Atomwaffen

1. „klassische“ Atombombe (Kernspaltung)
2. Wasserstoffbombe (Fusion)
3. Mischformen für spezielle Ziele
   a) Neutronenbombe
   b) Kobaltbombe
   c) „schmutzige“ Bomben

2.4.3. „klassische Atombombe“ (Kernspaltung)

In einer Atombombe werden zwei unterkritische Massen an radioaktiven Material mit Hilfe von normalen Dynamit-Bomben – z.B. in einem Rohr – aufeinander geschossen, so dass beim Zusammenprall die kritische Masse überschritten wird und der Zerfall und damit die Energiefreisetzung beginnt.

Das schlagartige und unkontrollierte Freisetzen dieser Energie hat zum Ziel, alles in einer Umgebung von hunderten Metern, oder von auch von Kilometern zu zertrümmern

[27] Eine Kernwaffe (Atomwaffe, Nuklearwaffe, Atombombe, Atomsprengkopf) ist eine Waffe, deren Wirkung auf kernphysikalischen Reaktionen – Kernspaltung und/oder Kernfusion – beruht. [58]
https://de.wikipedia.org/wiki/Kernwaffe

[28] Die Kernwaffentechnik beschäftigt sich mit Waffen, welche die Energie für eine Explosion aus Kernreaktionen – Kernspaltungen oder -verschmelzungen – beziehen. Die technische Entwicklung der Kernwaffen seit 1940 hat eine große Vielfalt unterschiedlicher Varianten hervorgebracht. [59]
https://de.wikipedia.org/wiki/Kernwaffentechnik

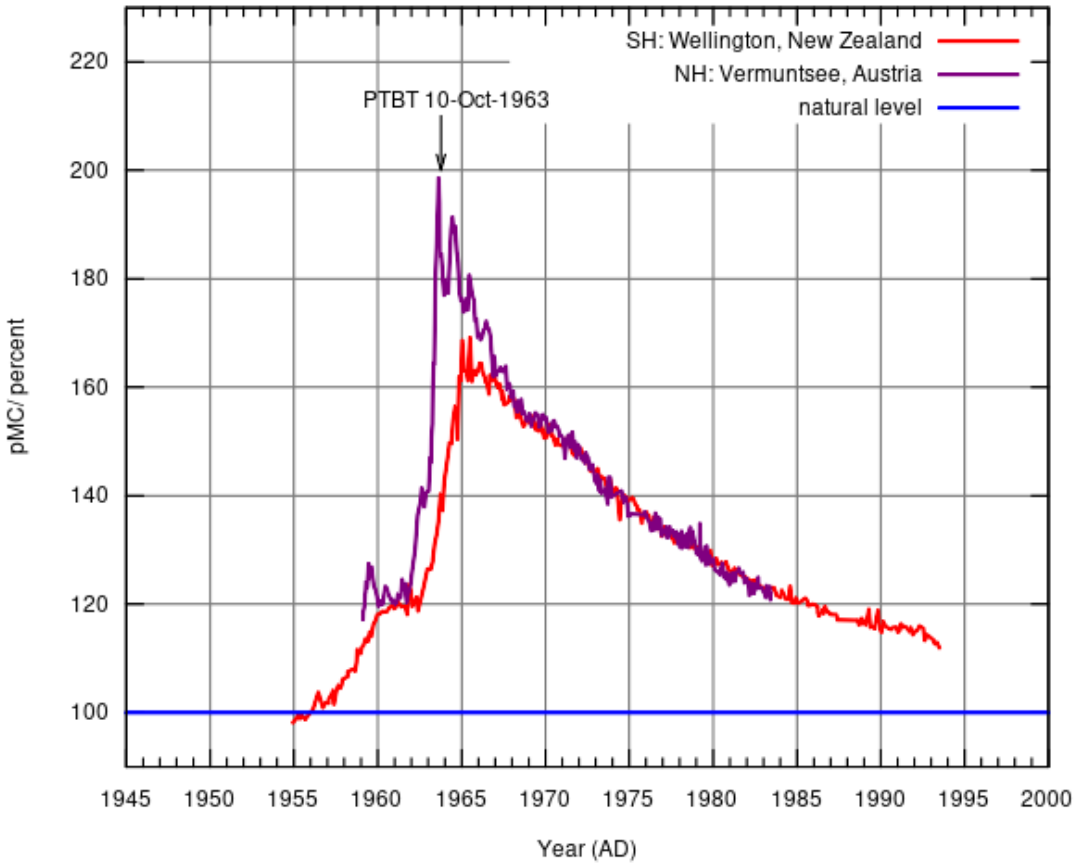


Abbildung 2.1.: Atmosphärisches ^{14}C, in Neuseeland und Österreich.

(Druckwelle), zu verstrahlen (Radioaktivität), oder zu verbrennen (Hitze). So kamen die Landschaften von Hiroshima und Nagasaki zustande.

2.4.4. Die Wasserstoffbombe (Fusionsbombe)

Die Wasserstoffbombe, oder H-Bombe, ist die Bisher mächtigste Waffe, welche die Menschen gebaut haben, um sich gegenseitig umzubringen. Als Russland und die USA noch nicht genug über die Folgen von Wasserstoffbomben-Tests wussten, haben sie so viele Versuche über der Erde, in der Atmosphäre und im Weltraum gemacht, dass die Radioaktivität in der Atmosphäre der ganzen Welt so rasant anstieg, dass für jedermann zu sehen war, ab wann auch die Russen und die Amerikaner selbst unter den Strahlungsfolgen leiden würden. Siehe Abb. 2.1

Erfreulicherweise – für den Rest der Welt und ebenso für die Bevölkerungen der Atommächte – haben diese Messwerte 1963 zu einem Vertrag über das Verbot von Kernwaffenversuchen zwischen den Atommächten Sowjetunion, USA und Großbritannien geführt.[29] Dieser Vertrag wurde in den folgenden Jahrzehnten weitestgehend eingehalten. Nur Frankreich und China unterschrieben nicht und setzten ihre oberirdischen Atomtests noch für einige Jahre fort.

[29] Vertrag über das Verbot von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser [76]
https://de.wikipedia.org/wiki/Vertrag_%C3%BCber_das_Verbot_von_Kernwaffenversuchen_in_der_Atmosph%C3%A4re,_im_Weltraum_und_unter_Wasser

Eine Wasserstoffbombe ist „einfach“ zu bauen. In drei Schritten werde in einer technischen Anordnung die Bedingungen erzeugt, unter denen eine Verschmelzung von Atomkernen stattfinden kann:

1. es wird ein konvetionelle Bombe gezündet
2. diese zündet eine „normale“ Atombombe zur Kernspaltung
3. und diese entzündet schließlich die Wasserstoffbombe

2.4.5. Mischformen

Neutronenbombe

Das ist nun wirklich nicht mehr mein Fachgebiet. Deswegen beschränke ich mich an dieser Stelle lauf ein Zitat:

> **Neutronenwaffe**[30]
>
> Eine Neutronenwaffe ist eine Wasserstoffbombe mit Deuterium[31]-Tritium[32]-Brennstoff. Die Bauart der Waffe ist auf eine maximale Neutronenausstrahlung und einen vergleichsweise geringen Fallout optimiert.
>
> Die Neutronenwaffe gilt als taktische Waffe, die Menschen und andere Lebewesen durch Strahlung töten, aber Gebäude weitgehend intakt lassen soll.
>
> Eine andere Anwendung der Neutronenwaffen war die Raketenabwehr
>
> Zu den taktischen und politischen Aspekten von Neutronenbomben siehe Kernwaffentechnik.[33] Zu einem Stationierungsort in Deutschland in den 1980er Jahren siehe Sondermunitionslager Gießen.

Und wer es doch ein kleines bisschen genauer zusammengefasst haben möchte, ohne den ganzen Technik-Kram durchzukauen kurz in einfachen Worten: eine Neutronenbombe ist eine „optimierte“ Wasserstoffbombe:

[30] Eine Neutronenwaffe ist eine Wasserstoffbombe. Die Bauart der Waffe ist auf eine maximale Neutronenausstrahlung und einen vergleichsweise geringen Fallout optimiert. Siehe ebd. [59]
de.wikipedia.org/wiki/Kernwaffentechnik

[31] Deuterium ist ein natürliches Isotop des Wasserstoffs. [50]
https://de.wikipedia.org/wiki/Deuterium

[32] Tritium auch 3H oder T, überschwerer Wasserstoff oder superschwerer Wasserstoff ist ein in der Natur in Spuren vorkommendes Isotop des Wasserstoffs. [74]
https://de.wikipedia.org/wiki/Tritium

[33] Siehe Kerwaffentechnik a.gl.O.
https://de.wikipedia.org/wiki/Kernwaffentechnik

1. die möglichst „wenig“ explodiert
2. möglichst wenig Staub und andere Partikel in die Atmosphäre wirft (Fallout)
3. möglichst wenig verbrennt
4. und alles lebendige zum Tode verstrahlt
5. Straßen, Fabrikhallen und Maschinen sollten zur späteren Verwendung erhalten bleiben

Allerdings steht in dem Zitat auch, dass noch nie überprüft wurde, ob diese Art von Optimierung auch erreicht werden kann.

Jedoch, wenn der Krieg in der Ukraine möglicherweise ungünstig für Russland verläuft, so hat die russische Administration schon mehrfach verkündet, dann werden wir in nächsten Zeit vielleicht Zeitzeugen eines Experimentes an lebenden Objekten werden:

> **taktische Kernwaffen**
>
> Neutronenbomben sind taktische Kernwaffen, die im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise eine geringere Sprengkraft (etwa 1 kT), aber eine stärkere Neutronenstrahlung erzeugen..[34]
>
> ...
>
> 2022 kam die unverhohlenen Drohungen Russlands[35] bei einer drohenden russischen Niederlage aufgrund der Unterstützung der Ukraine durch die europäischen Staaten das Konzept der taktischen Atombombe in die Schlagzeilen. Taktische militärische Ziele könnten mit einer solchen Waffe nie erreicht werden, weil ein Einsatz von Nuklearwaffen immer politisch strategische Folgen hätte – den Gegenschlag, so Oliver Thränert vom Center for Security Studies an der ETH Zürich. Insofern sei die Bezeichnung taktische Atomwaffe „irreführend“.[36]

Kobaltbombe

> Eine Kobaltbombe ist eine Form der salted bomb (englisch für „gesalzene Bombe“). Dabei werden große Mengen eines stabilen Isotops (in diesem Fall 59Co) im Mantel einer Fissions- oder Fusionsbombe verbaut.[37]

[34] ebd. Fußnote 30 auf der vorherigen Seite
[35] Blick.ch: Womit Putin schon drohte [24]
https://www.blick.ch/ausland/leere-drohung-oder-echte-gefahr-womit-putin-schon-droht e-und-was-er-wirklich-tat-id21057677.html
[36] ebd. Fußnote 27 auf Seite 78
[37] ebd. Fußnote 30 auf der vorherigen Seite

Schmutzige Bomben

Die Bezeichnung „schmutzige Bombe“[38] oder „radiologische Bombe“ bezieht sich auf Waffen, deren Wirkung darauf beruhen soll, radioaktives Material mittels konventioneller Sprengstoffe am Angriffsziel zu verteilen, um die Umgebung zu kontaminieren, ohne dass eine Kernreaktion stattfindet.

2.5. Fazit Atomkraft

Es wird uns gesagt: Atomenergie wäre Fluch und Segen zugleich. Nach dem hier zusammengetragenen Material muss diese Aussage verbessert werden:

Atomenergie ist bisher mehr Fluch als Segen.

Es geht dabei nicht nur um Unbeherrschbarkeit, sondern darum, dass der Glaube an den Segen der Atomkraft, die Entwicklung alternativer Evergieerzeugung gebremst, wenn nicht verhindert hat – und gerade wieder zur Verhinderung des weiteren Ausbaus der Erneuerbaren missbraucht wird.

Aber fassen wir noch einmal in aller gebotenen Kürze zusammen:

Aufz. 20: Fazit Atomkraft

1. Die Menschheit ist der V e r a n t w o r t u n g vor der Atomkraft bisher nicht gewachsen.
   a) Er nutzt die Atomkraft, ohne gesicherte Endlager, um Nachfolgende Generationen vor den Gefahren der Strahlung zu schützen.
   b) Er baut Atomwaffen, hat diese in der Vergangenheit eingesetzt und droht mit deren erneutem Einsatz.
2. Nationen, die Atomkraft nutzen begeben sich in Rohstoffabhängigkeiten. (Siehe Abbildung 1.11 auf Seite 63 und Abbildung 1.12 auf Seite 64)
3. Seitdem in einer veränderten geopolitschen Weltordnung große Kriege zwischen Nationen wieder in den Alltag zurückgekehrt sind, sind auch Atomkraftwerke potentielle Ziele mit Folgen, die in einer Kriegssituation niemand verhindern kann.[39]

[38] ebd. Fußnote 30 auf Seite 81
[39] Beschädigter Sarkophag von Tschernobyl. ebd. Fußnote 7 auf Seite 71

4. Mit dem Ausbau der Kernenergie schaffen sich die betreffenden Länder innenpolitische Unsicherheiten, denn niemand will freiwillig in der Nähe eines Atomkraftwerkes oder eines Endlagers leben. (Siehe Abbildung 2.2)

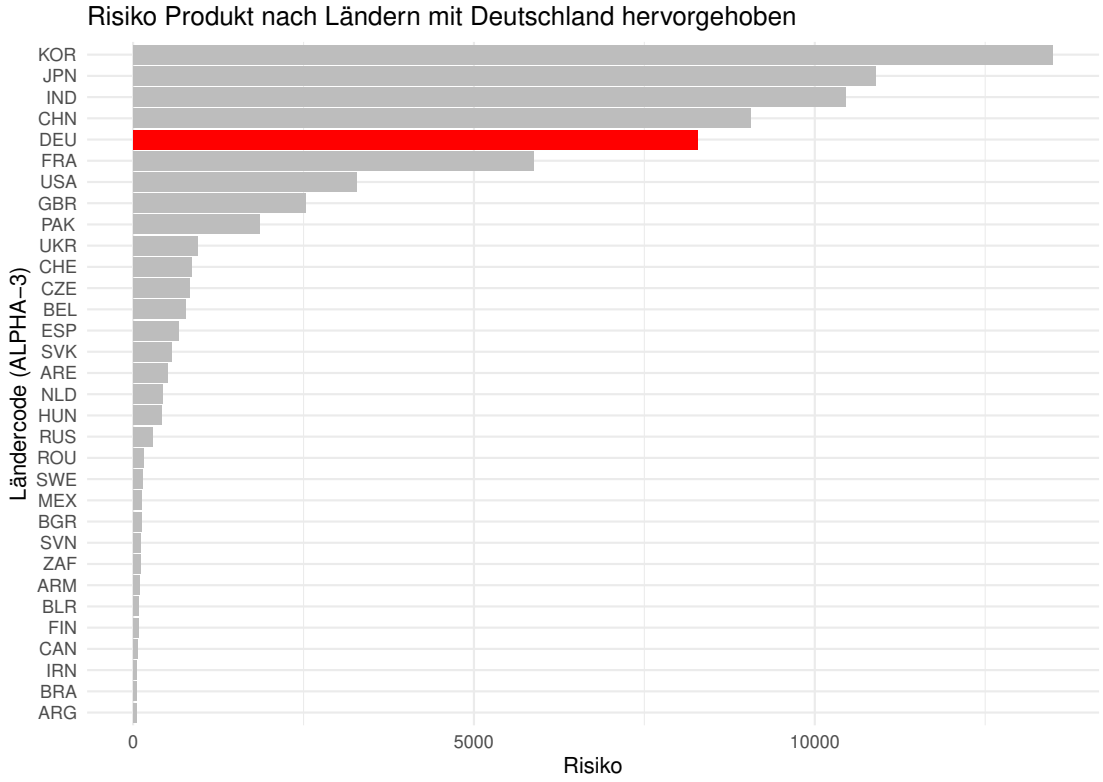


Abbildung 2.2.: Abschätzung des gesellschaftlichen Risikos für Kerntechnische Anlagen

Zur Berechnung und Herleitung der Grafik 2.2 siehe in Anhang III auf Seite 133.

Dieses Ausmaß an Risikogefühl in der Bevölkerung gilt insbesondere auch für Deutschland, wie aus der Abbildung 2.2 zu entnehmen ist. Zwar gibt es Länder, die noch eine deutlich höhere Bevölkerungsdichte besitzen, oder viel mehr Atomkraftwerke auf ihrem Territorium betreiben. Aber aus keinem der Länder ist bisher ein so starke und radikale Anti-Atomkraft-Bewegung bekannt, wie in Deutschland.

Es sollte also nicht im Interesse einer e i n i g e n d e n Bundesregierung sein, diese besondere Form der Polarisierung in unserem Land neu zu entfachen. Unsere Gesellschaft als ganze würde diesmal eine Schaden davon tragen, von dem niemand weiß, wie er jemals

wieder geheilt werden kann. Unsere Gesellschaft ist bereits zutiefst gespalten und steht in den kommenden Monaten vor richtungsweisenden Entscheidungen.

Niemand sollte sich der Illusion hingeben, dass es noch einen anderen Gewinner aus einer immer tiefer gespaltenen Gesellschaft geben könnte, als die erklärten Gegner unserer gegenwärtigen demokratischen Verhältnisse. Und niemand möge glauben, die Herrschaft von Antidemokraten wäre vielleicht nur ein kurzer Spaziergang durch die Geschichte des vergangenen Jahrhunderts. Man schaue nach Polen, nach Ungarn, nach Russland, nach China und leider nun auch auf die USA: Demokratische Grundrechte sind mit einem Handstreich abzuschaffen, aber die Gesellschaften brauchen Jahre, wenn nicht Jahrzehnte, um sie sich zurück zu erobern. In einigen der aufgezählten Länder war das bis heute noch nicht wieder möglich.

Teil II.

Energiewende: Heiz- und Prozesswärme

3. Das Grundproblem

In der „Heizungswende“ hat sich dann die ganze Unfertigkeit der Energiewende offenbart. Während die Stromnetze sich nachvollziehbar über das ganze Land ausbreiten - Stromzähler sind eindeutig immer einem Haushalt zuordenbar -, ist das bei den Heizstellen nicht der Fall. Man kann das als Freiheit des Marktes, oder als Flickenteppich bezeichnen – je nach persönlicher Einstellung. Im Falle der „Heizungswende“ hat sich das als ein entscheidendes Hindernis erwiesen: wo der regionale, oder private Verbrauch an Heizenergie nicht erfasst werden kann, ist auch keine Planung möglich, wie viel Ersatz-Energie – in diesem Falle Strom für die Wärmepumpen – in einer Region zur Verfügung gestellt werden muss, um fossile Energieträger zu ersetzen. Das war und i s t die eine Seite des Problems.

Die andere zeigte sich in der folgender Verkettung unglücklicher Umstände: es gab einen Herbst und einen Winter, in dem das „Heizungsgesetz“ eine alles dominierende, politische Rolle spielte. Nicht nur ein Wirtschaftsminister, der große Teile dieses Gesetz gar nicht selbst erfunden hatte, sondern eine ganze Regierung ist am Ende über diesen Stolperstein gestürzt.

3.1. Zur Erinnerung: worum geht es überhaupt?

3.1.1. Der Stand der Wissenschaft

Die Wissenschaft hat festgestellt (gemessen), dass die Atmosphäre der Erde sich schneller erwärmt, als sie das in der Vergangenheit getan hat. Umgangssprachlich wird das „Klimakatastrophe“ genannt. Viele Menschen glauben, dass wir uns davor schützen sollten. Andere aber glauben nicht, dass der Mensch das Klima verändert hat, oder es Zukunft beeinflussen kann.

In der jüngeren Vergangenheit hat sich eine große Zahl von Ländern bereit erklärt, den Versuch zu unternehmen, den „menschengemachten“ Anteil an der Klimaerwärmung möglichst aufzuhalten. Dazu haben die Länder internationale Abkommen geschlossen. Aus diesen Abkommen ergeben sich am Ende der Kette nationale Gesetzte.

3.1.2. Die Deutsche Traumwelt

In Deutschland heißt eines dieser Gesetze z.B. Gebäudeenergiegesetz.[1] In diesem Gesetz wird geregelt, wie in Deutschland in Zukunft die Gebäude beschaffen sein müssen. Neben einigen anderen Auflagen wird auch bestimmt, wie „klimagerecht“ geheizt werden soll.

Dieses Gesetz wurde 2020 von der Schwarz-Roten Bundesregierung (Kabinet Merkel IV) eingebracht und vom Bundestag verabschiedet.

Im Laufe des Jahres 2023 hat die Ampel (Kabinet Scholz) dieses Gesetz novelliert und in d i e Form gebracht, über die dann so heftig gestritten wurde.

Soweit die Ausgangslage. Es ist hier nicht der Ort und ich bin nicht in der Lage, dieses Gesetz umfänglich technisch und juristische einzuordnen. Dazu muss sich jeder nach seinem Spezialgebiet bitte selbst belesen. Was aber sehr klar aus dem Gesetz hervorging, waren die neuen und zusätzlichen Belastungen. Es sei daran erinnert, dass das Jahr 2023 das zweite Kriegsjahr in der Ukraine war. Die billigen Russischen Gaslieferungen waren gerade Geschichte, die Energiepreise stark gestiegen. Und in dieser Situation kam die Ampel nun auch noch mit dem Ansinnen daher, dass ein ganz großer Teil der Heizungen in den öffentlichen und privaten Gebäude erneuert werden sollten/musste.

Wir stellen noch einmal diese verhängnisvolle Reihung der Ereignisse aus:

1. Jahr zwei der Kriegskosten („Doppelwums“)
2. ein Jahr Energiekriese (LNG)
3. und nun noch ein „gesammtgesellschaftlicher“ Heizungsumbau

Aus dieser Perspektive ist es nicht verwunderlich, dass sich eine sehr große Zahl der Bürger im Land überfordert, gegängelt, überfahren und ausgenutzt fühlten. Noch dazu gab es am Beginn der Wärmewende zu wenig Wärmepumpen[2] und auch die Strompreise für deren Betrieb stiegen unaufhaltsam, weil – wie im Teil I **??** auf Seite ?? beschrieben – auch die Stromwende am verschleppten Netzausbau zu scheitern droht.

Was in dieser ganzen zugespitzten Debatte unterging, war die Frage nach Alternativen; welche wirtschaftlichen Alternativen hatte der Staat, welche hatten die Bürger?

[1] Wikipedia: Gebäudeenergiegesetz [53]
https://de.wikipedia.org/wiki/Geb%C3%A4udeenergiegesetz

[2] Umgangssprachlich ist damit meist die Wärmepumpenheizung gemeint, die in Gebäuden für Heizzwecke eingesetzt wird. [77]
https://de.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rmepumpe

3.1.3. Die Deutsche Realität

Aus dem folgenden Diagramm[3] können wir entnehmen, wie sich der Energieverbrauch auf die einzelnen Volkswirtschaftlichen Sektoren verteilt:

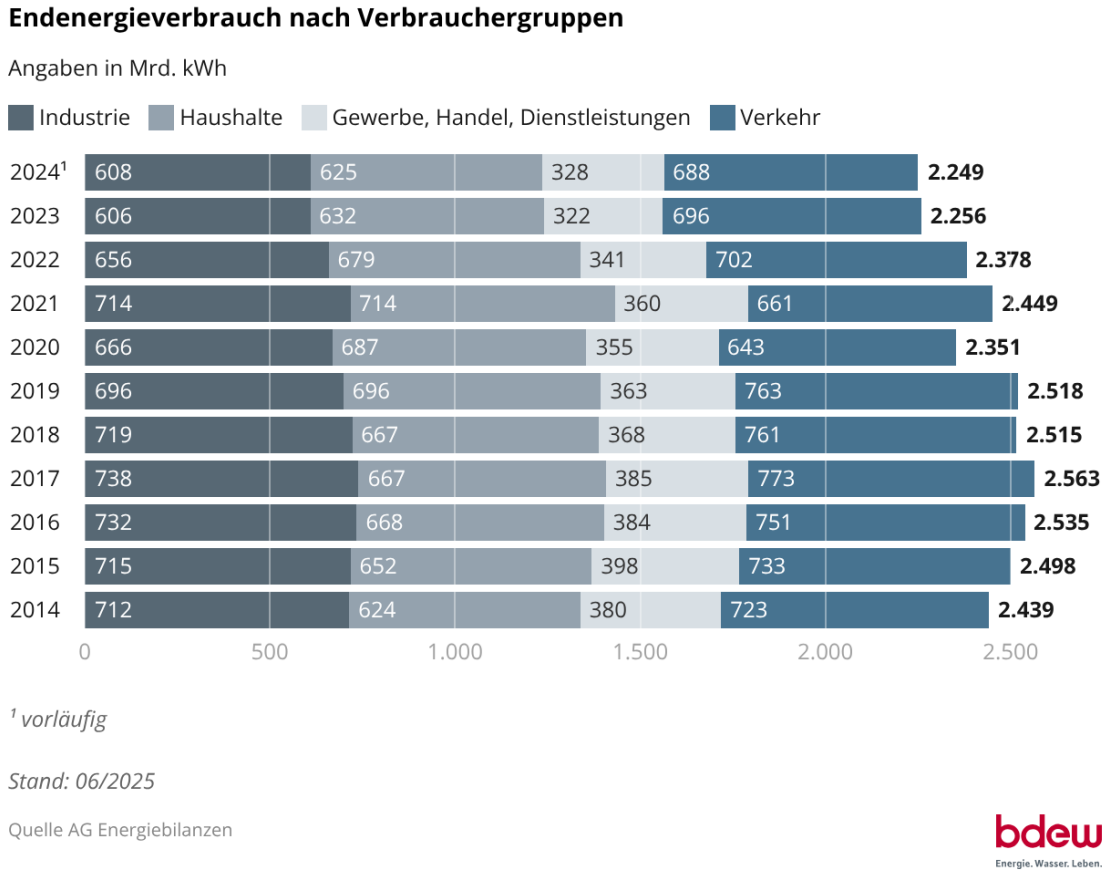


Abbildung 3.1.: Endenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen

Aus den Statistiken des Energieverbrauches wissen wir darüber hinaus, dass in Deutschland mehr als 50% der Energie für W ä r m e e r z e u g u n g genutzt wird.[4]

[3] Ich muss mich an dieser Stelle dafür entschuldigen, dass von nun ab die vorgezeigten Diagramme nicht mehr in einer von mir selbst erstellten konsistenten und leicht wiedererkennbaren Form erscheinen. Der Grund besteht darin, dass ich keinen Zugriff auf die Originaldaten habe und deswegen nur die Bilder aus den Artikeln übernehmen kann.

[4] Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme in [40]
https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltzustand-trends/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme

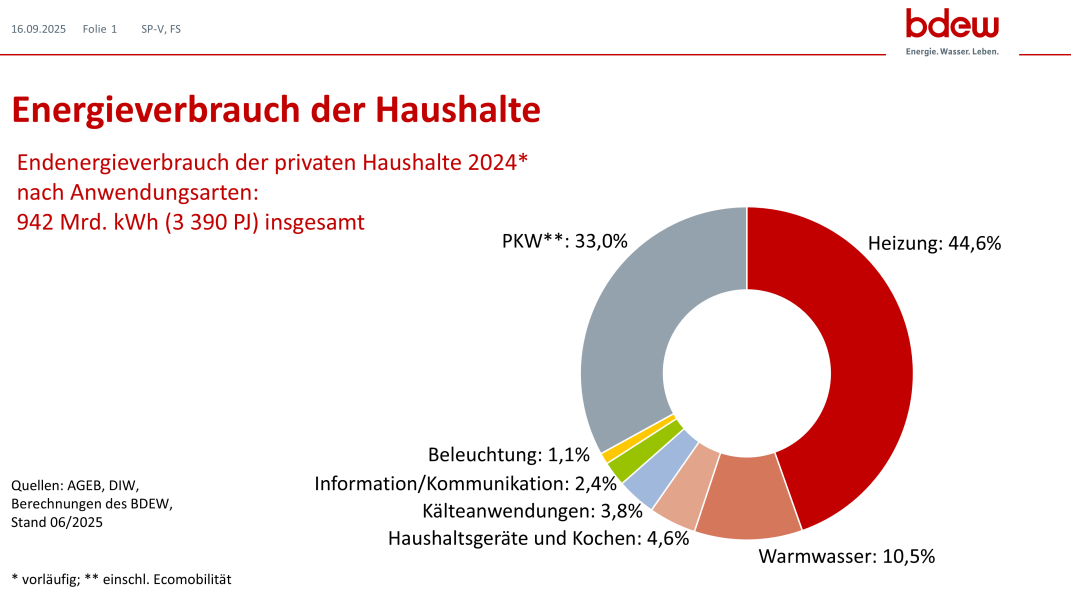


Abbildung 3.2.: Energieverbrauch der privaten Haushalte 2024 nach Verwendungsarten

Was wir aber n i c h t – oder nur sehr unzureichend – wissen, ist, wie sich diese Bedarfe an privater Heizendergie über die Regionen verteilen wo gibt es wie viele

1. Gasheizungen
2. Ölheizungen
3. Fernheizung auf der Grundlage von
   a) Öl
   b) Gas
   c) industrieller Prozesswärme (Kraftwerke, Chemie usw.)

Dabei liegt das doch auf der Hand: jede abgeschaltete Ölheizung, die durch eine Wärmepumpe ersetzt werden soll, braucht zuerst einen Anschluss an das Stromnetz. Und zwar einen Anschluss, der diese Leistungsentnahme auch ermöglicht. Und damit landen wir eben genau bei der Frage des Netzausbaus. Wir könne heute auch sagen: ohne den Netzausbau ist die ganze Wärmewende eine Fahrt ins Blaue, und an den Orten wo es gar nicht geht, weil es kein Netz gibt, sind und waren das falsche Versprechungen.

3.1.4. Fazit

Heute, drei Jahre weiter und nunmehr bedrängt von zwei Kriegen, wissen wir: die Wärmepumpe war so falsch nicht! Es gibt nur wenige Fälle, in denen eine neue Öl- oder Gasheizung wirtschaftlicher ist. Die Heizungsbauer und Monteure sprechen klar davon, dass ihre Kunden in der Mehrzahl weiterhin bei einem Neubau, oder der Sanierung Wärmepumpen ordern, wenn sie die Wahl haben.[5]

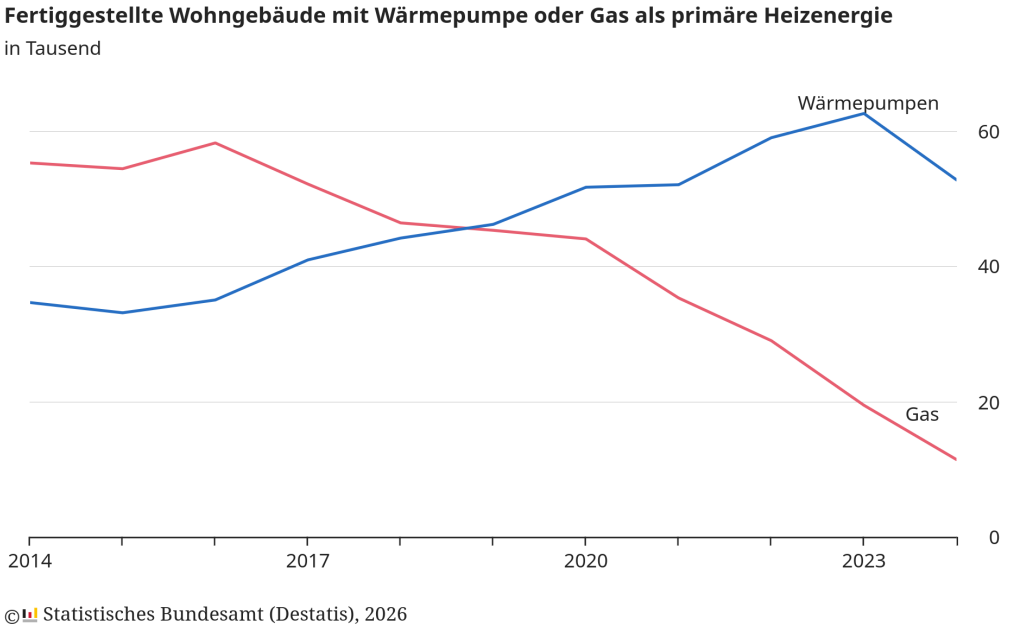


Abbildung 3.3.:
Statistisches Bundesamt: Mehr als zwei Drittel der im Jahr 2024 errichteten Wohngebäude heizen mit Wärmepumpen

Übrig blieb die Überforderung eines Großteils der Bevölkerung – und das war ein gut Stück von dem Hebel, mit dem mit überwältigender Macht ein Regierungswechsel herbeigeführt wurde.

Nun, im Jahre 2026 hat die Bundesregierung ihr Wahlversprechen eingehalten. Zwar hat sie das Heizungsgesetz nicht abgeschafft aber immerhin umbenannt und damit die

[5] Mehr als zwei Drittel der im Jahr 2024 errichteten Wohngebäude heizen mit Wärmepumpen. [9] https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2025/06/PD25_N031_31_51.html

„Freiheit im Heizungskeller“ an den Stammtischen zurück erobert.[6]

Das Wort U n s i c h e r h e i t, ist das häufigste Wort in den aktuellen Antworten eines mittelständischen Heizungsbauers.[7]

Zuverlässige Zahlen dazu, was sich die Bürger und vor allem die privaten Bauherren w ü n s c h e n habe ich leider nicht zu bieten. Ich habe übergreifende Umfragen zu diese Thema nicht gefunden.

3.2. Fakten, Zahlen, Pläne

Wir werden im Folgenden sehen, zu welchen Alternativen die die neuerliche Schwarz-Rote Regierung zu schreiten gedenkt – und wie ihrer Sterne dabei stehen.

Ich hätte an dieser Stelle gerne ein kompakte Zusammenfassung gezeigt, wie der „Wärmemarkt“ in Deutschland „strukturiert“ ist. Also zum Beispiel, wo gibt es welche Wärmeversorgung in unserem Land. Wie hat sich diese Struktur in den letzten 10, 15, 20, 30 Jahren verändert – wenn sie sich verändert hat. Könnte man aus diesen Veränderungen irgendeine Tendenz ablesen? Allein es gibt eine solche Datenbasis nicht – deren Interpretation wäre noch einmal eine ganz andere Sache.

Das es diese Daten nicht in einer Form gibt, die man mit einfachen statistischen Methoden und leichten Diagrammen auswerten könnte, bedeutet aber nicht, dass es diese Daten überhaupt nicht gibt. In Deutschland führen mehr als 7.600 Bezirksschornsteinmeister „Kehrbücher“: keine Heizung ohne einen Abzug der kontrolliert werden muss, keine Heizungsanlage in Deutschland, die ohne eine amtliche Prüfplakette betrieben werden darf. Es scheitert an der Datenerfassung – und mal wieder in Deutschland an der Datenverarbeitung. Das ist nun nicht mehr grotesk, das ist tragisch: da werden Milliarden für eine Energiewende verplant und aufgewendet, aber wir wissen gar nicht was wir eigentlich genau wie ändern wollen, oder müssen. Ein so einfaches weg mit Öl und Gas funktioniert eben nicht. Jeder Ölheizung, jeder Gaskessel, der durch eine andere Heizungsart ersetzt werden soll, hat zur Voraussetzung, dass es den nächsten Energieträger, z.B. Strom, oder Wasserstoff, dort in ausreichender Menge geben muss. Kann das ohne fundierten Plan gelingen? Das darf, das muss leider bezweifelt werden!

[6] Gebäudemodernisierungsgesetz https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/neues-gebaeudemodernisierungsgesetz-2430284

[7] Fokus 11.03.2026 Handwerker zum neuen Heizungsgesetz: „Das alte Gesetz hat mir nicht gefallen, das neue auch nicht“ https://www.focus.de/earth/experten/60-jaehriger-handwerker-ueber-heizgesetz-einziger-vorteil-ist-dass-wir-zeit-gewinnen_a2c78fa2-c219-45ec-a663-042f52729243.html

Schauen wir nach, was sich die Politik dazu auf die Fahnen geschrieben hat. Wir finden z.B.:

> Die Wärmewende[8] ist neben der Stromwende und der Verkehrswende eine der drei Säulen der Energiewende. Ziel der Energiewende ist es, den Verbrauch fossiler Brennstoffe drastisch zu reduzieren oder im Idealfall auf Null zu senken, also Klimaneutralität zu erreichen. Damit soll der mit der Verbrennung von fossilen Energieträgern verbundene Ausstoß von Treibhausgasen beendet und somit die weitere Erderwärmung verhindert werden.

Das war doch schon einmal ein gut klingender und wohlmeinender Ansatz. Aber, bevor wir diesen Ansatz auf seine Tragfähigkeit und vor alle auf sein bisherigen Ergebnisse untersuchen, wollen wir hier darstellen, was uns die Industrie als Grundlage zu Verfügung stellt. Nur weil die Grafiken aus einer privatwirtschaftlichen Quelle stammen, müssen diese ja nicht falsch sein. Im Gegenteil. Ich gehe davon aus, dass sich Herr Schulte sich um seine Daten genau so bemüht hat, wie es jeder andere Wissenschaftler auch tun würde. Allein wir können seine Ergebnisse nicht nachprüfen, weil wir seine Datenbasis nicht kennen – das ist der Mangel, den wir im Kopf behalten müssen.



Abbildung 3.4.: Eckdaten der Untersuchung

[8] Wikipedia: Wärmewende [53]
de.wikipedia.org/wiki/Wärmewende

60% – immerhin so viel ist bekannt – des Energieverbrauchs in Deutschland fallen auf Heizenergie.

Zur Heizungswende können bisher nur Absichtserklärungen und Pläne zusammengetragen werden. Völlig unabhängig von der laufenden Umrüstung auf Wärmepumpen, wo immer das möglich ist, verbleibt eine schier unendliche Zahl Verbrauchsstellen im Dunkel der Kommunalen Datenwüsten.

War und ist der planerische Aufwand bei der Strom-Wende mit fast 700 Regionalversorgern (Referenz!) bisher schon unrealistisch, so übersteigt Allein die Anzahl der Kommunen in denen Wärmeverteilung optimiert werden soll dies Zahl um das vierzehnfache. Es gibt mehr als 10.700 Kommunen.

Damit ist das Grundbproblem eigentlich schon umrissen!

Das Grundproblem der Energiewende war der ungeheure Druck auf die Regierung, der durch die drohende Notlage in der Energieversorgung in der Bevölkerung entstand und nach Kräften von der Opposition im Verein mit antidemokratischen und deutschlandfeindlichen Akteuren innerhalb weniger Monate aufgebaut wurde.

Es lag auf der Hand, dass nach dem Wegfall von Russischem Erdgases und Öl in 2022 das Hauptaugenmerk der Regierung darauf lag, zunächst überhaupt die Versorgung mit Energieträgern sicher zu stellen. Wir wiederholen noch einmal. Das waren in erster Linie:

1. LNG Importe
2. der verstärkte und schnellere Ausbau Erneuerbarer Energie

Was die Ampel bei diesen hauruck Rettungsmaßnahmen übersah, war, dass in dieser Situation und in der verkürzten Zeitspanne einer Anpassung, nicht jeder Energiebedarf mit Strom gedeckt werden konnte – selbst wenn der Strom denn in ausreichendem Maße zur Verfügung gestanden hätte und die Übertragungskapazitäten vorhanden gewesen wären. Zwei wesentliche volkswirtschaftliche Bereiche wurden von diesen Maßnahmen nicht, oder nur unzureichend erfasst:

1. Heizwärme
    a) Wohnen
    b) Öffentliche Einrichtungen
    c) Gewerbe und Industrie Heizung
    d) Prozesswärme[9]

[9]Prozesswärme in benötigter und freigesetzter Form [67]
https://de.wikipedia.org/wiki/Prozessw%C3%A4rme

Für die Wärmeversorgung ist die Ample nicht mehr über das „Heizungsgesetz“ und die Wärmepumpe hinausgekommen. Auch wenn heute, mit einigen zeitlichen Abstand die Erkenntnis lautet, dass die Wärmepumpen die sowohl ökonomisch als auch ökologisch richtige Lösung war , so konnten doch auch mit noch so vielen Wärmepumpen längst nicht aller Heizwärmebedarf gedeckt werden, nicht ein mal im privaten Bereich.

Dies war der entscheidende Abgrund, der die Ampel unter tatkräftiger Mithilfe der Opposition und der FDP, samt gelben Koalitionär verschlungen hat. Wir werden nun im weiteren Verlauf dieses Kapitels sehen, dass die Opposition sich mit dieser Krücke auf die Regierungsbänke gehievt hat, allein keines der genannten Probleme ist dadurch verschwunden, schon gar nicht gelöst. Wenn auch wie vor für den Bereich von Industrie- und Prozesswärme überhaupt nichts als wolkiges Orakeln existiert, hat die jetzige Regierung zusätzlich das selbstgemachte Problem, dass die Bürger mehrheitlich für die Wärmepumpe sind, aber die Förderungen dafür gestrichen wurden. Es ist also nur ein Frag der Zeit, bis in den sich immer weiter aufbauenden Krisen als Nächstes die Heizwärme subventioniert werden muss.

Aber gehen wir bei dieser Betrachtung doch auch lieber ein bisschen systematischer vor:

4. traditionelle Wärmeversorgung

Wenn man sich in unserer aufgeregten Zeit einen Moment zurücklehnt und die „Heizungswende“ mit ein wenig Abstand betrachtet, dann wird man sofort feststellen, dass diesem Sektor des Primärenergieverbrauches eine andere Versorgungs-Struktur zugrunde liegt, als das bei der „Stromwende“ der Fall war. Konnte man bei der Stromwende noch davon ausgehen, dass es für jeder Verbrauchsstelle auch genau einen bekannten Abnehmer gibt und das dessen Verbrauch regelmäßig erfasst wird, dass also „eigentlich“ alle Daten vorhanden sind, auch wenn sie wegen fehlender Infrastruktur nicht zusammengeführt werden können, so potenziert sich das Problem der mangelhaften Datenlage in Bezug auf die Heizstellen.

Dazu muss man keineswegs ein Fachmann sein. Ein Blick in die Vergangenheit reicht aus. Die Geschichte des Heizens ist eine ganz andere als die des Stromverbrauches – und das spiegelt sich in einem strukturellen Problem wieder: geheizt wurde und wird zumeist in regionalen Traditionen, fußend auf den verfügbaren Ressourcen. Und zwar dezentral! Zunächst ganz sicher sogar individuell, bevor sich regionale Strukturen gebildet haben.

Wir meinen damit folgende Banalitäten:

1. nach der offenen Feuerstelle kam der Herd und in der guten Stube der Ofen
2. in ländlicher, waldreicher Gegend wurde mit Holz, andernorts schon sehr früh mit Kohl geheizt

Und nach der ersten individuellen Selbstversorgung mit Brennstoffen, spätestens nach der Enteignung der Almende finden wir folglich:

3. Holzhandel
4. und Kohlenhandel

Es gab keinerlei Notwendigkeit, diese Bedarfe und Verbräuche zentral zu erfassen – von einigen wenigen Krisenzeiten abgesehen, in denen die knappen Ressourcen wenigstens annähernd gleichmäßig verteilt werden mussten.

Natürlich, es gab Händlernetze, aber im Unterschied zu den Stromnetzen waren diese Netze rein informativ. Keine Brikettfabrik stand in direkter Verbindung mit einem Ofen in irgendeiner Wohnung in irgendeinem Winkel irgendeiner Stadt. Es gab kein Gesetz,

welches vorschrieb, dass auch noch die letzte bescheidene Hütte mit einem Energieträger für die Heizung zu versorgen wäre. Wer nicht heizen konnte fror. Und wenn er erfror war das auch nicht an einem Heizzähler abzulesen, der den ganzen harten Winter über still gestanden hat.

Und als dann Öl und Gas kamen, setzten sich die höchst individuellen Traditionen fort. Einen Bruch in dieser regionalen Regellosigkeit gab es allenfalls in den großen Städten mit der Einführung des Stadtgases. Dieses wurde aber historisch zunächst vorrangig als Leuchtmittel verwendet, bevor der Gasherd die Küchen revolutionierte. Und erst nachdem das gefährliche, Monoxid enthaltende Stadtgas durch Erdgas ersetzt wurde begann der Siegeszug der pro Wohnung installierten Gas-Wasser-Heizung in den urbanen Stadträumen. Abgesehen von diesen Heizungsart in den mehrstöckigen Stadthäuser in Blockbebauung und in den sanierten Mietskasernen der Hinterhöfe, gab es nirgendwo die Notwendigkeit einer zentralen Erfassung des Brennstoffverbrauches für Heizung und Warmwasser.

Auf dem Land verdrängte die Ölheizung Holz und Kohle. Die Versorgung und Verteilung übernahm der Markt. War das Öl beim Händler X dieses Jahr zu teuer, kaufte Bauer Krause halt beim Händler Y. Natürlich haben auch Bauern und andere ländliche Betriebe in den letzten fünfzehn Jahren nach alternativen Energieträgern gesucht: Holzpellets-, Stroh- und Biogas-Heizungen haben die regionalen Strukturen verändert. Man kann aber sicher nicht davon sprechen, dass in diesem Bereich eine großflächige Heiz-Energie-Wende stattgefunden hat. Es sind Einzelverbraucher, die auf diese Energieträger ausweichen konnten, wenn sie über die entsprechenden privaten Ressourcen verfügten. Und auch dann, wenn sie es taten, bestand keine Notwendigkeit, dies zentral zu erfassen. Heizen blieb immer und überall Privatsachen.

5. Wärmeversorgung in der Energiewende

Wir erinnern noch einmal daran:

Fakt ist, dass ca. 50 % der fossilen Energieträger in Deutschland für Heizung verbrannt wird. Es ist leider völlig unklar, wie dieser Energiesektor mit Erneuerbarer Energie betrieben werden soll.[1]

5.1. Nah- und Fernwärme

Wir sehen an dieser Stelle davon ab, nun auch noch die Geschichte der Nah- und Fernwärme auszubreiten. Es liegt auf der Hand, dass auch diese sich traditionell regional um Industrieanlagen entwickelte, die Nah-, oder Fernwärme zu vergeben hatten. Diese Strukturen blieben ebenfalls bis in die jüngste Vergangenheit regional und sind in keiner zentralen Statistik ablesbar.

Bevor also heut jemand den Plan fasst, wie er eine industrielle Großanlage so energieeffizient umbaut, dass diese praktisch kaum noch überschüssige Abwärme freisetzt, oder alte Kraftwerke abschaltet, muss er natürlich immer auch nachfragen, was bisher mit dieser „Abfallenergie“ passiert ist. Denn es muss an dieser Stelle Erwähnung finden, dass mit dem Wegfall von Großkraftwerken ebenso in vielen Fällen die Grundlage der bisherigen Fernwärmeversorgung entfällt.

Womit aber können die Lücken der Nah- und Fernwärmeversorgung geschlossen werden, man nicht neben jedes abgeschaltete Atom- oder Braunkohlekraftwerk ein neues Kraftwerk mit einer Gasturbine setzen will?

In der Realität gibt es für den Ersatz der bisherigen Nah- und Fernwärme und dem weiteren Ausbau der Wärmenetze nur allgemeine Pläne für den mittelfristigen Ersatz:

1. Wärmepumpen
2. Nah-, bzw. Fernwärme von neu zu errichtenden Wärmekraftwerken (Blockheizkraftwerke)

[1] Wie gelingt die Dekarbonisierung der Fernwärme? [15]
https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/IMPULSPAPIER_Wie_gelingt_die_Dekarbonisierung_der_Fernwaerme.pdf

3. alternative Heiz- und Wärmespeichermethoden

Und wie die widerspenstige Realität es will, sind dafür wiederum:

4. Stromnetze
5. und/oder Wärmeleitungsnetze notwendig

Die Situation spitzt sich immer weiter auf eine Frage zu; was wir auch immer unternehmen wollen, am Ende steht ein Bedarf an neutzwerken, die es nicht gibt und die es auch ohne Kenntnis und Planbarkeit der Bedarfe nie geben wird!

Anstatt über die Freiheit im bürgerlichen Heizungskeller sollten wir dringen mehr – und vor allem konkreter – darüber reden, wie diese Freiheit – oder besser diese Unabhängigkeit in die Keller zurückkehren könnte: genauer über die Frage was wird der Netzausbau kosten … und wie wollen wir das finanzieren? Die Stimmen zu diesem Thema sind allerorten eher sehr dünn und vage.

5.2. Zustand und Ausblick

Nun, nach diesem kurzen Ausflug in die Geschichte des Heizens ist uns die kleinteilge, regionale Strukturiertheit des Heizungs- und Brennstoffmarktes erklärlich. Das hätte sich auch jeder Politiker in Ruhe bei einem Bier zusammenreimen können.

Was unter dieser Geschichte des Heizens zu Tage tritt, ist ein grundsätzliches planerisches Problem für die Heizwende. Dort wo ein fossiler Energieträger für eine Heizung durch Strom ersetzt werden soll

1. muss der Strom erst mal ankommen
2. dafür braucht der Strom eine Leitung
3. und die muss geplant
4. und gebaut werden

Schon aus diesen vier einfachen Punkten ist ersichtlich, dass es keinen Sinn macht, davon auszugehen, dass jede Öl- und Gasheizung durch Strom ersetzt werden kann. S o stand das natürlich auch nicht im Gesetz. Aber jeder der nun genötigt war in Zukunft beim Heizen auf Gas und Öl zu verzichten, sah sich allein vor die Frage gestellt, wie und ob die neue Logistik für seine Heizstelle vorhanden ist, oder nicht.

Aber wie und vor allem durch wen sollte der Strom bis zu dem willigen Heizungserneuerer gelangen? Wer sollte diese Stromleitungen planen und deren Bau finanzieren, wenn gar nicht ermittelbar ist, welche Stromleitung wo in der nächsten Zeit gebraucht wird.

Wir wollen das Ganze nun nicht zu spannend machen. Natürlich gibt es auch eine Institution in Deutschland, die über jede Deutsche Heizstelle Bescheid weiß: der Bezirksschornsteinfegermeister. Der hat ein Kehrbuch. Darin ist jeder verzeichnet, der eine Heizung betreibt. Möglich, aber nicht zwingend, dass da auch drin steht, womit geheizt wird. Aber der Bezirksschonsteinfegermeister weiß praktisch nichts über den Energieverbrauch seiner betreuten Schäfchen. Und dann sind wir ja immer noch in Deutschland: ein Kehrbuch ist ein Buch und keine Datenbank. Und selbst wenn es eine Datenbank wäre, dann gibt es nicht nur viele verschiedene davon, sondern es gab und gibt auch keinerlei Notwendigkeit, diese Datenberge – ob digital oder auf Papier – miteinander zu verknüpfen.

Bis zu dem Tag, an dem die Heizungswende urplötzlich aus dem Scha1tten des Klimas und der Energiekrisen tritt und sagt: ich hätte da mal folgende Frage: wie viel Energie wird denn in der Gemeinde sowieso voraussichtlich in den nächsten dreißig Jahren benötigt?

Der Bürger soll Plötzlich die Geheimnisse seines Heizungskellers rausrücken? Niemals! Und schon gar nicht in Deutschland. Das geht niemanden etwas an, wie und wie viel ich heize! Demnächst kommt dann noch das Jugendamt und bestimmt, wie warm das Kinderzimmer zu sein hat. Nicht mit mir!

Wir können uns über dieses Problem lustig machen so viel wir wollen, davon verschwindet es aber nicht. Übrig bleibt: der Marsch in die Heizungswende ist eine gut gemeinte und richtige gesamtgesellschaftliche Perspektive, auszulöffeln hatten das die zu oft überforderten Häuslebauer und Sanierer. Was für ein gefundenes Fressen für die Atom-, Öl- und Gas-Populisten, oder sollte ich an dieser Stelle schon Lobbyisten sagen – nein, dass wäre dann möglicherweise ein Unterstellung.

Hätte der neue Kanzler Merz schon 2024 wissen können, dass sich die fossilen Renditen vor Freude über einen Krieg im Persischen Golf überschlagen würden? Sicher nicht. Dass er aber stur immer noch die alten Pläne verfolgt, als würden die Öl- und Gaspreise jemals wieder „normal“ werden, dass kann man mittlerweile als weltfremd, als dumm bezeichnen. Nur, was soll er denn machen? Er hat keinen anderen Plan. Also muss mal wieder das Verschleierungswort „Technologieoffenheit“ seinen Wundernebel über die Zukunft in den Heizkellern verbreiten.

Wir sind aber immer noch nicht ganz fertig mit der Heizungswende. Wir leben trotz allem in einer Demokratie. In der hat nicht der Kanzler und seine Wirtschaftsministerin das sagen. Diese Demokratie ist zersetzt von Gremien, NGO, Vereinen, Verbänden, Ausschüssen und ganz am Ende steht jeweils der Gesetzgeber: der Bundestag – unser Parlament. Eines dieser Organe ist dann natürlich längst vor uns auf die Idee gekommen, dass nur die Kommunen allein, die kleinsten administrativen Strukturen unseres Gemeinwesens eine wirklich fundierten Wärmebedarfsplan aufstellen können. Das Ergebnis ist

das Wärmeplanungsgesetz[2] vom 17.11.2023. Ein Rot-Grüner „Geistesblitz“, oder ein Pfad in eine entkarbonisierte Zukunft? Die aktuelle Regierung hat dieses Gesetz im 27. Mai 2026 novelliert,[3] um vor allem kleineren Kommunen bei der Planung Erleichterung zu verschaffen.

Und natürlich muss es auch eine zentrale Planungsstelle für diese Aufgabe geben. Der Bund hat darür die d e n a[4] geschaffen. Aufgabe der dena ist es, die Länder und Kommunen bei der Kommunalen Wärmeplanung zu beraten und zu unterstützen. Wie schwer und wie zeitraubend diese Aufgabe ist kann man der Abbildung 5.1 auf der nächsten Seite entnehmen.

Sie zeigt den Stand der Bemühungen um eine kommunlae Wärmeplanung im April 2026. Zu diesem Zeitpunkt ist das Wärmeplanungsgesetz zwei Jahre und sieben Monate in Kraft. Man kann sich von dem Standpunkt der dena aus darüber freuen, wie viele Kommunen mit der Wärmeplanung bereits begonnen und wie viele dieses Verfahren sogar bereits abgeschlossen haben. Aus der Perspektive der Energiewende und der Versorgungssicherheit könnte man eine Rechnung aufmachen, wie lange es wohl dauern wird, bis die letzte Gemeinde im letzten Landkreis, ihre Planung abgeschlossen hat.

Und wenn das dereinst tatsächlich der Fall ist, dann ist die ganze Mühe doch längst wieder für die Katz, denn nach den Plänen der neuen Regierung laufen dann schon längst alle neuen Gaskraftwerke und die in der Nähe befindlichen Kommunen müssen nur noch angeschlossen werden; das macht sich ja praktisch von allein! Jede Art von Planung für ein Wärmenetz ist längst wieder obsolet bevor die Planer auch nur den ersten Strich auf das Zeichenbrett gebracht haben. Die 500 Millionen Förderung für die Wärmeplanung – geschenkt, Peanuts. Wir werden in einem Jahr alle der Wirtschaftsministerin von Herzen danken, dass sie endlich wieder für vernünftige Energiepreise in Deutschland gesorgt hat! So verlautet heute ihre Staatssekretärin auf der Wirtschaftstagung Ost – ja ist den heute wirklich schon Weihnachten?

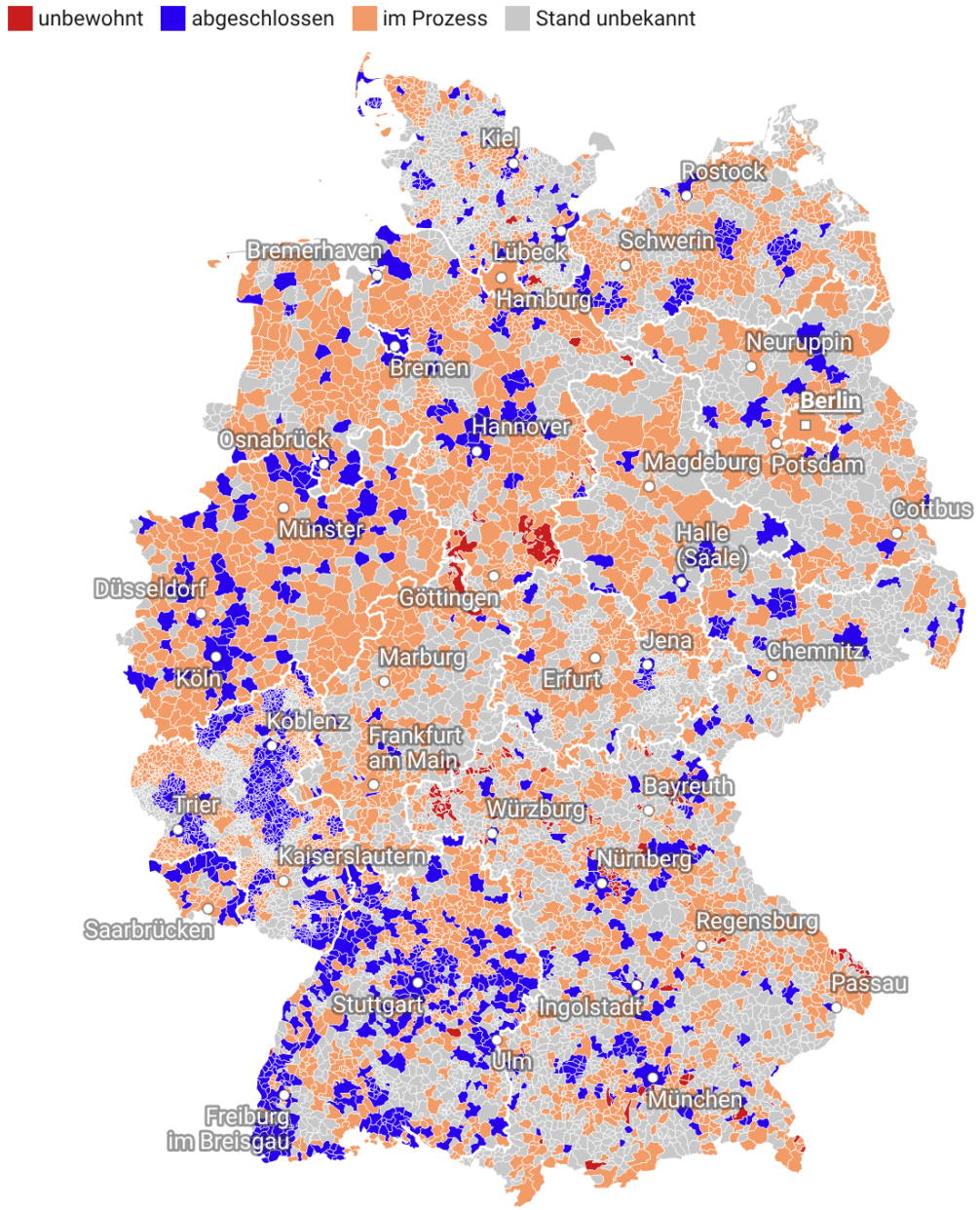
Wir könnten mit diesen neuerlichen Richtungswechseln auch leicht die Aufzählung 4 auf Seite 27 fortsetzen, mit der wir am Beginn des ersten Kapitels gestartet sind. Wir

[2] Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG)
https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html

[3] FAQ zum Wärmeplanungsgesetz (WPG)
https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/FAQ/Waermeplanung/faq-waermeplanung-wpg.html

[4] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) Wikipedia: Die dena firmiert als GmbH. Gesellschafter sind die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, das Bundesministerium für Digitales und Verkehr sowie die dena selbst[68].
https://www.dena.de/

Abb. 109 - Stand der Kommunalen Wärmeplanung (KWP) in Deutschland



Unbewohnte Gemeinden ausgeschlossen.
Aktualisiert: April 2026

Grafik: dena/KWW • Quelle: KWW (2026) • Kartenmaterial: © BKG 2024

Abbildung 5.1.: Stand der kommunalen Wärmeplanung April 2026

würden damit die schon vorhandene Liste von 26 „Wechseln“ um zwei auf dann 28 Beispiele erweitern. Doch was brächte diese Erweiterung noch für einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn? Vielleicht so viel, als einen weiteren Beweis dafür, dass die jetzige Regierung, die so vehement mit dem Anspruch angetreten ist, nun aber endlich alles besser zu machen, dass genau diese Damen und Herren das alte Spiel fortsetzen: wenn wir schon nichts wirklich Besseres hinkriegen, dann können wir wenigsten ändern und umbenennen.

Das Ergebnis ist eine immer weiter um sich greifende Verunsicherung über die weitere Ausgestaltung der Energiewende – und die ebenso wachsende Skepsis gegenüber den Fähigkeiten unserer Regierung überhaupt I r g e n d e t w a s zu einer konstruktiven, zukunftssicheren Lösung dieses durchaus anspruchsvollen Planes unserer Gesellschaft beizutragen.

Wobei – wir verhehlen nun unseren Verdacht nicht länger – es könnte genau so gut das verdeckte Ziel dieser Administration sein, wenn schon nicht die Energiewende abzuwickeln, so doch so viel davon aufzuhalten, als nur geht – und das so lange wie möglich. In der Zwischenzeit wird eine Realität geschaffen, die eine Weiterführung des ursprünglichen Gedankens einer Grünen Energiewende unmöglich macht – und womit genau so schmerzhaft, oder möglicher Weise noch verhängnisvoller für die Zukunft der Energiepreise: eine größtmögliche Abhängigkeit von den Fährnissen der monopolisierten Energiemärkten zementiert wird.

6. Alternativen zur Strom- und Heizungswende

In den laufenden Diskussionen werden ständig wiederkehrend folgende Alternativen aufgeführt:

1. eigene Bodenschätze als Energiequellen
   a) Braunkohle
   b) Steinkohle
   c) Gas, Öl & Fracking
   d) Biogas
   e) brauchen Gaskraftwerke keine neuen Übertragungs- und Verteil-Netze?
   f) Geothermie
   g) Wasserkraft
   h) Stromspeicher
   i) Uranbergbau
   j) Brutreaktor
2. exterritoriale Ressourcen
   a) Öl
   b) Gas
   c) Kernbrennstoffe

6.1. Eigen Bodenschätze als Energiequellen

6.1.1. Braunkohle

In Deutschland lagerten 2014 etwa 36,3 Milliarden Tonnen Braunkohle, die zu gegenwärtigen Preisen und mit dem heutigen Stand der Technik gewinnbar wären. Damit würden die Vorräte bei konstanter Förderung noch für etwa 203 Jahre ausreichen.[1]

[1] Siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Kohle/Tabellen_und_Grafiken Abschnitt Braunkohle [60]

Allerdings gehört zu diese Art der Energiegewinnung gesellschaftliche Folgekosten, die in den gegenwärtigen Preisen n i c h t enthalten sind:

1. Umweltbelastung durch CO_2
2. Kosten für CO_2 Ausgleichszertifikate
3. Landverlust
4. Folgen für Grundwasser und Landwirtschaft
5. Kosten für Entschädigungen und Umsiedlungen
6. Folgeschäden durch Klimaveränderungen

6.1.2. Steinkohle

Deutschland verfügt über in 2022 bekannte Ressourcen von 83 Mill. Tonnen, davon werden 21 Mill. Tonnen als reale Reserve angesehen. Bei einem jährlichen Verbrauch von 42 Mill. Tonnen würde die reale Reserve den Bedarf für ein halbes Jahr abdecken.[2]

Für eine kurzfristige Nutzung heimischer Steinkohle fallen ebenso Folgekosten an:

1. Umweltbelastung durch CO_2
2. Kosten für CO_2 Ausgleichszertifikate
3. Folgeschäden durch Klimaveränderungen

Eine andere Quelle führt dazu an:

> Deutschland verfügt über etwa 83 Gt Steinkohlenressourcen, die derzeit allerdings nicht wirtschaftlich gefördert werden können. Die Steinkohlenreserven sind im Inland somit erschöpft, der Rohstoff wird vollständig aus dem Ausland bezogen.[3]

6.1.3. Gas, Öl & Fracking

Erdgas, Fracking

Es gibt unter Deutschem Boden durchaus förderwürdige Mengen von Erdgas. Aber:

[2] a.gl.O. Abschnitt Steinkohle

[3] Daten und Fakten zu Braun- und Steinkohlen 28/2021 in 2.2 Ressourcen und Reserven [33] https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/1410/publikationen/2023-01-05_texte_28-2021_daten_fakten_braun-_und_steinkohle.pdf

> Derzeit ist Fracking in nicht-konventionellen Lagerstätten in Deutschland nach § 13 a Wasserhaushaltsgesetz (WHG) verboten. Mit der Neuregelung im WHG wurde 2016 festgelegt, dass vier nicht-wirtschaftliche Erprobungsmaßnahmen durchgeführt werden dürfen und im Jahr 2021 die Angemessenheit des Verbotes durch den Bundestag zu überprüfen ist. Keine der vier möglichen Erprobungsmaßnahme wurden durchgeführt und eine Neubewertung durch den Bundestag ist bisher nicht erfolgt.[4]

Allerdings, wenig weiter am gleichen Ort:

> Für Deutschland geht man unter konservativen Annahmen von einem technisch förderbaren Schiefergasvolumen in Tiefen zwischen 500 Metern (m) bis 5.000 m im Mittel von 940 Milliarden Kubikmetern (Mrd. m^3) aus.
>
> ...
>
> Der Verbrauch an Erdgas lag in Deutschland bei ca. 104 Mrd. m^3 im Jahr2021 [BVEG 2022].

Damit würde mit einfachen Grundrechenarten das Schiefergas unter Deutschem Boden für ca. 10 Jahre ausreichen. Es ist deshalb angesichts der aktuellen weltpolitischen und -wirtschaftlichen Entwicklungen nicht recht einzusehen, warm sich Deutschland diese Reserven nicht erschließen sollte. Immerhin gäbe es dann – selbst wenn man die Vorräte nicht sofort im vollen Umfang nutzt – eine mehr als ausreichende nationale Reserve, um noch kritischere Weltlagen zu überbrücken.

Erdöl

> Zum 31. Dezember 2024 hatte Deutschland 21,1 Mio. Tonnen Erdölreserven, die sicher oder wahrscheinlich förderbar sind. Das reicht rechnerisch für die kommenden 13 Jahre, um die Förderung auf dem heutigen Niveau zu halten.
>
> Tatsächlich stellen diese Reserven aber nur einen Teil des insgesamt vorhandenen Potenzials dar. Hinzu kommen Ressourcen, die derzeit nicht wirtschaftlich gewinnbar oder geologisch noch nicht exakt erfasst sind.[5]

[4] Fracking zur Schiefergasförderung in Deutschland [19]
https://www.uba.de/n101786de

[5] Erdölreserven [7]
https://www.bveg.de/die-branche/statistik/erdoelreserven/

Es ist also auch eine Abstinenz von d i e s e r Energiequelle allenfalls mit ideologischen Vorbehalten erklärlich.

Leider gibt es zur folgenden Quelle keine statistischen Grunddaten (Tabellen), so dass ich ein Bildschirmfoto minderer Qualität hier einfüge.

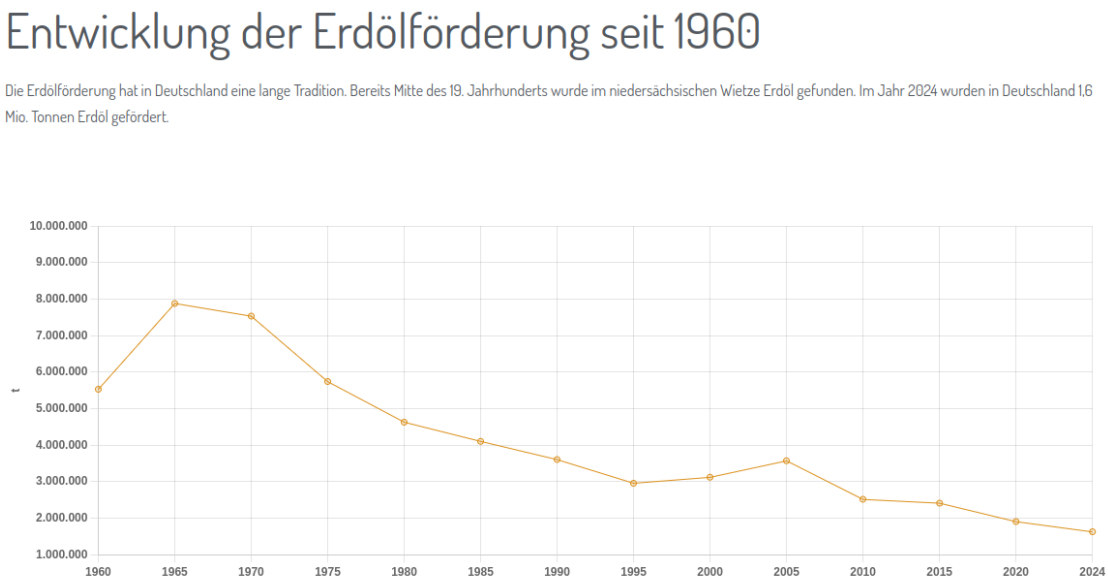


Abbildung 6.1.:
Entwicklung der Erdölförderung in Deutschland seit 1960
`Die Erdölförderung hat in Deutschland eine lange Tradition. Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts wurde im niedersächsischen Wietze Erdöl gefunden. Im Jahr 2024 wurden in Deutschland 1,6 Mio. Tonnen Erdöl gefördert.`

Biogas

> Biogasanlagen leisteten einen signifikanten Beitrag zur grünen Stromerzeugung, indem sie rund 11% des aus erneuerbaren Energien generierten Stroms lieferten.
> ...
> Die für die Versorgung dieser Anlagen benötigte Anbaufläche umfasste 1,268 Millionen Hektar, was etwa 10,6% der als Ackerland genutzten Flächen in Deutschland entspricht und die Bedeutung der Landwirtschaft im Kontext der Biogasproduktion hervorhebt.

...
Die politischen Rahmenbedingungen, insbesondere das EEG, spielen eine entscheidende Rolle bei der Bewältigung dieser Herausforderungen, indem sie Anreize für die Nutzung alternativer Substrate und die Implementierung effizienterer Technologien bieten.[6]

6.1.4. Geothermie, Wasserkraft, Stromspeicher

6.1.5. Uranbergbau

Auch in Deutschland gibt es Vorkommen von Uranerz. Sowohl in West- als auch in Ostdeutschland wurde früher Uranbergbau betrieben. Während die Förderung beispielsweise im Schwarzwald eher geringen Umfang hatte, trug der Abbau durch die Wismut AG („Sowjetisch-Deutsche Aktiengesellschaft Wismut“) in Sachsen und Ostthüringen in nicht unerheblichem Maße zur damaligen Weltproduktion an Uran bei. Alle Minen wurden ab 1990 geschlossen; heute findet in Deutschland kein Uranabbau mehr statt. Gründe für die Schließung waren Unwirtschaftlichkeit, zurückgehender Uranbedarf nach dem Ende des Kalten Krieges sowie die Folgeschäden des Uranbergbaus für die Umwelt, deren Beseitigung noch heute nicht abgeschlossen ist. Die Unwirtschaftlichkeit des deutschen Uranabbaus war dabei unter anderem durch den relativ geringen Urangehalt im Erz bedingt. Generell gilt, dass die Urangewinnung aus niedriger konzentrierten Erzen („Armerz“) nicht nur aufwändiger ist, sondern auch mehr (radioaktiven) Abraum verursacht, der potenziell umweltgefährdend ist.[7]

Man kann – oder muss? – das obige Zitat, wohl auch mit einigermaßen gutem Gewissen so interpretieren, dass selbst unter widrigsten Bedingungen und langanhaltenden Krisen eine Wiederaufnahme des Uranbergbaus zur Energiegewinnung in AKW unrealistisch ist.

6.1.6. Brutreaktor

Zum Thema Brutreaktor [48] zur künstlichen Erzeugung von Kernbrennstoffen für AKW ist das Wesentliche schon unter Punkt 10d auf Seite 76 im Zusammenhang mit den SMR

[6] Biogas in Deutschland [31]
URLhttps://erneuerbare-energien-aktuell.de/bioenergie/biogas/biogas-in-deutschland/

[7] Uran als Kernbrennstoff: Vorräte und Reichweite [14]
https://www.bundestag.de/resource/blob/509082/5594603c3ecf27933ad76d31faf89c27/uran-als-kernbrennstoff-data.pdf

gesagt.

Für besonders kritische Leser wollen wir an dieser Stelle noch einmal auf die speziell deutschen Erfahrungen mit dieser Technologie verweisen.[8,9,10]

6.2. exterritoriale Ressourcen

6.2.1. Öl

6.2.2. Gas

6.2.3. Kernbrennstoffe

6.3. Fazit der Alternativen

[8] ebd. Fußnote 25 auf Seite 76

[9] Kernkraftwerk Kalkar [56]
https://de.wikipedia.org/wiki/Kernkraftwerk_Kalkar

[10] Der Schnelle Brueter SNR 300 im Auf und Ab seiner Geschichte [22]
https://publikationen.bibliothek.kit.edu/270032042

Teil III.

Verkehrswende

7. Verkehrswende

Wir erinnern am Beginn dieses Kapitels daran, was wir bereits in der Einleitung der 1 auf Seite 13 entnehmen konnten: der Verkehrssektor beansprucht 27% der national verbrauchten Primärenergie. Grund genug, dass wir diesen Sektor nicht stillschweigend übergehen können.

Aber dieses Kapitel beginnt mit einer großen Unsicherheit: hat es eigentlich überhaupt jemals einen konkreten und umfassenden politischen Plan einer Bundesregierung zu einer Verkehrswende gegeben? Also wir meinen hier einen P l a n und nicht den vielen wolkigen Worte, denen man zu diesem Thema allerorten begegnen kann; oder denen auszuweichen mittlerweile nahezu unmöglich ist.

Was soll das überhaupt sein: eine Verkehrswende?

Die Verkehrswende[1] [2] umfasst im Gegensatz zu Strom- und Heizungswende nicht nur den Wechsel von Brennstoffen zum Betrieb der Anlagen. Die Verkehrswende ist eine viel breiter aufgestellte gesellschaftliche Transformation, als die beiden bisher betrachteten Sektoren der Energiewende. Nichtsdestotrotz ist der Beitrag enorm, den die Verkehrswende zur Substitution fossiler Energieträger leisten muss. Wir erinnern uns an dieser Stelle noch ein weiteres mal an den Verbrauch von Primärenergieträgern in den einzelnen Volkswirtschaftlichen Sektoren! (Siehe 2 auf Seite 18 ff).

Weil wir alle zusammen jeden Tag auf den Straßen und Schienen unterwegs sind und – aktuell im Juni 26 – mit jeweils deutlich herabgezogen Mundwinkeln zur Kasse an den Tankstellen schreiten, sind wir auch alle Spezialisten der Verkehrswende – egal, ob wir

[1] Als Verkehrswende, auch Mobilitätswende, wird der gesellschaftliche, technologische, planerische und politische Prozess bezeichnet, Verkehr und Mobilität auf nachhaltige Energieträger, sanfte Mobilitätsnutzung, geringeren Flächenverbrauch und eine Vernetzung verschiedener Formen des Individualverkehrs und des öffentlichen Personennahverkehrs umzustellen. Sie beinhaltet auch einen kulturellen Wandel, eine Umverteilung des öffentlichen Raums[1] und eine Umleitung von Geldströmen. Eine solche Verkehrswende bezieht auch den Güterverkehr ein. Die Verkehrswende stellt eine Gegenbewegung zur Autozentriertheit aus der Mitte des 20. Jahrhunderts dar[2], die zum Beispiel in Form der autogerechten Stadt ausgeführt wurde. [75]
https://de.wikipedia.org/wiki/Verkehrswende

[2] Klimaschutz im Verkehr [8]
https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-im-verkehr-nationale-ziele-im-kontext

nun für oder gegen jeden einzelnen Punkt der folgenden Liste sind; es ist unser tägliches Schlachtfeld, die alltägliche Kampfbahn, auf der wir uns behaupten müssen, wenn wir unsere Ziele erreichen wollen. Und: die Toten in dieser Arena sind ebenso real, wie jene einst im Sand von Rom.

Deswegen ist es sicher nicht falsch, wenn ich uns alle als „Verkehrsspezialisten“ sehe, die mit Leichtigkeit einen ganzen Katalog hass-geliebter Schlagwort zu diesem Komplex aus dem Ärmel schütteln können. Und mit einer solchen Liste gefühlter „Wahrheiten“ wollen wir dieses Kapitel beginnen:

Aufz. 21: Liste der Instrumente für eine Eniergie-Verkehrswende

1. Tempolimit
2. E-Mobilität
3. Verbrenner Aus
4. Verhältnis Schiene/Straße
5. Entwicklung des Bundesverkehrswegeplanes
6. Benzinpreis, Strompreis, Agrardiesel
7. Luftverkehr
8. Zusammenhang Verkehrswege und Wirtschaftsentwicklung – Industriepolitik/Industrielle Entwicklung
9. Verhältnis Individualverkehr zu Gütertransport
10. ÖPNV
    a) Preise
    b) Subventionen, woher kommen die Mittel
    c) Ausbau der Trassen
    d) Vorfahrt ÖPNV?
    e) Entflechtung der Verkehrsarten
    f) Deutschlandticket/Deutschland-Takt
11. Zukunft der Arbeit
    a) gehen die Menschen noch zur Arbeit
    b) oder kommt die Arbeit zu den Menschen
12. Moblitätsanspruch
13. Hierarchie der „Wende-Arten“ was ist wichtiger: Heizung, oder Verkehr
14. und überhaupt: sollen doch erst mal die Anderen machen! Wieso immer ich?

Was für ein kunterbuntes Sammelsurium von Problemen und Parolen! Der Blutdruck an den Stammtischen schießt allenfalls noch bei der Frage: „wie hältst du es mit Russland, mein Freund …“ steiler in die Höhe – nun gut, wir haben den Heizungskeller unterschlagen.

Wir lassen uns hier selbst den flapsigen, spöttischen Ton durchgehen, denn die gefühlte Wahrheit ist: seit mehr als zwanzig Jahren ist noch jeder Verkehrsminister und mit ihm jede Regierung daran gescheitert, eine Verkehrswende „auf die Schiene zu setzen“. Selbst die kühnsten Ideen und auch die kleineren Notwendigkeiten sind an den PS-Mogulen gescheitert: Deutschland ist ein Autoland! Daran hat sich zum Preis unserer Existenz n i c h t s zu ändern – und ganz so falsch ist diese Parole ja nicht. Die Ursachen dafür sind jedoch nicht nur bei der jeweiligen amtierenden Regierung zu suchen, sie reichen quasi bis in die letzte/erste Geburtsstunde unseres Gemeinwesens im vergangenen Jahrhundert zurück: nur ein mobiler Deutscher ist guter Deutsche und mithin ein überlegener Zeitgenosse.

Wer schneller sein will als alle anderen, muss Automobilist sein. Egal, was es kostet, lieber hacken wir uns die eine oder andere Technische Innovation ab, als dass wir auch nur über ein PS weniger in unsrem nächsten, rollenden Schatzkästchen ernsthaft nachdenken würden. Das hat natürlich seinen Preis. Nicht nur im privaten Portemonnaie, wir dürfen an dieser Stelle nicht vergessen die Toten zu zählen und welchen Aufwand es kostet, diese Kollateralschäden bei Tempo 230 zu minimieren.

Nach diesen grundsätzlichen Zweifeln zurück zum obigen Stichwortkatalog 21 auf der vorherigen Seite. So viele Fragen und es reicht eine einzige Antwort[3]:

> Kurzbeschreibung:
>
> Klimaschutz im Verkehr: Nationale Ziele im Kontext europäischer Vorgaben und Roadmap für das Erreichen der Treibhausgasneutralität unter Berücksichtigung der Schiene und des ÖPNV
>
> Die Analyse der europäischen und nationalen Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrssektor zeigt, dass der Schwerpunkt auf der Antriebswende liegt, während die Verkehrswende durch finanzielle Instrumente unterstützt wird. Die EU strebt mit dem Klimaschutzgesetz und dem „Fit for 55“-Paket eine Reduktion der Treibhausgasemissionen (THG) um 55 % bis 2030 und Klimaneutralität bis 2050 an. Deutschland ergänzt diese Ziele durch das Klimaschutzgesetz, das eine THG-Minderung von 65 % bis 2030 und Klimaneutralität bis 2045 vorsieht. Maßnahmen wie die nationale CO -Bepreisung, ETS II, die Treibhausgas-Quote (THG-Quote), Flottenzielwerte, sowie der Ausbau der Schieneninfrastruktur sollen zur Erreichung der Klimaziele beitragen, indem sie die Elektrifizierung des Verkehrssektors vorantreiben.

[3] Wir zitieren hier das Umweltbundesamt im vollständigen Wortlaut die Kurzfassung aus dem Zwischenbericht „Klimaschutz im Verkehr: Nationale Ziele im Kontext europäischer Vorgaben und Roadmap für das Erreichen der Treibhausgasneutralität unter Berücksichtigung der Schiene und des ÖPNV“ ebd. Fußnote 2 auf Seite 111

Eine zentrale Herausforderung bleibt die Verzahnung von Antriebs- und Verkehrswende. Die Antriebswende setzt auf emissionsfreie Fahrzeuge, wobei der Hochlauf der Elektromobilität durch politische Rahmenbedingungen, Fördermaßnahmen und den Ausbau der Ladeinfrastruktur unterstützt wird. Prognosen deuten jedoch auf eine deutliche Verfehlung der Klimaziele im Verkehr hin. Die Elektrifizierung, insbesondere auch im Bereich schwerer Nutzfahrzeuge, und der Ausbau der dafür notwendigen öffentlichen Ladeinfrastruktur sollte daher beschleunigt werden.

Die Verkehrswende konzentriert sich auf eine Verlagerung von Pkw- und Lkw-Verkehr auf nachhaltigere Verkehrsmittel sowie auf Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung. Von zentraler Bedeutung ist der Erhalt und die Modernisierung der bestehenden Schieneninfrastruktur (inkl. Steigerung der Netzkapazität auch durch Digitalisierung von Strecken und Fahrzeugen). Auf regionaler und lokaler Ebene sind der Ausbau der ÖPNV-Angebote und der Radinfrastruktur wichtige Stellhebel. Hohe Investitionsbedarfe und ein zunehmender Fachkräftemangel sind da bei große Herausforderungen. Über die Straßenverkehrsordnung (StVO) schafft der Bund auch gesetzliche Rahmenbedingungen für Maßnahmen in Kommunen. Schließlich sind die nutzungsbezogenen Kosten und hier insbesondere Kostenunterschiede zum Pkw- bzw. Lkw-Verkehr wichtige Ansatzpunkte für die Verlagerung von Pkw- und Lkw-Fahrten.

Die positiven Wechselwirkungen zwischen EU-weiten und nationalen Maßnahmen sind entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung der Klimaziele im Verkehrssektor. EU-Regulierungen wie die AFIR, die CO -Flottengrenzwerte oder das ETS II setzen Rahmenbedingungen, die national durch Förderprogramme, Steueranreize und Infrastrukturmaßnahmen ergänzt werden müssen. Die nationale Umsetzung dieser Vorgaben z.B. durch die THG-Quote, und ergänzende Maßnahmen bietet Spielraum, die Maßnahmen ambitionierter zu gestalten und spezifische Anforderungen des jeweiligen Landes zu berücksichtigen. Gleichzeitig zeigt sich, dass Zielkonflikte und Defizite, etwa im Ausbau der Lade- und Schieneninfrastruktur oder bei der Einführung klimafreundlicher Technologien, sowohl auf EU- als auch auf nationaler Ebene koordiniert angegangen werden müssen.

Die Analyse der derzeitigen politischen Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen (THG) im Verkehrssektor zeigt eine signifikante Zielverfehlung ggü. den im Bundes-Klimaschutz festgelegten Jahresemissionsmengen. In den Szenarien MMS und MWMS des Projektions berichts 2024 wird zwischen 2021 und 2030 ein Rückgang der verkehrsbedingten Emissionen um etwa 24 % ermittelt. Diese Reduktion reicht nicht aus, um die für den

Verkehr im Bundes-Klimaschutzgesetz festgelegten Jahresemissionsmengen einzuhalten. Für das Jahr 2030 wird eine THG-Lücke von rund 29 Mio. t CO -Äquivalenten erwartet, mit einer kumulierten Zielverfehlung von 180 Mio. t (MMS) bzw. 176 Mio. t (MWMS) CO -Äquivalenten im Zeitraum 2021–2030.

Auch andere Trendszenarien bestätigen diese Einschätzung. Das TREMOD-Trendszenario zeigt ähnliche langfristige Entwicklungen, geht jedoch für 2030 von einer noch geringeren Reduktion aus (125 Mio. t CO -Äquivalente verbleibend). Die Verkehrsprognose 2040 rechnet mit einer Minderung der Emissionen bis 2040 um 77 % gegenüber 1990 bzw. 78 % gegenüber 2019 – vergleichbar mit den Werten des Projektionsberichts 2024 (-80 % gegenüber 1990).

Zusammenfassend bleibt mit den bestehenden Maßnahmen eine substanzielle Emissionslücke im Verkehrssektor bestehen. Je nach Szenario beträgt diese im Jahr 2030 zwischen 29 und 43 Mio.t CO -Äquivalente. Ohne zusätzliche Maßnahmen kann weder das Klimaziel 2030 noch die angestrebte Treibhausgasneutralität bis 2045 erreicht werden. Der Verkehr trägt gleichzeitig unterproportional zur Erreichung des ESR-Ziels bei, welches laut Projektionsbericht 2024 auch insgesamt deutlich verfehlt wird. Im MMS resultiert für den Zeitraum 2021-2030 insgesamt eine kumulierte Lücke von 126 Mio. t CO2-Äq.

Der Straßenverkehr ist in allen betrachteten Szenarien mit einem Anteil von aktuell 97–98 % der Hauptverursacher verkehrsbedingter Emissionen. Trotz eines überproportionalen Rückgangs sinkt sein Anteil bis 2050 nur auf 82 % (Projektionsbericht 2024) bzw. 86 % (TREMOD). Demgegenüber haben der Schienenverkehr, die Binnenschifffahrt und der innerdeutsche Luft verkehr mit jeweils etwa 0,5–1 % einen nur geringen Anteil an den Emissionen und somit eine geringe Relevanz für die THG-Ziellücke.

Zusätzliche Maßnahmen könnten gezielt an den Schnittstellen von EU-Vorgaben und nationaler Umsetzung ansetzen, um Synergien zu nutzen. Nationale Förderprogramme für Elektromobilität könnten gezielt mit sozialen Ausgleichsmaßnahmen kombiniert werden, um eine gerechtere Verteilung der Kosten sicherzustellen. Eine verstärkte Förderung des Schienennetzes und des ÖPNV, insbesondere durch eine langfristige Finanzierung im Einklang mit EU-Zielen wie dem Green Deal, ist ebenfalls essenziell. Hier könnten zusätzliche EU-Mittel wie aus dem Connecting Europe Facility (CEF) Fonds oder aus REPowerEU genutzt werden. Auch die Ausweitung der LkwMaut auf alle Straßenklassen sowie die Einführung einer fahrleistungsabhängigen Pkw-Maut sind denkbare Schritte, die mit EU-rechtlichen Rahmenbedingungen kompatibel

> sind und gleichzeitig nationale Einnahmen zur Förderung klimafreundlicher Alternativen generieren könnten. Nur durch eine enge Abstimmung und gegenseitige Verstärkung von Maßnahmen auf beiden Ebenen lassen sich die ambitionierten Klimaziele effektiv und sozialverträglich erreichen.

Dieses Urteil einer Bundesbehörde[4] – und nicht etwa einer idologisch verblendeten NGO – ist an Klarheit, Deutlichkeit und an Vernichtungswillen bisherigem politischen Handelns, nicht zu übertreffen, es sei denn man liest die ganzen 139 Seiten.

Auch wir haben dieser „Kurzfassung“ des Deutschen Elends nur einige wenige Anmerkungen hinzuzufügen.

Aufz. 22: Investitionsrahmenplan für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes

1. Darin finden wir, dass bis 2030 rund 50 Mrd. € für die Straßen und ca. 100 Mrd. € für die Bahn ausgegeben werden.
2. Der Wehrmutstropfen: in diesem Pland stehen ca. 1000 km neu Autobahnen und Fernstraßen
3. aber 0 km Streckenneubau Bahn[5]
4. Kein Wort Wort zum Brenner-Basistunnel[6]
5. und ebenso trübes Schweigen zur deutschen Hinterland-Anbindung an der festen Fehmarnbelt-Querung.[7]

Wie aber soll der Nord-Süd-Transit auf den Straßen eingedampft werden, wenn es keine Schienen gibt? Könnte es sein, fragen wir deshalb ratlos und hinter vorgehaltener Hand, dass auch die aktuelle Bundesregierung wieder ihr Heil vor dem Verkehrskollaps im Ausbau des Straßennetzes sucht und n i c h t auf der Schiene?

[4] Herausgeber: Das Internetangebot wird herausgegeben von: Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN), dieses vertreten durch den Präsidenten des Umweltbundesamtes. ebd. Fußnote 2 auf Seite 111

[5] Das bedeutet nicht unbedingt, dass vielleicht keine neuen Streckenabschnitte der Bahn gebaut werden, allein der Plan listet eine Menge Baustellen und sonstige Vorhaben auf, aber eben keinen Streckenneubau. Dabei weiß jeder Fern-Bahnfahrer, dass sich ohne Neubau nichts ändern k a n n, denn ganz egal, wann wo und aus welchem Grund irgendwo ein Zug liegen bleibt: in Ermangelung von Ausweichstrecken, müssen alle nachfolgenden Züge ebenfalls warten. ebd. Fußnote 7 auf Seite 111

[6] Der Brenner-Basistunnel wird mindestens 16 Jahre später fertig als ursprünglich geplant war. [4]
https://www.br.de/nachrichten/bayern/brenner-basistunnel-megaprojekt-verzoegert-sich-16-jahre,V8kTeWG

[7] Dass die Verbindung wie geplant 2029 freigegeben werden kann, ist allerdings unwahrscheinlich. Die Bauarbeiten am Fehmarnbelt-Tunnel verzögern sich. Nach derzeitigem Stand werden der neue Fehmarnsund-Tunnel und die Anbindung des Bauwerks, insbesondere die Bahntrasse, nicht vor 2031 fertig. Das bestätigte das Bundesverkehrsministerium und nannte als Grund vor allem Vorgaben im Planungsprozess. [28]
https://www.adac.de/news/fehmarnbelt-tunnel/

Und: sollen wir an dieser Stelle noch einmal nach einem Tempolimit auf Autobahnen zur Verminderung des Energieverbrauches fragen. Wir lassen das. Jeder von uns hat schon hunderte Für und Wider gelesen. Es ist zu lächerlich!

Nun ist aber auch uns nicht verborgen geblieben, dass in Deutschland der Neubau von Eisenbahnstrecken unmöglich ist. Deutschland ist zu dicht besiedelt! Jeder Quadratmeter Gartenland wird bis zur letzten Patrone verteidigt. Und was soll das mit den ganzen Hochgeschwindigkeitsstrecken in China, Japan, und in Frankreich. Dort gibt es nirgendwo so viele Millionenstädte, wie in Deutschland. Nirgendwo auf der Welt ist jeder Grashalm kostbarer als in Deutschland – es sei denn die Deutschen brauchen eine neue Autobahn, neue Gaspipelines, oder gar einen neuen Tagebau.

Kaum haben wir dieses Kapitel begonnen, schließen wir es auch schon wieder. Nicht, weil es bedeutungslos i s t, sondern weil es dazu g e m a c h t wird. Es ist beileibe nicht so, dass wir in Deutschland keine Verkehrswende brauchen, aber bevor wir zu einer Verkehrswende überhaupt in der Lage sind brauchen wir neue Politiker … und diese Politiker brauchen dann als Nächstes ein neues Volk. Es wird bereits daran gearbeitet!

Wir sind sehr sicher, dass wir Veränderungen auf diesem Gebiet in der uns zur Verfügung stehenden Lebenszeit nicht mehr beiwohnen werden; wir sagen es nicht laut, aber wir glauben auch nicht daran, dass unsere Kinder je erleben werden. Wenn wir erst wieder genügend billiges russisches Öl haben, wird auch wieder der Sprit so billig werden, dass die Bahn sich in ihren Lockschuppen verkriechen kann. Und wenn wir nach Mallorca, Spanien oder auf die Kanaren wollen, dann fahren wir sowieso nicht mit der Eisenbahn: wir fliegen! Und das das Auto wartet am Flugplatz.

Wir schließen hier dieses Kapitel – nicht ohne Bedauern …

Nachworte

ein grünes Nachwort

Es mag dem Leser im Text oft so ergangen sein, wie mir beim mehrmaligen Nachlesen: nämlich, dass er den gesamten Inhalt für ein ideologisch geprägtes Pamphlet für eine möglichst grüne Energiewende gehalten hat. Ich kann am Ende meines Aufsatzes nur betonen, dass dies schon nach wenigen Abschnitten am Beginn dieser Kompilation nicht mehr der Fall sein sollte. Wiewohl ich schon eine grüne Grundüberzeugung habe und diesen Weg unterstütze, wo mir das möglich ist, so sind mir die Fehler einer grünen Zukunft, doch nicht verborgen. So sehr unsere Lebensweise einer grünen Erneuerung bedarf, so klar ist mir, dass dies niemals gelingen kann, ohne unsere Lebensform viel tiefgreifender umzugestalten:

Aufz. 23: Bedingungen für Grüne Politik

1. Eine grüne Revolution wird nie ohne breite Mehrheit in der Gesellschaft vollständig gelingen.
2. Um das zu ermöglichen muss eine grüne Zukunft für alle Mitglieder der Gesellschaft deren soziale Sicherheit garantieren.
3. Damit eine grüne Revolution erfolgreich sein kann, muss sie nicht nur der Mehrheit eine verbesserte Umwelt propagieren, sie muss auch für alle, zumal die Schwächeren, bezahlbar sein.
4. Und dieser Auftrag führt uns zu einem viel tiefer liegendem Problem unserer Gesellschaft: ebenso, wie alle anderen, zur zeit maßgebenden Parteien in unserm Land, beantwortet grüne Politik nicht die Frage, ob in unserer Gesellschaft:
   a) der Staat dem Kapital dient,
   b) oder ob das Kapital dem Staat, dem Gemeinwesen, zu dienen habe.

Diese Frage ist von so g r u n d s ä t z l i c h e r Natur, dass ich sie im Rahmen dieses Aufsatzes nicht behandeln kann. Das ändert jedoch nichts daran, dass diese Frage erneut zu Grundfrage geworden ist.

Nach vielen Jahren relativem Friedens in den gesellschaftlichen Verhältnissen sind die Nationen, jedenfalls diejenigen, sich demokratisch verfasst nennen, auf die Wurzeln der bürgerlichen Freiheiten zurückgeworfen: was sind gemeinsame, einigende Ziele für eine Zukunft eines Gemeinwesens? Nur wer dieser Frage überzeugend beantwortet, kann danach – in einem nächsten Schritt – auch mit einer grünen Revolution erfolgreich sein. Ein „Großer Sprung in eine Grüne Zukunft“ kann nicht gelingen. Das hat die Geschichte gelehrt.

Wer sich Energie sowieso kaum leisten kann, dem ist egal, ob sie grün, oder vergiftet ist. Er muss – beim Preis des eigenen Unterganges – nehmen, was er bekommen kann.

ein nationales Nachwort

Es steht und stand übergroß auf den Transparenten der verschiedenen Umweltbewegungen, dass die Welt vor der Klimakatastrophe zu retten sei. Diese Aussage ist wohlbegründet, jedoch, sie ist zu einseitig: es liegt auf der Hand, dass eine Gemeinschaft, die die Welt retten will, dazu auch stark genug sein muss. Und mit der notwendigen Stärke ist hier einzig die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit einer solchen missionarischen Gemeinschaft gemeint. Und das kann nur die ganze Welt sein, kein einzelnes Land. Jede Nation kann nur so viel von dieser Weltaufgabe übernehmen, wie seine Bürger zu tragen vermögen. Deshalb gilt: je widerstandsfähiger die Verhältnisse der Bürger sind, um so größere Aufgaben kann auch die Nation übernehmen.

Oder andersherum: eine Nation hat nationale Aufgaben. Sie ist in erster Linie dem Wohlergehen der eigenen Bürger verpflichtet.[1] Wenn die Regierung einer Nation aber eine Politik betreibt, welche auf Dauer die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit seiner Bürger beschädigt, dann wird die Nation auch niemals in der Lange sein internationale Aufgaben zur Zufriedenheit zu erfüllen.

Wir halten hier fest: die Energiewende, so wie sie hier über Deutschland gekommen ist, schwächt die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des größeren Teils der Bevölkerung. In der Folge, kann Deutschland auf die Dauer die selbstgesteckten Ziele für seine internationalen Versprechen nicht einhalten. Dem Versagen der Energiewende liegt ein Organisations- und Politversagen zugrunde und nicht nur eine Überforderung der Bevölkerung. Die Regierungen der vergangenen Jahre haben in purem Aktionismus verkannt, dass die

[1] Es versteht sich von selbst, dass eine Nation in der heutigen Welt nicht allein auf sich gestellt bestehen kann, sondern nur im Rahmen von internationalen Beziehungen. Das ist eine Binse! Aber genau so richtig ist, dass eine Nation genau n i c h t s zur nationalen und internationalen Wohlfahrt beitragen kann, ohne die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit dazu.

Grundlage für eine erfolgreiche Energiewende funktionierende, stabile, belastbare Netze sind:

Aufz. 24: Voraussetzung für eine Energiewende

1. Netze des Vertrauens
2. Netze der Sicherheit
3. Energieträger-Netze
    a) Stromnetze
    b) Gasnetze
    c) Netze für die individuelle Mobilität
    d) sichere Informationsnetze
4. Verkehrsnetze
    a) Personenverkehr
    b) Güterverkehr
    c) Transit

Nur eine Regierung, die diesen, oder wenigstens einen annähernden, Plan einzuhalten vermag, kann gemeinsam mit seiner Bevölkerung, eine Energiewende schaffen.

Der Fokus auf alleinige Stärke korporierter wirtschaftlicher Akteure wird nicht erfolgreich sein, ohne dass die Beschäftigten darin einen Platz einnehmen können, der mindestens so sicher ist, wie die Rendite des beteiligten Kapitals!

Wirtschaftliche Stärke einer Nation – nicht zu verwechseln mit Überlegenheit, wie sie der Exzeptionalismus der aktuellen US-Amerikanische Administration anstrebt – hat aber wirtschaftliche Unabhängigkeit zur notwendigen Voraussetzung. Es wäre also längstens mit dem Verlust des Russischen Gases an der Zeit gewesen, den Versuch zu unternehmen, möglichst große Teile der deutschen Gesellschaft und der europäischen Gesellschaft unter einem modifizierten Banner zu versammeln: Eine grüne Zukunft ist nur mit größtmöglicher nationaler (europäischer) Autonomie in der Energieversorgung möglich. Dabei hat sich unter dem Druck der Kriege und der Märkte die Priorität von Grün zu Autonomie verschoben.

Diesen fundamentalen Wechsel des Ziels der Energiewende hat die Politik „verschlafen“; und wo sie ihn nicht verschlafen hat, ist sie schlapp und mutlos unter die Fittiche der US-Amerikanischen LNG-Versorgung geflüchtet. Die exorbitanten Energiepreise zahlen wir täglich nicht aus Gründen der grünen Spinnerei, sonder wegen unserer Abhängigkeit von Märkten, die wir nicht beeinflussen können, die aber im Gegenzug das Wohl und Wehe unserer Wirtschaft mitbestimmen.

Es ist mir an dieser Stelle nicht einsichtig, wie Lohnzurückhaltung, längere Lebensarbeitszeit, verkürzte Sozialleistungen, Krankenschein ab dem ersten Tag – und wie die wirtschaftlichen Wunderpflaster der aktuellen Regierung alle lauten – Deutschland aus dieser Abhängigkeit befreien könnten. Deswegen dazu an dieser Stelle ein letztes Diagramm.

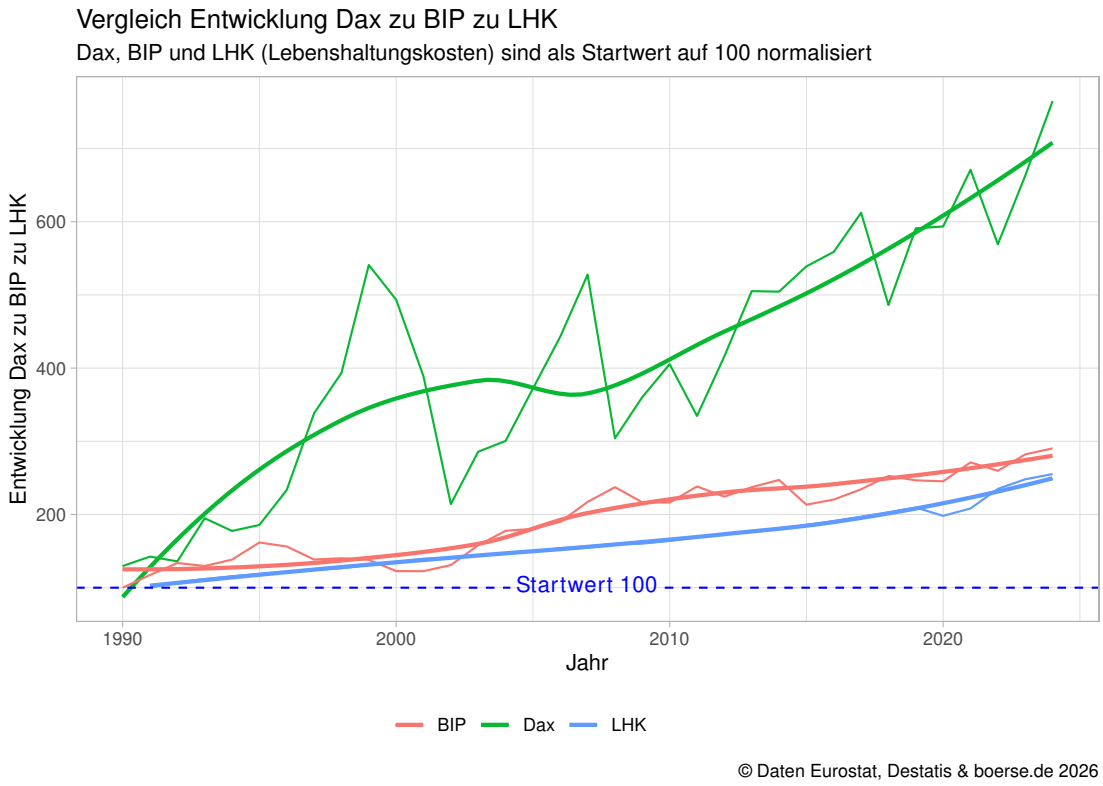


Abbildung 1.:
Vergleich der Entwicklung von DAX, BIP und LHK (Lebenshaltungskosten)

Dieses Diagramm kann uns zu folgenden Annahmen verleiten:

Aufz. 25: Vergleich Dax, BIP, LHK

1. BIP und Lebenshaltungskosten entwickelten sich in den vergangenen 35 Jahren annähernd parallel
   a) Das bedeutet, der Konsum sank gegenüber dem gesamtgesellschaftlichen „Wohlstand“ nur leicht ab.

   b) Dieses leichte Absinken sagt nichts darüber, wie sich dieser Rückgang des Konsums in den einzelnen Einkommensschichten verteilt. Nach den Armuts- u. Reichtumsberichten gibt es wenige, die viel mehr konsumieren und viele die immer weniger konsumieren.

2. Der Dax entfernt sich von der ursprüngliche „gemeinsamen“ Basis immer weiter.
3. Der Dax und damit die Renditen steigen viel schneller, als das Leistungsvermögen und der Wohlstand der gesammten Gesellschaft.
   a) Wenn aber ein immer größerer Teil vom BIP in die Kapitalanlagen wandert, k a n n das eine Verkürzung der Steuerbasis zu Folge haben.
   b) Die Staatsausgaben werden aber zum größten Teil aus Steuern bestritten.
   c) Mit steigender Kapitalisierung, Ausweitung des Finanzmarktes wächst deshalb die Gefahr, dass die zur Verfügung stehenden Mittel für die Staatsausgaben nicht mehr für die notwendigen Investitionen (Erhaltung) und Innovationen (Entwicklung) der gesellschaftlichen Infrastruktur ausreichen.
   d) Denn es gibt keinen Mechanismus, der Vorschreibt, dass die Gewinne am d e u t s c h e n Finanzmark in die d e u t s c h e Volkswirtschaft investiert werden. Sie fließen genau so leicht über internationale Börsen in weltweite Anlagen – oder in Steueroasen.
4. Insofern erscheint es uns fragwürdig, wie lange eine nationale Regierung gegen die globalisierung des Fianzkapitals bestehen kann, indem es die „fehlenden“ Mittel hauptsächlich vom sozialen Bereich zur Instandhaltung und zur Investition verschiebt.
5. Ganz grob könnte man damit begründen, dass Nationen, die auf Dauer einer ungebremste Kapitalflucht in die internationalen Finanzmärkte, untätig zuschauen, selbst daran mitwirken, dass die ihre Bevölkerung in immer größeren Kreisen der Annahme zuneigen, sie würden durch die Politik der eignen Regierung von der Wohlstandsentwicklung „abgehängt“. Der Kreis der „Zukurzgekommenen“ wird immer größer und engt damit den Regierungsspielraum wegen mangelnder Zustimmung immer weiter ein.

Wie gesagt, dies ist nur meine Vermutung, die hier angeführten Gedanken sind alles andere als ein B e w e i s. Das war auch nicht der Untersuchungsgegenstand dieses Aufsatzes.

Dennoch finden wir es bemerkenswert, wohin uns die Fragen nach dem Sinn und den Möglichkeiten einer Energiewende geführt haben:

Eine Energiewende, die Aussicht auf Erfolg haben soll, ist keine Aufgabe für irgendein Ministerium allein. Sie ist auch nicht mit der Umbenennung des Bürgergeldes, oder der Abschaffung der Kassenleistungen für Zahnbehandlungen o.Ä. zu finanzieren. Es handelt sich um eine Aufgabe, die ohne ein neues, verbindendes Ziel
W i e w o l l e n w i r m o r g e n l e b e n
zu erreichen ist.

Und was diese Aufgabe zusätzlich erschwert: diese Überzeugung muss von der Mehrheit der Bevölkerung mitgetragen werden. Es ist eine gesellschaftliche Evolution notwendig: mit einer Diktatur ist diese Veränderung nicht zu schaffen. Soviel sollten wir aus der Vergangenheit gelernt haben.

Hamburg, am 6. Juli 2026

Nachträge

Als hätten die Medien nur darauf gewartet, tragen sie nun ebenfalls die Versäumnisse der vergangenen Legislaturen zusammen. Zuerst finden wir ein besonders schönes Beispiel dafür, dass eben nicht nur die Besitzer der Solar- und Windanlagen von schleppenden Netzausbau „profotieren“, sonder mit 3 Mrd.€ im Jahr 2025 die Netzbetreiber selbst!

Das ist in sofern ein gravierender Unterschied, als die Netzbetreiber Monopolisten sind. Wenn sie sagen Schluss, dann ist auch Schluss. Kein Erzeuger kann auf ein anderes Netz ausweichen.

15.06.2026 Firmenchefs wollen raus aus fossilen Importen

Eine neue Umfrage unter Unternehmern zeigt, dass die Wirtschaft von fossilen Energien unabhängig werden will. In Deutschland fordern die Firmenchefs mehr Tempo.

Das wäre lustig, wenn es nicht so bitter ernst wäre: das Kabinet Merz – die großen Wirtschaftsversteher – möchten weg von den Erneuerbaren, zurück zu Gas und Atom! Aber die Wirtschaft will das gar nicht mehr, die wollen lieber Strom auf dessen Preis sie sich verlassen können. Nun müsste die Regierung ihr eigenes Programm bekämpfen.

Aber so ist das halt mit dem Markt: erst schauen wir zu, wie Mono- oder Oligopole entstehen, oder fördern sie sogar, damit sie international „bestehen“ können – und jammern wir, weil wir ja nichts gegen die Eigentumsverhältnissen machen können. Und die Stromnetze sind nun mal Privateigentum. (Alles andere wäre ja Sozialismus!)

16.06.2026 Rekordrenditen und massive Kritik

Die Betreiber von Stromnetzen gehören laut dem Bundesverband Neue Energiewirtschaft zu den lukrativsten Unternehmen in Deutschland. Demnach erwirtschafteten die größten

Netzbetreiber 2024 Renditen auf Rekordniveau.[1] [2]

Mit einer durchschnittlichen Eigenkapitalrendite von mehr als 30 Prozent lagen die Verteilnetzbetreiber im Stromnetz auf einem Niveau, das weit über dem Durchschnitt von DAX-Unternehmen liegt. Das geht aus einer Analyse des Bundesverbands Neue Energiewirtschaft (BNE) hervor, die dem SWR vorliegt. Gleichzeitig gibt es harte Kritik aus der Branche der Erneuerbaren Energien, dass einige Netzbetreiber viel zu wenig in die Energiewende investierten, um ihre Gewinne zu maximieren.

E.ON -Töchter mit hohen Gewinnen

Laut der Analyse des BNE lag die Eigenkapitalrendite des größten deutschen Verteilnetzbetreibers Westnetz im Jahr 2024 bei rund 45 Prozent. Das bedeutet, dass mit jedem Euro, der investiert wird, rein rechnerisch 45 Cent Gewinn erwirtschaftet werden. Ein ungewöhnlich hoher Wert in der deutschen Wirtschaft. Auch die großen Netzbetreiber Bayernwerk Netz (38 Prozent) oder Mitnetz (43 Prozent) erreichten sehr hohe Werte. Vorgesehen sind laut Strommarkt-Regularien eigentlich Renditen zwischen drei und rund sieben Prozent.

[1] Tagesschau: 16.06.2026
https://www.tagesschau.de/investigativ/swr/stromnetzbetreiber-rendite-100.html

[2] golem.de: Schleppender Netzausbau trifft traumhafte Renditen
https://www.golem.de/news/netzbetreiber-schleppender-netzausbau-trifft-traumhafte-renditen-2606-209852.html

Anhänge, Verzeichnisse und Berechnungen

Anhang

Berechnung der Zwischen- und Endlagerkosten

1. Berechnungsgrundlage:

Gegeben:

- Abgeltungskapital der Erzeuger an den Bund $K_0 = 24\,000$ Millionen €
- Jahreskosten Zwischen- und Endlager 2026 $M_1 = 600$ Millionen €
- Jährliche Steigerung der Zwischen- u. Endlagerkosten (Inflation) $p = 2,5\% = 0,025$

1.1. Schritt 1: Kosten für den Bund im Jahr n

$$M_n = 600 \times (1,025)^{n-1}$$

1.2. Schritt 2: Summe aller Kosten für den Bund bis Jahr n

Die Summe ist eine geometrische Reihe:

$$S_n = \sum_{k=1}^{n} M_k = 600 + 600 \times 1,025 + \cdots + 600 \times (1,025)^{n-1}$$

Die Summe lässt sich mit der Formel für geometrische Reihen berechnen:

$$S_n = a \times \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

mit

$$a = 600, \quad q = 1,025$$

daher:

$$S_n = 600 \times \frac{(1,025)^n - 1}{0,025}$$

1.3. Schritt 3: Bedingung für das Abgeltungskapital

Das Kapital reicht, solange:

$$S_n \leq 24\,000$$

Einsetzen:

$$600 \times \frac{(1,025)^n - 1}{0,025} \leq 24\,000$$

Multiplizieren mit 0,025:

$$600 \times ((1,025)^n - 1) \leq 24\,000 \times 0,025 = 600$$

Teilen durch 600:

$$(1,025)^n - 1 \leq 1$$

$$(1,025)^n \leq 2$$

1.4. Schritt 4: Lösung nach n

Logarithmieren:

$$n \times \ln(1,025) \leq \ln(2)$$

$$n \leq \frac{\ln(2)}{\ln(1,025)}$$

Mit:

$$\ln(2) \approx 0,6931, \quad \ln(1,025) \approx 0,0247$$

$$n \leq \frac{0,6931}{0,0247} \approx 28,05$$

Ergebnis: Das Kapital reicht für etwa **28 Jahre**.

2. Beispieltabelle für die Abzinsung des Abgeltungskapitals

Es folgt abschließend noch eine ausfühliche Tabelle, wie sich die Kosten für die Verpflichtung des Bundes zur Absicherung des Betriebes der Zwischenlager und zur Errichtung eines Endlagers über die Länge der Zeit entwickeln werden. Siehe 11 auf Seite 38.

Der Haltepunkt für die Bundeszuschüsse zu Zwischen- und Endlagern wäre 2054 im 29. Jahr der Abzinsung bei der $kummulierten\,Summe \geq 24\,Milliarden\,Euro$ erreicht.

Jahr	lfd. Jahr	pro Jahr/Mill. Euro	kumulierte Kosten in Millionen Euro
2026	1	600	600
2027	2	615	1215
2028	3	630.375	1845.375
2029	4	646.134375	2491.509375
2030	5	662.287734375	3153.797109375
2031	6	678.844927734375	3832.64203710938
2032	7	695.816050927734	4528.45808803711
2033	8	713.211452200928	5241.66954023804
2034	9	731.041738505951	5972.71127874399
2035	10	749.317781968599	6722.02906071259
2036	11	768.050726517814	7490.0797872304
2037	12	787.25199468076	8277.33178191116
2038	13	806.933294547779	9084.26507645894
2039	14	827.106626911473	9911.37170337041
2040	15	847.78429258426	10759.1559959547
2041	16	868.978899898866	11628.1348958535
2042	17	890.703372396338	12518.8382682499
2043	18	912.970956706246	13431.8092249561
2044	19	935.795230623902	14367.60445558
2045	20	959.190111389499	15326.7945669695
2046	21	983.169864174237	16309.9644311438
2047	22	1007.74911077859	17317.7135419224
2048	23	1032.94283854806	18350.6563804704
2049	24	1058.76640951176	19409.4227899822
2050	25	1085.23556974955	20494.6583597317
2051	26	1112.36645899329	21607.024818725
2052	27	1140.17562046812	22747.2004391931
2053	28	1168.68001097983	23915.880450173
2054	29	1197.89701125432	25113.7774614273
2055	30	1227.84443653568	26341.621897963
2056	31	1258.54054744907	27600.162445412
2057	32	1290.0040611353	28890.1665065473
2058	33	1322.25416266368	30212.420669211
2059	34	1355.31051673027	31567.7311859413
2060	35	1389.19327964853	32956.9244655898
2061	36	1423.92311163974	34380.8475772296
2062	37	1459.52118943074	35840.3687666603
2063	38	1496.0092191665	37336.3779858268
2064	39	1533.40944964567	38869.7874354725

2065	40	1571.74468588681	40441.5321213593
2066	41	1611.03830303398	42052.5704243933
2067	42	1651.31426060983	43703.8846850031
2068	43	1692.59711712507	45396.4818021281
2069	44	1734.9120450532	47131.3938471813
2070	45	1778.28484617953	48909.6786933609
2071	46	1822.74196733402	50732.4206606949
2072	47	1868.31051651737	52600.7311772123
2073	48	1915.0182794303	54515.7494566426
2074	49	1962.89373641606	56478.6431930586
2075	50	2011.96607982646	58490.6092728851
2076	51	2062.26523182212	60552.8745047072
2077	52	2113.82186261768	62666.6963673249
2078	53	2166.66740918312	64833.363776508

Risiko-Berechnung

Es ist klar, dass wir hier mit den uns zur Verfügung stehenden Mittel keine wissenschaftlich fundierte Risikoabschätzung für der Bau und den Betrieb von Kernkraftwerken und Endlagern vornehmen können. Die bleibt wissenschaftlichen Studien vorbehalten und findet sich vielleicht in Beiträgen zur Versicherungsmathematik.

Was wir aber dessen ungeachtet unternehmen können ist, danach zu fragen, wie viele Menschen leben auf welchen Raum in der weiteren oder unmittelbaren Nachbarschaft zu zivilen kerntechnischen Anlagen.

1. Annahmen und Voraussetzungen

Wir können relativ gesichert in Erfahrung bringen:

1. wie viele Menschen auf einem national begrenztem Territorium leben
2. wie viele zivile Atomanlagen in diesem Land betrieben werden
3. wir können für uns die Annahme treffen, dass, je mehr Menschen in der Nähe von kerntechnischen Anlagen, um so mehr von ihnen auch die davon ausgehenden Gefahren hinterfragen.
4. Was im Falle von zunehmenden Wissen über Atomanlagen auch zu einem zunehmenden Wissen über die Gefahren führt.
5. Wenn das Wissen um die Gefahren zur Ablehnung der Anwendung von Kerntechnik führt und die Menschen in der Umgebung dieser Anlagen mit Macht dazu gezwungen werden, dieser Anlagen trotzdem zu dulden, weil es in diesem Land z.B. keine Möglichkeiten für eine einverständliche Umsiedlung gibt, dann kann die Konfrontation zwischen den Kernkraftgegnern und einer auf Hoheitsrechten beharrenden Regierung zu politischen Friktionen führen – die am Ende auch eine politische Machtfrage in einem Gemeinwesen provozieren.

Aus diesen allgemeinen Annahmen leiten wir die folgenden mathematischen Formel her:

$$R_L = E_L \times AKW_L \times \frac{1}{F_L}$$

mit:

$$\text{Risiko pro Land} = R_L \quad \text{Einwohner pro Land} = E_L \tag{1}$$

$$\text{Anzahl der AKW pro Land} = AKW_L \quad \text{Landfläche pro Land} = F_L \tag{2}$$

Dies ist eine leicht zu handhabende Formel Wir finden alle notwendigen Quellen verbürgt im Internet und können daraus eine anschauliches Diagramm erstellen. Siehe Abbildung 2.2 auf Seite 84.

Literatur

[1] Peter Adrian. *Aktuelle Energiewende-Politik kostet bis zu 5,4 Billionen Euro*. Hrsg. von DIHK. ZSCC: NoCitationData[s0]. 18. März 2026. URL: https://www.dihk.de/de/newsroom/aktuelle-energiewende-politik-kostet-bis-zu-5-4-billionen-euro-141284 (besucht am 13. 05. 2026).

[2] Ariadne. *Kurzdossier: Gezielt entlasten, fossile Importabhängigkeit verringern | Ariadne — ariadneprojekt.de*. Hrsg. von Kopernikus. https://ariadneprojekt.de/publikation/kurzdossier-gezielt-entlasten-fossile-importabhaengigkeit-verringern/. [Accessed 05-04-2026]. 2. Apr. 2026. URL: https://ariadneprojekt.de/publikation/kurzdossier-gezielt-entlasten-fossile-importabhaengigkeit-verringern/.

[3] BMF. *Monatsbericht des BMF*. Hrsg. von Bundesministerium der Finanzen. 30. Okt. 2026. URL: https://www.bundesfinanzministerium.de/Monatsberichte/Ausgabe/2025/10/Inhalte/Kapitel-2-Analysen/2-4-30-subventionsbericht-der-bundesregierung-pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=4.

[4] Dagmar Bohrer-Glas. *Brenner-Basistunnel: Megaprojekt verzögert sich um mehrere Jahre*. Hrsg. von BR24. ZSCC: NoCitationData[s0]. 23. Jan. 2026. URL: https://www.br.de/nachrichten/bayern/brenner-basistunnel-megaprojekt-verzoegert-sich-16-jahre,V8kTeWG (besucht am 14. 06. 2026).

[5] Bundesregierung. *Energie der Sonne nutzen*. Hrsg. von Presse- und Informationsamt der Bundesregierung. ZSCC: NoCitationData[s0]. 1. Okt. 2025. URL: https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/fusionskraftwerk-deutschland-2386532 (besucht am 17. 04. 2026).

[6] Bruno Burger u. a. *Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2025*. Hrsg. von Fraunhofer ISE. 28. März 2026. DOI: 10.51202/0042-1758-2025-26-29-7. URL: https://www.energy-charts.info/downloads/Stromerzeugung_2025.pdf.

[7] BVEG. *Erdölförderung*. Hrsg. von Erdöl und Geoenergie e.V. (BVEG) Bundesverband Erdgas. ZSCC: NoCitationData[s0]. 24. Apr. 2025. URL: https://jahresbericht.bveg.de/erdoelfoerderung/ (besucht am 11. 05. 2026).

[8] Marie Colson u. a. *Klimaschutz im Verkehr: Nationale Ziele im Kontext europäischer Vorgaben und Roadmap für das Erreichen der Treibhausgasneutralität unter Berücksichtigung der Schiene und des ÖPNV*. Hrsg. von Umweltbundesamt. ZSCC: NoCitationData[s0]. 20. Apr. 2026. URL: https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-im-verkehr-nationale-ziele-im-kontext (besucht am 07. 06. 2026).

[9] Destatitis. *Mehr als zwei Drittel der im Jahr 2024 errichteten Wohngebäude heizen mit Wärmepumpen*. ZSCC: NoCitationData[s0]. 4. Juni 2025. URL: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2025/06/PD25_N031_31_51.html (besucht am 01. 06. 2026).

[10] Initiative Klimaneutrales Deutschland. *Netzanschlüsse: Vom Engpass zur Effizienz — initiative-klimaneutral.de*. [Accessed 26-03-2026]. 1. März 2026. URL: %5Curl%7Bhttps://initiative-klimaneutral.de/publikationen/herausforderung-netzanschluss-vom-engpass-zur-effizienz/%7D.

[11] Wissenschaftliche Dienste. *WD-5-090-21-pdf-data*. Hrsg. von Deutscher Bundestag. 17. Dez. 2021. URL: https://www.bundestag.de/resource/blob/877586/4e4dce913c3d883a81adcf2697313c7d/WD-5-090-21-pdf-data.pdf.

[12] dpa u. a. *Deutsche Atomgeschichte: 50 Jahre Atomkraft - eine Bilanz*. ZSCC: NoCitationData[s0]. 24. Juli 2012. URL: https://www.wiwo.de/technologie/umwelt/deutsche-atomgeschichte-50-jahre-atomkraft-eine-bilanz/6911908.html (besucht am 23. 04. 2026).

[13] David Dr. Bothe u. a. *NEUE WEGE FÜR DIE ENERGIEWENDE („PLAN B“) - energie-dihk-energiewende-plan-b-data*. Hrsg. von DIHK. 30. Sep. 2025. URL: https://www.dihk.de/resource/blob/153726/97f39a33a519ece00c3a65e014fbc707/energie-dihk-energiewende-plan-b-data.pdf.

[14] Daniel Dr. Lübbert u. a. *Uran als Kernbrennstoff-Vorräte und Reichweite*. Hrsg. von Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages. 27. März 2006. URL: https://www.bundestag.de/resource/blob/509082/5594603c3ecf27933ad76d31faf89c27/uran-als-kernbrennstoff-data.pdf.

[15] Rita Ehrig u. a. *Wie gelingt dieDekarbonisierungder FernwärmeWie gelingt dieDekarbonisierungder Fernwärme*. Hrsg. von Deutsche Energie-Agentur. 1. Juni 2023. URL: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/IMPULSPAPIER_Wie_gelingt_die_Dekarbonisierung_der_Fernwaerme.pdf.

[16] Jan Emblemsvåg. *What if the world had invested in nuclear power instead of variable renewable energy sources?* Hrsg. von International Journal of Sustainable Energy 44:1. [Accessed 27-03-2026]. 2025. URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786451.2024.2355642?scroll=top&needAccess=true#abstract.

[17] Andreas Fritsche. *Brandenburg: Schnellzug zum Kohleausstieg*. Hrsg. von ND Neues Deutschland. ZSCC: NoCitationData[s0]. 18. Dez. 2025. URL: https://www.nd-aktuell.de/artikel/1196305.lausitz-brandenburg-schnellzug-zum-kohleausstieg.html (besucht am 28. 04. 2026).

[18] Tobias Käufer. *Lithium aus Bolivien: Wieso der Abbau ausgebremst wird und wieso Deutschland dabei leer ausgeht*. Hrsg. von zdfheute. ZSCC: NoCitationData[s0]. 25. Juli 2025. URL: https://www.zdfheute.de/politik/ausland/lithium-bolivien-elektroautos-rohstoff-100.html (besucht am 23. 04. 2026).

[19] Bernd Kirschbaum u. a. *Fracking zur Schiefergasförderung in Deutschland – Eine energie- und umweltfachliche Einschätzung*. Hrsg. von Umweltbundesamt. ZSCC: NoCitationData[s0]. 1. Feb. 2023. URL: https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/fracking-zur-schiefergasfoerderung-in-deutschland (besucht am 25. 04. 2026).

[20] Catiana Krapp u. a. *Energie: Atomkraftwerksbetreiber lehnen Wiederinbetriebnahme alter Meiler ab*. ZSCC: NoCitationData[s0]. 28. März 2025. URL: https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/energie-atomkraftwerksbetreiber-lehnen-wiederinbetriebnahme-alter-meiler-ab-01/100116658.html (besucht am 05. 05. 2026).

[21] Leonid Luks. „Putins Ideengeber? Aleksandr Dugins Endkampfszenarien“. Leonid Luks. In: (2022). URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Leonid_Luks.

[22] W. Marth. *Der Schnelle Brueter SNR 300 im Auf und Ab seiner Geschichte*. Techn. Ber. 90; LK 01; KfK-4666 (Maerz 92). Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1992. DOI: 10.5445/IR/270032042. URL: https://publikationen.bibliothek.kit.edu/270032042.

[23] Friedrich Merz. *Rede des Kanzlers zum Hightech Agenda-Auftakt | Bundesregierung*. ZSCC: NoCitationData[s0]. 29. Okt. 2025. URL: https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/kanzler-hightech-agenda-2391454 (besucht am 17. 04. 2026).

[24] Marian Nadler. *Putins nukleare Rhetorik: Von Worten zu Taten?* Hrsg. von Blick – das Schweizer News-Portal. ZSCC: NoCitationData[s0]. 17. Juli 2025. URL: https://www.blick.ch/ausland/leere-drohung-oder-echte-gefahr-womit-putin-schon-drohte-und-was-er-wirklich-tat-id21057677.html (besucht am 17. 05. 2026).

[25] Nicole Nulsch. *Die Energiekrise 2022 - Eine Zeitenwende für den Gasmarkt*. Hrsg. von Handesblatt. 20. Apr. 2023. URL: https://live.handelsblatt.com/die-energiekrise-2022-eine-zeitenwende-fuer-den-gasmarkt/ (besucht am 09. 04. 2026).

[26] Dörte Ohlhorst. *Energiewirtschaftliche Strukturen im Wandel | Energiepolitik*. Hrsg. von Bundeszentrale für politische Bildung. ZSCC: NoCitationData[s0]. 6. Mai 2026. URL: https://www.bpb.de/themen/wirtschaft/energiepolitik/577855/energiewirtschaftliche-strukturen-im-wandel/ (besucht am 07. 05. 2026).

[27] Mario Petzold. *IEA-Bericht: Ölförderung stark rückläufig, Solar überholt alle - Golem.de*. Hrsg. von Golem nach IEA. ZSCC: NoCitationData[s0]. 22. Apr. 2026. URL: https://www.golem.de/news/iea-bericht-oelfoerderung-stark-ruecklaeufig-solar-ueberholt-alle-2604-207866.html (besucht am 23. 04. 2026).

[28] Norbert Prack u. a. *Fehmarnbelt-Tunnel: Verzögerung beim Ausbau der Strecke Hamburg – Kopenhagen*. Hrsg. von ADAC. ZSCC: NoCitationData[s0]. 5. Mai 2026. URL: https://www.adac.de/news/fehmarnbelt-tunnel/ (besucht am 14. 06. 2026).

[29] Johannes Regenbrecht. *Analyse: Das Minsk-Abkommen von 2015 – zehn Lehren für 2025 | Ukraine-Analysen*. Hrsg. von Bundeszentrale für politische. ZSCC: NoCitationData[s0]. 5. Juni 2025. URL: https://www.bpb.de/themen/europa/ukraine-analysen/nr-316/562973/analyse-das-minsk-abkommen-von-2015-zehn-lehren-fuer-2025/ (besucht am 15. 05. 2026).

[30] C. Rohde u. a. *Endbericht-Energieverbrauch-GHD-Befragung-2019*. Hrsg. von Fraunhofer ISI Karlsruhe. 20. Apr. 2023. URL: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/06/Endbericht-Energieverbrauch-GHD-Befragung-2019.pdf.

[31] Richard Roth. *Biogas in Deutschland Entwicklung und Verwendung*. Hrsg. von EEAktuell. ZSCC: NoCitationData[s0]. 23. Feb. 2024. URL: https://erneuerbare-energien-aktuell.de/bioenergie/biogas/biogas-in-deutschland/ (besucht am 11. 05. 2026).

[32] Jonas Salto u. a. *Northvolt-Chronologie: Vom Hoffnungsträger zum Millionengrab - Was passierte wann?* Hrsg. von ndr. ZSCC: NoCitationData[s0]. 14. Apr. 2026. URL: https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Northvolt-Chronologie-Vom-Hoffnungstraeger-zum-Millionengrab,northvolt546.html (besucht am 23. 04. 2026).

[33] Fabian Sandau u. a. *Daten und Fakten zu Braun- und Steinkohlen*. Hrsg. von Umweltbundesamt. 31. Jan. 2023. URL: https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/1410/publikationen/2023-01-05_texte_28-2021_daten_fakten_braun-_und_steinkohle.pdf.

[34] Rebecca Sawicki. *Ukraine: Der Abend vor dem Krieg – das wusste man, hier hat man sich verschätzt*. Hrsg. von WATSON.DE. ZSCC: NoCitationData[s0]. 23. Feb. 2023. URL: https://politik.watson.de/politik/analyse/636570774-ukraine-der-abend-vor-dem-krieg-das-wusste-man-hier-hat-man-sich-verschaetzt (besucht am 15. 05. 2026).

[35] Matthias Schimmel u. a. *Energiewende in der Industrie*. Hrsg. von Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. 4. Juni 2019. URL: https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiewende-in-der-industrie.pdf?__blob=publicationFile&v=8.

[36] Isabel Schrems. *2020-09 FOES Kosten Atomenergie*. Hrsg. von Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. 30. Sep. 2020. URL: https://foes.de/publikationen/2020/2020-09_FOES_Kosten_Atomenergie.pdf.

[37] Spiegel. „Das Teufelszeug aus der Schwarzbrennerei“. In: *Der Spiegel* (2. Nov. 1986). ZSCC: NoCitationData[s0]. ISSN: 2195-1349. URL: https://www.spiegel.de/politik/das-teufelszeug-aus-der-schwarzbrennerei-a-9d14ebb1-0002-0001-0000-000013519790 (besucht am 17. 05. 2026).

[38] Stuttgarter-Zeitung. *Gorleben: Kosten für gescheitertes Endlager steigen auf 2,1 Milliarden Euro*. ZSCC: NoCitationData[s0]. 31. Jan. 2024. URL: https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.gorleben-kosten-fuer-gescheitertes-endlager-steigen-auf-2-1-milliarden-euro.e11930ac-fde9-40d0-8a38-c4d23293562a.html (besucht am 13. 05. 2026).

[39] Tagesschau. *CSU-Chef Söder fordert Rückkehr zur Atomkraft mit Mini-AKW in Bayern*. Hrsg. von ARD. ZSCC: NoCitationData[s0]. 15. März 2026. URL: https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/atomkraft-bayern-soeder-csu-wirbt-fuer-mini-akw-100.html (besucht am 16. 05. 2026).

[40] Umweltbundesamt. *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. Hrsg. von Umweltbundesamt. ZSCC: NoCitationData[s0]. 15. Mai 2026. URL: https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltzustand-trends/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme (besucht am 31. 05. 2026).

[41] Umweltbundesamt. *Energieverbrauch privater Haushalte*. Hrsg. von Umweltbundesamt. ZSCC: NoCitationData[s0]. 22. Dez. 2025. URL: https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltzustand-trends/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte (besucht am 05. 06. 2026).

[42] Umweltbundesamt. *Energieverbrauch und Kraftstoffe*. Hrsg. von Umweltbundesamt. ZSCC: NoCitationData[s0]. 4. Mai 2026. URL: https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltzustand-trends/verkehr/energieverbrauch-kraftstoffe (besucht am 06. 06. 2026).

[43] Amy Walker. *Atom-Befürworter beklagt Milliarden-Zusatzkosten für die Energiewende - doch seine Rechnung ist inkorrekt — fr.de*. Hrsg. von Frankfurter Rundschau. [Accessed 27-03-2026]. 14. Okt. 2024. URL: https://www.fr.de/wirtschaft/atom-befuerworter-beklagt-milliarden-zusatzkosten-fuer-die-energiewende-doch-seine-rechnung-ist-inkorrekt-zr-93349799.html.

[44] Kathrin Weber. *Großdemo gegen AKW Brokdorf 1981: Bis zu 100.000 Menschen protestieren gegen den Bau*. ZSCC: NoCitationData[s0]. URL: https://www.ndr.de/geschichte/schauplaetze/dem-verbot-zum-trotz-grossdemo-gegen-akw-brokdorf-1981,brokdorfdemonstration101.html (besucht am 17. 05. 2026).

[45] Nicole Weinhold. *Großer Verbändeappell an Politik wegen fehlendem Netzausbau*. ZSCC: NoCitationData[s0]. 4. Nov. 2025. URL: https://www.erneuerbareenergien.de/transformation/netze/grosser-verbaendeappell-politik-wegen-fehlendem-netzausbau (besucht am 05. 05. 2026).

[46] Wikipedia. *„Windräder abbauen, weil sie hässlich sind“: So sieht Merz' Energiewende aus*. Hrsg. von Wikipedia. ZSCC: NoCitationData[s0]. 12. Nov. 2024. URL: https://www.fr.de/wirtschaft/windraeder-abbauen-weil-sie-haesslich-sind-so-sieht-merz-energiewende-aus-zr-93401853.html (besucht am 07. 05. 2026).

[47] Wikipedia. *Atomausstieg*. In: Page Version ID: 265999672. 8. Apr. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Atomausstieg&oldid=265999672 (besucht am 09. 04. 2026).

[48] Wikipedia. *Brutreaktor*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 265999799. 8. Apr. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Brutreaktor&oldid=265999799 (besucht am 08. 05. 2026).

[49] Wikipedia. *Castor (Kerntechnik)*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 259351688. 31. Aug. 2025. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Castor_(Kerntechnik)&oldid=259351688 (besucht am 08. 05. 2026).

[50] Wikipedia. *Deuterium*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 263595639. 23. Jan. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Deuterium&oldid=263595639 (besucht am 17. 05. 2026).

[51] Wikipedia. *Energiemarkt*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 264186935. 11. Feb. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Energiemarkt&oldid=264186935 (besucht am 13. 05. 2026).

[52] Wikipedia. *Erneuerbare-Energien-Gesetz*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 265523528. 22. März 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Erneuerbare-Energien-Gesetz&oldid=265523528 (besucht am 25. 03. 2026).

[53] Wikipedia. *Gebäudeenergiegesetz*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 267101509. 15. Mai 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Geb%C3%A4udeenergiegesetz (besucht am 19. 05. 2026).

[54] Wikipedia. *ITER*. In: 6. Apr. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/ITER (besucht am 14. 04. 2026).

[55] Wikipedia. *Kernfusion*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 265529608. 23. März 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Kernfusion&oldid=265529608 (besucht am 01. 04. 2026).

[56] Wikipedia. *Kernkraftwerk Kalkar*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 265184144. 13. März 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Kernkraftwerk_Kalkar&oldid=265184144 (besucht am 14. 03. 2026).

[57] Wikipedia. *Kernspaltung*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 263142058. 8. Jan. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Kernspaltung (besucht am 01. 04. 2026).

[58] Wikipedia. *Kernwaffe*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 265072084. 9. März 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Kernwaffe (besucht am 01. 04. 2026).

[59] Wikipedia. *Kernwaffentechnik*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 263684038. 26. Jan. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Kernwaffentechnik (besucht am 01. 04. 2026).

[60] Wikipedia. *Kohle/Tabellen und Grafiken*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 256678206. 4. Juni 2025. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Kohle/Tabellen_und_Grafiken (besucht am 10. 05. 2026).

[61] Wikipedia. *Kritische Masse*. In: 16. Jan. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Kritische_Masse (besucht am 14. 04. 2026).

[62] Wikipedia. *Moderator (Physik)*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 255383036. 22. Apr. 2025. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Moderator_(Physik)&oldid=255383036 (besucht am 07. 05. 2026).

[63] Wikipedia. *Nuklearkatastrophe von Fukushima*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 266988235. 11. Mai 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Nuklearkatastrophe_von_Fukushima (besucht am 16. 05. 2026).

[64] Wikipedia. *Nuklearkatastrophe von Tschernobyl*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 267098813. 15. Mai 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Nuklearkatastrophe_von_Tschernobyl (besucht am 16. 05. 2026).

[65] Wikipedia. *PCK Raffinerie*. In: Page Version ID: 265502535. 22. März 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=PCK_Raffinerie&oldid=265502535 (besucht am 09. 04. 2026).

[66] Wikipedia. *Project 2025*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 260215222. 1. Okt. 2025. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Project_2025 (besucht am 05. 10. 2025).

[67] Wikipedia. *Prozesswärme*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 258384471. 29. Juli 2025. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Prozesswärme&oldid=258384471 (besucht am 17. 05. 2026).

[68] Wikipedia. *Russischer Überfall auf die Ukraine seit 2022*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 266982759. 11. Mai 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Russischer_Überfall_auf_die_Ukraine_seit_2022&oldid=266982759 (besucht am 15. 05. 2026).

[69] Wikipedia. *Rutherfordsches Atommodell*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 262438071. 15. Dez. 2025. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Rutherfordsches_Atommodell (besucht am 16. 05. 2026).

[70] Wikipedia. *Small Modular Reactor*. In: *Wikipedia*. ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 265712929. American Society of Mechanical Engineers, 29. März 2026. DOI: 10.1115/smr2014-3332. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Small_Modular_Reactor (besucht am 16. 04. 2026).

[71] Wikipedia. *Stellarator*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 259115473. 23. Aug. 2025. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Stellarator (besucht am 17. 04. 2026).

[72] Wikipedia. *Tennet TSO*. [Online; Stand 26. März 2026]. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Tennet_TSO&oldid=264039404.

[73] Wikipedia. *Tokamak*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 264700770. 25. Feb. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Tokamak&oldid=264700770 (besucht am 09. 05. 2026).

[74] Wikipedia. *Tritium*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 264710477. 25. Feb. 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Tritium&oldid=264710477 (besucht am 17. 05. 2026).

[75] Wikipedia. *Verkehrswende*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 267259539. 21. Mai 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Verkehrswende (besucht am 02. 06. 2026).

[76] Wikipedia. *Vertrag über das Verbot von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 265161239. Nomos, 12. März 2026. DOI: 10.5771/9783845247595. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Vertrag_über_das_Verbot_von_Kernwaffenversuchen_in_der_Atmosphäre,_im_Weltraum_und_unter_Wasser&oldid=265161239 (besucht am 14. 04. 2026).

[77] Wikipedia. *Wärmepumpe*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 266992111. 12. Mai 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rmepumpe (besucht am 27. 05. 2026).

[78] Wikipedia. *Wendelstein 7-AS*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 249963220. 1. Nov. 2024. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Wendelstein_7-AS&oldid=249963220 (besucht am 09. 05. 2026).

[79] Wikipedia. *Wendelstein 7-X*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 266701883. 3. Mai 2026. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Wendelstein_7-X&oldid=266701883 (besucht am 09. 05. 2026).

[80] Wikipedia. *Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf*. In: ZSCC: NoCitationData[s0] Page Version ID: 266664758. 2. Mai 2026. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Wiederaufarbeitungsanlage_Wackersdorf (besucht am 17. 05. 2026).

[81] WD Wissenschaftliche-Dienste. *Zur Berechnung der Investitionskosten für die Energiewende*. Hrsg. von Deutscher Bundestag. 16. Sep. 2024. URL: https://www.bundestag.de/resource/blob/1019134/59b54bba98e93b9fecf43013668d86b3/WD-5-135-24-pdf.pdf.

Tabellenverzeichnis

1.1. Tabelle Zuwendungen 37

Verzeichnis der Aufzählungen

1. Sektorbetrachtung Energieverbrauch 13
2. Sektorbetrachtung Energieträger 13
3. Ansatzpunkte für eine Wandlung der Primärenergieträgerstruktur 24

4. Richtungswechsel der deutschen Energiepolitik 27
5. Kostenarten der Energiewende 30
6. Wer hat diese Gesetze beschlossen? 31
7. Ursachen der Entschädigungen 33
8. das falsche Versprechen der Liberalisierung 44
9. staatliche Fehlentscheidungen im Rahmen der Liberalisierung 44
10. Verkauf und Rückkauf Tennet 47
11. vergessene Kosten des Weiterbetriebes der deutschen AKW 51
12. Abhängigkeit der Energiepreise 59
13. Resilienzen 60
14. Ausweg Atomkraft? 61
15. Alternative ohne Ausweg 64

16. Arten der Kernenergie 69
17. Deutsche Fusionskraftwerke und Beteiligungen 72
18. zum Aktuellen Stand der SMR 75
19. Arten von Atomwaffen 78
20. Fazit Atomkraft 83

21. Liste der Instrumente für eine Eniergie-Verkehrswende 112
22. Investitionsrahmenplan für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes 116

23. Bedingungen für Grüne Politik 118
24. Voraussetzung für eine Energiewende 120
25. Vergleich Dax, BIP, LHK 121

Abbildungsverzeichnis

1. Sektorenergieverbrauch . . . 13
2. Energieträger Industrie . . . 15
3. Energieträger Haushalte . . . 16
4. Verbrauch Energiearten Gewerbe, Handel und Dienstleistungen . . . 17
5. Gesamtverkehr . . . 19
6. Personenverkehr . . . 20
7. Güterverkehr . . . 21
8. Kraftstoffarten . . . 22
9. Straßenverkehr . . . 23

1.1. Vergleich der Entwicklung der Arbeitslosenquote im Bundesland Brandenburg zu Regionalbezirk Cottbus unter Berücksichtigung der Wirkung der Regionalförderung für den Strukturwandel: Kohleausstieg 2020 . . . 34
1.2. Augaben für Zwischenlager u. Endlagersuche pro Jahr . . . 40
1.3. Kumulierte Ausgaben für die Zwischenlager und die Enlagersuche in Relation zum Abgeltungsbetrag der ehemaligen Betreiber. . . . 41
1.4. Netzbetreiber . . . 45
1.5. Subventionen des Bundes . . . 49
1.6. Verteilung der Anteile der Stromerzeugung aus Kernenergie in Europa. . . . 52
1.7. Energieerzeugung in Deutschland
(In den Jahren vor 1991 sind die Anteile der DDR-Energieerzeugung enthalten.)
© Daten energy-charts Fraunhofer-Gesellschaft . . . 54
1.8. Gesamt Nettostromerzeugung Deutschland . . . 55
1.9. Bruttoinlandsprodukt in Deutschland . . . 56
1.10. Strom Im- und Export Deutschland. . . . 57
1.11. Im Jahr 2024 stammte der größte Anteil des Uranabbaus aus Kasachstan (39 % des weltweiten Angebots), gefolgt von Kanada (24 %) und Namibia (12 %). . . . 63
1.12. Nachgewiesene förderbare Ressourcen (mit hinreichender Sicherheit nachgewiesene Ressourcen plus abgeleitete Ressourcen) bei einem Preis von 130 $/kg U, Stand: 1.1.2023, gemäß OECD NEA & IAEO, Uranium 2024: „Resources, Production and Demand“ („Red Book“). Die gesamten förderbaren nachgewiesenen Ressourcen bei einem Preis von 260 $/kg U belaufen sich auf 7,935 Millionen Tonnen U. . . . 64

2.1. Atmosphärisches ^{14}C, in Neuseeland und Österreich. 79
2.2. Abschätzung des gesellschaftlichen Risikos für Kerntechnische Anlagen . . 84

3.1. Endenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen 89
3.2. private Evergieverwendung 90
3.3. Anteil Wärmepumpen Neubau 91
3.4. Eckdaten der Untersuchung 93

5.1. KWP 202604 102

6.1. Entwicklung der Erdölförderung in Deutschland seit 1960
`Die Erdölförderung hat in Deutschland eine lange Tradition. Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts wurde im niedersächsischen Wietze Erdöl gefunden. Im Jahr 2024 wurden in Deutschland 1,6 Mio. Tonnen Erdöl gefördert.` 107

1. Vergleich Dax, BIP, LHK 121

Glossar

Atombomben Eine Kernwaffe (Atomwaffe, Nuklearwaffe, Atombombe, Atomsprengkopf) ist eine Waffe, deren Wirkung auf kernphysikalischen Reaktionen – Kernspaltung und/oder Kernfusion – beruht. Konventionelle Waffen beziehen dagegen ihre Explosionsenergie aus chemischen Reaktionen, bei denen die Atomkerne unverändert bleiben. Die Entwicklung der Kernwaffentechnik begann mit dem Zweiten Weltkrieg. Zusammen mit biologischen und chemischen Waffen gehören Kernwaffen zu den Massenvernichtungswaffen. Bei der Explosion einer Kernwaffe wird sehr viel Energie in Form von Hitze, Druckwelle und ionisierender Strahlung frei. Dadurch kann eine Kernwaffe innerhalb kürzester Zeit eine ganze Stadt zerstören und hunderttausende Menschen töten. Die Strahlung verursacht akute Strahlenkrankheit und gesundheitliche Langzeitschäden. Durch den radioaktiven Niederschlag (Fallout) werden größere Gebiete verseucht.. 64

Brutreaktor Ein Brutreaktor beziehungsweise „schneller Brüter“ (englisch Fast Breeder Reactor, FBR) ist ein Kernreaktor, der sowohl der Energiegewinnung als auch der Erzeugung weiteren spaltbaren Materials dient. Ein nicht spaltbares Nuklid wird durch Kernreaktionen in ein spaltbares umgewandelt, das dann (nach Aufarbeitung und Einbringung in neue Brennelemente – oder im weiteren Verlauf des Abbrandes) anschließend als Kernbrennstoff verwendet werden kann. Diese Umwandlung (als Konversion, manchmal auch als Brüten bezeichnet, siehe Konversionsrate) findet zwar in jedem Kernreaktor statt, aber von einem „Brutreaktor“ oder „Brüter“ spricht man erst dann, wenn er mehr Brennstoff herstellt, als er in der gleichen Zeit selbst verbraucht. Unter Einsatz von Thorium ist es möglich, auch mit thermischen Neutronen mehr Brennstoff zu „erbrüten“ als gleichzeitig verbraucht wird (großtechnisch demonstriert unter anderem am Leichtwasserreaktor Shippingport). Allerdings ist meistens, wenn von Brutreaktoren die Rede ist, ein Reaktor im schnellen Neutronenspektrum und mit Uran-Plutonium-Brennstoff gemeint. Umgekehrt gibt es durchaus Reaktoren im schnellen Neutronenspektrum, die keine Brutreaktoren sind. Der deutsche Reaktor SNR-300 in Kalkar wurde nach seiner Fertigstellung im Jahr 1985 an der Inbetriebnahme gehindert und aufgrund einer politischen Entscheidung aufgegeben.. 62, 86

Castor Ein CASTOR (engl. cask for storage and transport of radioactive material „Behälter zur Aufbewahrung und zum Transport radioaktiven Materials“) ist ein

Spezialbehälter zur Lagerung und zum Transport hochradioaktiver Materialien, zum Beispiel von abgebrannten Brennelementen aus Kernkraftwerken oder Abfallprodukten („Glaskokillen“) aus der Wiederaufarbeitung. Der Begriff ist ein Markenname der Gesellschaft für Nuklear-Service (GNS). Im Allgemeinen deutschen Sprachgebrauch wird „Castor“ auch als Synonym bzw. Gattungsname für Brennelementbehälter oder Behälter für hochradioaktive Abfälle verwendet.. 62

Dilemma Dilemma bezeichnet eine schwierige Entscheidungssituation, bei der zwei oder mehr Alternativen zur Auswahl stehen und jede Option negative Konsequenzen hat. Oftmals handelt es sich um moralische, ethische oder soziale Fragen, bei denen kein eindeutiger Ausweg gefunden werden kann. Das Wort wird auch verwendet, um Konflikte zu beschreiben, bei denen zwischen zwei widersprüchlichen Standpunkten abgewogen werden muss. In der Psychologie wird Dilemma auch als Bezeichnung für eine Methode der Konfliktbewältigung verwendet. Eine Zwangslage, eine Situation, die zwei Wahlmöglichkeiten bietet, die beide zu einem – in gleicher Weise – unerwünschten Ergebnis führen. 7

Fukushima Als Nuklearkatastrophe von Fukushima werden eine Reihe zusammenhängender katastrophaler Unfälle und schwerer Störfälle im japanischen Kernkraftwerk Fukushima Daiichi (Fukushima I) und deren Auswirkungen bezeichnet.
Am 11. März 2011 um 14:46 Uhr Ortszeit ereignete sich das Tōhoku-Erdbeben, ein Seebeben, das einen Tsunami auslöste. Die hohen Wellen beschädigten auch das an der Küste errichtete Kernkraftwerk und es entstanden Folgeschäden, die gleichzeitig in vier von sechs Reaktorblöcken abliefen. Dabei kam es in Block 1, 2 und 3 zu Kernschmelzen. In deren Folge wurden große Mengen an radioaktivem Material freigesetzt – sie entsprachen bis rund einem Fünftel der radioaktiven Emissionen der Nuklearkatastrophe von Tschernobyl – und kontaminierten Luft, Böden, Wasser und Nahrungsmittel in der land- und meerseitigen Umgebung. Bis zu 150.000 Einwohner mussten infolgedessen das Gebiet vorübergehend oder dauerhaft verlassen. Durch die Evakuierungsmaßnahmen starben je nach Schätzung zwischen mehreren Hundert und über Tausend Menschen, wobei vor allem ältere Personen betroffen waren.
Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Wissenschaftliche Ausschuss der Vereinten Nationen zur Untersuchung der Auswirkungen atomarer Strahlung (UNSCEAR) schätzen die gesundheitliche Gefahr infolge von Strahlenbelastung für die Bevölkerung als gering ein. Ein höheres Risiko bestand für Arbeiter, die sich während oder nach dem Unfall auf dem Kraftwerksgelände aufhielten. Der Tod eines Arbeiters im Jahr 2018 durch Lungenkrebs wurde mit seiner Tätigkeit im Kernkraftwerk in Verbindung gebracht. Aufgrund einer Abschätzung der Gesamtradioaktivität der freigesetzten Stoffe ordnete die japanische Atomaufsichtsbehörde die Ereignisse auf der Internationalen Bewertungsskala für nukleare Ereignisse mit

der Höchststufe 7 („katastrophaler Unfall“) ein.
Die von der Katastrophe verursachten Kosten betragen laut japanischer Regierung etwa 190 Milliarden US-Dollar, laut dem Japan Center for Economic Research 500 bis 600 Milliarden US-Dollar.
Vier von sechs Reaktorblöcken des Kraftwerks wurden durch die Unfälle zerstört. Die japanische Regierung beschloss im März 2011 die Aufgabe des Kraftwerkes. Der Rückbau und die Entsorgungsarbeiten werden voraussichtlich 30 bis 40 Jahre lang dauern. Die Katastrophe führte in vielen Ländern zu einer größeren Skepsis oder einem Stimmungsumschwung zulasten der zivilen Nutzung der Kernenergie. Mehrere Länder nahmen Anpassungen an ihrer Kernenergiepolitik vor.. 57

Gebäudeenergiegesetz Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist ein deutsches Bundesgesetz. Es wurde 2020 vom Kabinett Merkel IV entworfen und im Bundestag verabschiedet, um die nationalen Klimaschutzziele im Gebäudesektor zu erreichen. Mit dem Gesetz wurde auch das Energieeinsparrecht für Gebäude vereinheitlicht, indem das Energieeinspargesetz, die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz darin aufgingen.[1] Es ist auch ein zentraler Baustein der deutschen Wärmewende.
Am 19. April 2023 billigte das Kabinett Scholz einen Entwurf zur Novelle des GEG (umgangssprachlich „Heizungsgesetz“), die nach einigen Änderungen schließlich am 8. September 2023 vom Deutschen Bundestag beschlossen wurde. Gemäß Gesetz wurden damit unter anderem folgende Sachverhalte relevant: Seit dem 1. Januar 2024 müssen Heizungen von Neubauten in Neubaugebieten zu mindestens 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Die Wärme von Wärmepumpen und Fernwärme gilt dabei bereits jetzt als erneuerbar. Mit verbindlichem Beschluss zur Ausweisung von Wärmenetz- und Wasserstoffnetzgebieten durch den kommunalen Gemeinderat (das Vorliegen einer Wärmeplanung reicht dafür nicht aus), spätestens aber ab Mitte 2026 (Kommune mit mehr als 100.000 Einwohnern) bzw. Mitte 2028 (Kommune mit weniger als 100.000 Einwohnern) müssen auch neue Heizungen in Bestandsbauten mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden.[2] Ab 2045 dürfen Heizkessel nicht mehr mit fossilen Brennstoffen betrieben werden (§ 72 Abs. 4). Um wirtschaftliche Verluste zu vermeiden, ist es daher naheliegend, dass bereits mindestens 20 Jahre vorher (Lebensdauer von Heizungsanlagen) Regelungen getroffen werden, um den Neueinbau von fossilen Heizungen zu begrenzen.
Bereits vor der viel diskutierten 2. Novelle sah das GEG Austauschverpflichtungen für bestimmte mehr als 30 Jahre alte, ineffiziente Standard- beziehungsweise Konstant-Temperaturkessel vor.[3] Befreit von dieser Austauschpflicht sind Eigentümer, die bereits vor 2002 in ihrem Gebäude wohnten.
Im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude sowie anderer Förderungen werden energetische Gebäudesanierungsmaßnahmen sowie der Umstieg auf konforme Heizungen unterstützt.. 73

ITER ITER (englisch für International Thermonuclear Experimental Reactor; lateinisch bedeutet das Wort „Weg, Marsch oder Reise“) ist ein Versuchs-Kernfusionsreaktor und internationales Forschungsprojekt mit dem Fernziel der Stromerzeugung aus Fusionsenergie. Der Reaktor beruht auf dem Tokamak-Prinzip und ist seit 2007 beim südfranzösischen Kernforschungszentrum Cadarache im Bau.
Forschungsschwerpunkte sind verschiedene Methoden und Konstruktionen zur Plasmaheizung, -diagnostik und -kontrolle und die Erprobung verschiedener Blanket-Konstruktionen zum Erbrüten von Tritium. Es soll ein Brennen des Plasmas bis zu einer Stunde erreicht werden, und die freigesetzte Fusionsleistung soll dabei die eingebrachte Heizleistung um das Mehrfache übersteigen. ITER wird im Vergleich zu seinem Vorgänger JET wesentlich größer und mit supraleitenden Magnetspulen ausgestattet. Beim Bau von ITER kam es bereits mehrfach zu Verzögerungen und Kostensteigerungen. Die Inbetriebnahme ist nun im Zeitraum 2034 bis 2036 geplant, Experimente mit Tritium ab 2039.
Falls sich mit ITER und der parallel durchzuführenden Werkstoffforschung an der International Fusion Materials Irradiation Facility (IFMIF) zeigt, dass das Tokamak-Bauprinzip in den Gigawatt-Bereich vergrößert werden kann, soll ein Nachfolgeprojekt namens DEMO Strom ins Netz einspeisen und einen geschlossenen Tritium-Kreislauf demonstrieren. Selbst Befürworter der Technologie räumen aber ein, dass es auf dem Weg dorthin noch zahlreiche ungelöste Probleme gibt.
ITER wird als gemeinsames Forschungsprojekt der sieben gleichberechtigten Partner EU, welche die 27 EU-Staaten, das Vereinigte Königreich und die Schweiz vertritt, USA, China, Südkorea, Japan, Russland und Indien entwickelt, gebaut und betrieben.[7] Die USA waren von 1998 bis 2003 vorübergehend aus dem Projekt ausgestiegen, Kanada ist seit 2004 nicht mehr dabei. Zwischen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) und dem ITER-Projekt wurde 2008 eine Zusammenarbeit auf Expertenebene vereinbart.[8] . 59

Kernfusion Als Kernfusion werden Kernreaktionen bezeichnet, bei denen je zwei Atomkerne zu einem neuen Kern verschmelzen. Kernfusionsreaktionen sind die Ursache dafür, dass die Sonne und alle leuchtenden Sterne Energie abstrahlen. Von entscheidender Bedeutung für das Zustandekommen einer Fusion ist der Wirkungsquerschnitt, das Maß für die Wahrscheinlichkeit, dass zusammenstoßende Kerne miteinander reagieren. Ausreichend groß ist der Wirkungsquerschnitt meist nur dann, wenn die beiden Kerne mit hoher Energie aufeinander prallen. Diese ist nötig, um die Coulombbarriere, die elektrische Abstoßung zwischen den positiv geladenen Kernen, zu überwinden oder ihr schmales Maximum zu durchtunneln. Jenseits der Barriere, bei einem Abstand von nur noch etwa 10−15 m, überwiegt die Anziehung durch die starke Wechselwirkung, und die Kerne verschmelzen miteinander. Fusionsreaktionen können exotherm (Energie abgebend) oder endotherm (Energie aufnehmend) sein. Exotherme Fusionsreaktionen können die hohen Temperaturen aufrechterhalten,

die nötig sind, damit die thermische Energie zu weiteren Fusionsreaktionen führen kann. Solche thermonuklearen Prozesse laufen in Sternen und Fusionsbomben unter extremem Druck ab. Im Gegensatz zur Kernspaltung ist eine Kettenreaktion mit Fusionsreaktionen nicht möglich. Die oben abgebildete Fusionsreaktion als thermonuklearer Vorgang soll in Zukunft der Stromerzeugung in Kernfusionsreaktoren dienen: Kerne von Deuterium (2H) und Tritium (3H) verschmelzen zu einem Heliumkern (4He) unter Freisetzung eines Neutrons (n) sowie von Energie (3,5 MeV + 14,1 MeV). In der Abbildung darunter ist die Bindungsenergie pro Nukleon der Nuklide dargestellt. Energie wird frei bei Reaktionen in aufsteigender Richtung der Kurve bzw. wird benötigt bei abfallender Richtung. Die Fusion von Wasserstoff (H) zu Helium-4 setzt besonders viel Energie frei.. 57

Kernspaltung Kernspaltung (englisch nuclear fission; lateinisch fissio ‚Spaltung') bezeichnet Vorgänge in der Kernphysik, bei denen ein Atomkern unter Energiefreisetzung in zwei oder mehr kleinere Spaltprodukte zerlegt wird. Typisch ist, dass bei der Spaltung Neutronen emittiert werden.
Seltener wird die Kernspaltung auch als Kernfission bezeichnet. Die Kernspaltung ist nicht zu verwechseln mit der Kernfusion, der Verschmelzung zweier Atomkerne – diese stellt die wesentliche Energiequelle der Sterne und auch unserer Sonne dar. Die Anwendung der Kernspaltungsreaktion hat seit ihrer Entdeckung bzw. dem Nachweis der Kernspaltung im Dezember 1938 durch die zivile Nutzung (Kernenergie) und die militärische Nutzung (Kernwaffen) große Bedeutung erlangt.[2] Sie hatte signifikanten Einfluss auf die Entwicklungen des Atomzeitalters, jedoch wurde die Radioaktivität bereits Jahrzehnte zuvor erforscht.. 55

Kernwaffentechnik Die Kernwaffentechnik beschäftigt sich mit Waffen, welche die Energie für eine Explosion aus Kernreaktionen – Kernspaltungen oder -verschmelzungen – beziehen. Die technische Entwicklung der Kernwaffen seit 1940 hat eine große Vielfalt unterschiedlicher Varianten hervorgebracht. Während konventionelle Explosivstoffe ihre Energie aus der chemischen Umsetzung des Explosivstoffes beziehen, setzen Kernwaffen große Energiemengen in kürzerer Zeit aus Kernprozessen frei, die Temperaturen im Millionen-Kelvin-Bereich erreichen. Dadurch wird jeder Feststoff in unmittelbarer Nähe zu einem heißen Gas verdampft. Durch die Erwärmung der umgebenden Luft und durch die verdampfenden Feststoffe kommt es zu einer schlagartigen Volumenexpansion, was neben der abgegebenen Hitzestrahlung zu einer starken Druckwelle führt. Sowohl Kernspaltung als auch Kernfusion erzielen ihren Energieumsatz aus der Differenz der Bindungsenergie der Nukleonen der beteiligten Atomkerne vor und nach der Kernreaktion. Während pro Kernfusion Energien von bis zu 14 MeV (vgl. Fusionsreaktor) und pro Kernspaltung sogar ca. 200 MeV (vgl. Spaltungswärme) freigesetzt werden, ergeben chemische Reaktionen nur Energie im Bereich einiger eV, im Falle von TNT ca. 38,6 eV (siehe Explosionskenngrößen) pro Molekül.. 64, 67

Kobaltbombe Eine Kobaltbombe ist eine Form der salted bomb (englisch für „gesalzene

Bombe“). Dabei werden große Mengen eines stabilen Isotops (in diesem Fall 59Co) im Mantel einer Fissions- oder Fusionsbombe verbaut. Durch die bei der Explosion freigesetzten Neutronen wird das 59Co in das radioaktive 60Co umgewandelt. Dieses hat eine Halbwertszeit von 5,26 Jahren; seine Radioaktivität nimmt demgemäß im Lauf von 50 Jahren auf etwa ein Tausendstel des anfänglichen Wertes ab. 60Co emittiert pro Kernzerfall zwei Gammaquanten hoher Durchdringungsfähigkeit. So soll ein Gebiet möglichst stark und längerfristig radioaktiv kontaminiert werden, um menschliches Überleben außerhalb von Bunkern auszuschließen. Es ist nicht bekannt, ob je eine solche Bombe gebaut wurde.. 69

kritische Masse Eine Menge spaltbaren Materials besitzt dann die kritische Masse, wenn von den bei jeder einzelnen Kernspaltung freiwerdenden Neutronen durchschnittlich genau eines eine weitere Spaltung auslöst; die übrigen Neutronen verlassen das Objekt oder werden absorbiert, ohne eine weitere Spaltung auszulösen. Die Reaktionsrate ist also konstant, der Multiplikationsfaktor ist gleich 1 – man spricht von Kritikalität. Übersteigt die vorhandene Masse die kritische Masse, wird pro Spaltung durchschnittlich mehr als eine weitere Spaltung ausgelöst, so dass die Reaktionsrate ansteigt. Man spricht dann von einer überkritischen Masse. Analog bezeichnet man ein multiplizierendes Medium mit einem Multiplikationsfaktor unter 1 als unterkritisch.
Die kritische Masse hängt von verschiedenen Faktoren ab, hauptsächlich:
dem verwendeten spaltbaren Material (Nuklid oder Nuklidgemisch), der Dichte und der Form des Objektes, der Anwesenheit von moderierenden oder Neutronen absorbierenden Substanzen und der Anwesenheit eines Neutronenreflektors um das Objekt.
Je höher die Dichte, desto geringer ist die kritische Masse. Die geringste kritische Masse wird benötigt, wenn das Objekt in Kugelform vorliegt. Bei anderen Formen als einer Kugel erhöht sich die kritische Masse, weil das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen und damit der Neutronenverlust nach außen größer werden.. 56, 65

Moderation Ein Moderator (lat. moderare ‚mäßigen) dient dazu, freie Neutronen, die bei ihrer Freisetzung meist relativ energiereich (also schnell) sind, abzubremsen. Die Abbremsung erfolgt dabei durch wiederholte elastische Streuung an leichten Atomkernen, also solchen von Nukliden niedriger Massenzahl (siehe auch elastischer Stoß). Die vom Neutron abgegebene Energie wird als Rückstoß vom getroffenen Atomkern aufgenommen; dieser gibt sie in weiteren Stößen als Wärme an die umgebende Materie ab. Das Wort Moderator kann das dazu verwendete Material oder auch ein fertiges Bauteil usw. bezeichnen. Diese „Moderation“ ist begrifflich zu unterscheiden von der Verlangsamung der Neutronen durch unelastische Streuung an mittelschweren Materialien wie z. B. Eisen (manchmal „Degradation“ genannt). Diese wird für Neutronen mit Energien im MeV-Bereich z. B. in Abschirmungen häufig eingesetzt, oft kombiniert mit nachfolgender Moderation. Bei der unelastischen

Streuung geht die vom Neutron abgegebene Energie hauptsächlich in Anregungsenergie des Atomkerns über; der Kern gibt sie anschließend als Gammastrahlung wieder ab.. 57

monopolistische Energiewirtschaftliche Strukturen Die Neuausrichtung des Energiesektors kollidiert mit den Interessen der etablierten Akteure der Energiewirtschaft, die einen Verlust von Marktanteilen und Profiten vermeiden wollen. Insbesondere die Unternehmen aus der nuklearen und fossilen Industrie mussten sich grundlegend neu positionieren. Während einige ihre Geschäftsmodelle schrittweise transformierten und neue Wertschöpfungsfelder integrierten, versuchten andere, neue rechtliche Regelungen zu verhindern oder in ihrem Sinne zu beeinflussen. Umweltorganisationen stehen der Energiewende zwar meist positiv gegenüber, weil Klimaschutz essenziell für den Erhalt von Lebensräumen ist. Sie kritisieren jedoch, dass der Ausbau der Erneuerbaren und der Netze den Schutz von Vogel- und Fledermausarten und ökologisch wertvollen Lebensräumen beeinträchtigen kann.. 61

Neutronenwaffe Eine Neutronenwaffe (enhanced radiation weapon) ist eine Wasserstoffbombe mit Deuterium-Tritium-Brennstoff, deren Bauweise im Wesentlichen dem Teller-Ulam-Design ähnelt. Die Bauart der Waffe ist auf eine maximale Neutronenausstrahlung und einen vergleichsweise geringen Fallout optimiert. Der Amerikaner Samuel T. Cohen entwickelte diese Waffe bereits 1958 und setzte sich massiv für deren Herstellung ein. Damit konnte er sich erst 1981 unter Präsident Ronald Reagan durchsetzen. Insgesamt 700 Neutronensprengköpfe wurden gebaut. Im Juni 1980 stellte auch der französische Staatspräsident Giscard d'Estaing die Entwicklung einer Neutronenbombe durch Frankreich in Aussicht, am 21. Juni wurde die erste Waffe auf dem Mururoa-Atoll getestet. 1988 testete die Volksrepublik China ihre erste Neutronenwaffe mit 1–5 kT Sprengkraft.[13] Die US-amerikanischen Neutronenbomben wurden 1992 bis 2003 unter den Regierungen von George H. W. Bush,[14] Bill Clinton und George W. Bush demontiert. Auch Frankreich demontierte seine Neutronenbomben nach Ende des Kalten Krieges.
Neutronenwaffen werden meist mit einem sehr kleinen primären Fissionssprengsatz gebaut. Beispielsweise hatte der amerikanische Sprengkopf Mk79 eine Sprengkraft von 1 kT, wobei 0,25 kT durch Kernspaltung von Plutonium und 0,75 kT durch Kernfusion freigesetzt wurden. Eine solche Bombe ist auch vergleichsweise klein. Der Sprengkopf enthält nur etwa 10 kg Spaltmaterial und wenige Gramm Deuterium-Tritium-Gas.
Im Gegensatz zu einer geboosteten Atombombe befindet sich das Deuterium-Tritium-Gas nicht innerhalb der Kernspaltungsanordnung, sondern außerhalb. Dadurch treffen die von der Kernfusion ausgehenden Neutronen nur zu einem kleinen Teil das Spaltmaterial und können zu einem größeren Teil ungehindert entweichen. Um möglichst wenig Neutronenstrahlung zu absorbieren, wird als Umhüllung des Fusionssprengstoffs kein Uran verwendet, sondern Wolfram. Auch andere Bauteile

werden bevorzugt aus Materialien gefertigt, die schnelle Neutronen wenig absorbieren, wie Chrom oder Nickel. Auch sekundäre Neutronenquellen können Verwendung finden.
Da aus der Kernfusion im Vergleich zur Kernspaltung besonders viele Neutronen frei werden, kann durch diese Anordnung eine Bombe gebaut werden, die bei vorgegebener Sprengkraft sehr viel mehr Neutronen freisetzt als eine normale Fusionsbombe – daher der Name. Technisch würde das Deuterium-Tritium-Gas unter hohem Druck in einer kleinen Kapsel aufbewahrt – mit wenigen Zentimetern Durchmesser. Das Gas muss aufgrund der Hochdrucklagerung nicht tiefgekühlt werden.
In der Literatur werden verschiedene, darunter einige mögliche (und einige vermutlich unmögliche) Bauformen für Neutronenwaffen diskutiert. Die real verwendete Bauform von Neutronenbomben ist weiter geheim.
Die Neutronenwaffe gilt als taktische Waffe, die Menschen und andere Lebewesen durch Strahlung töten, aber Gebäude weitgehend intakt lassen soll.[15] Die höhere Tödlichkeit bei geringeren strukturellen Schäden ist aber nur relativ zu anderen Kernwaffen zu verstehen. So werden auch bei einer Neutronenbombe noch rund 30 Prozent der Energie als Druckwelle und weitere 20 Prozent als thermische Strahlung abgegeben (bei Atomwaffen herkömmlicher Bauart liegen diese Werte bei etwa 50 Prozent und 35 Prozent). Eine Neutronenwaffe wäre etwa mit der Sprengkraft der Bombe von Hiroshima oder Nagasaki denkbar, allerdings mit weit erhöhten Strahlungsdosen. Die biologische Wirkung von starker Neutronenstrahlung ist weiterhin kaum erforscht.
Bei den taktischen Neutronenwaffen mit für gewöhnlich geringer Sprengkraft ist davon auszugehen, dass im Bereich der tödlichen Strahlung die meisten zivilen (nicht verstärkten) Gebäude zerstört werden. Die Effektivität größerer Neutronenwaffen ist umstritten, da die Neutronenstrahlung (vor allem in feuchtem Klima) durch den in der Luft enthaltenen Wasserdampf stark gedämpft wird.
Eine andere Anwendung der Neutronenwaffen war die Raketenabwehr (Anti-Ballistic Missile). Die Sprint-Rakete war mit einer Neutronenwaffe vom Typ W66[16] ausgestattet und sollte anfliegende nukleare Sprengköpfe in der Atmosphäre zerstören. Das Prinzip dahinter war, dass der hierdurch erzeugte Neutronenfluss das Spaltmaterial im Ziel-Sprengkopf seinerseits rapide aufheizen und dadurch bis zur Unbrauchbarkeit verformen sollte, um so eine Zündung zu verhindern.
Zu den taktischen und politischen Aspekten von Neutronenbomben siehe auch Kernwaffe. Zu einem Stationierungsort in Deutschland in den 1980er Jahren siehe Sondermunitionslager Gießen.. 67

Schmutzige Bomben Die Bezeichnung „schmutzige Bombe“ (engl. dirty bomb) oder „radiologische Bombe“ bezieht sich auf Waffen, deren Wirkung darauf beruhen soll, radioaktives Material mittels konventioneller Sprengstoffe am Angriffsziel zu verteilen, um die Umgebung zu kontaminieren, ohne dass eine Kernreaktion

stattfindet. Diese Waffen haben entweder nicht genügend spaltbares Material für die kritische Masse, keinen geeigneten Zündmechanismus, oder nutzen leichter zu beschaffende radioaktive Isotope, die für Kernreaktionen prinzipiell ungeeignet sind. Eine „schmutzige“ Bombe mit Plutoniumfüllung wäre theoretisch in der Lage, ein Zielgebiet aufgrund der Kontamination für lange Zeit unbewohnbar zu machen. Sie wäre ggf. für Terroristen interessant, die zwar Plutonium beschaffen könnten, jedoch nur in einer Menge unterhalb der kritischen Masse, oder aus technischen Gründen nicht in der Lage wären, den komplexen Zündmechanismus zu bauen.
Jedoch ist strittig, ob plutoniumbasierte dirty bombs in der Praxis wirklich effektiv wären, da die Aktivität von 239Plutonium auf Grund der langen Halbwertszeit (etwa 24.000 Jahre) gering ist; kurzlebige Isotope wie 137Cäsium oder 192Iridium weisen bei gleicher Menge eine deutlich größere Aktivität auf.
Der Begriff „schmutzige Bombe“ wurde früher auch für Kobaltbomben, Bomben mit „schmutziger“ zweiter oder dritter Stufe sowie für in Bodennähe gezündete Bomben verwendet.. 69

SMR Mit dem Begriff Small Modular Reactors (SMR; „deutsch kleine modulare Reaktoren“; auch umgangssprachlich als „Miniatomkraftwerk“ bezeichnet) werden kleine Kernreaktoren oder Kernkraftwerke bezeichnet, die verschiedenen Konzepten zufolge modular und teilweise kleiner als herkömmliche Reaktoren sein und daher z. B. in einer Fabrik vorgefertigt und anschließend an einen Montageort gebracht werden können. Es gibt mehr als 120 verschiedene Konzepte. Tatsächlich in Betrieb sind unter anderem ein Demonstrations-Projekt in China (HTR-PM) und zwei Reaktoren in Russland (KLT-40S), wobei letztere eine Abwandlung von üblichen Schiffsreaktoren sind.. 58, 61, 86

Stellaratoren Ein Stellarator ist eine torusförmige Anlage zum magnetischen Einschluss eines heißen Plasmas (Teilchengemisch) mit dem Ziel der Energiegewinnung durch Kernfusion (siehe Fusion mittels magnetischen Einschlusses und Kernfusionsreaktor). Der Name dieses Fusionskonzeptes soll an die Kernfusion als Energiequelle der Sterne (lateinisch stella „Stern“) erinnern. Ein rein toroidales Magnetfeld kann geladene Teilchen nicht vollständig einschließen. Der Stellarator löst dieses Problem durch eine komplexe, nicht rotationssymmetrische Magnetfeldgeometrie. Im alternativen Konzept des Tokamaks wird der vollständige Einschluss durch einen im Fusionsplasma fließenden elektrischen Strom erreicht.. 60

Tokamak Der Tokamak ist ein torusförmiger Typ eines Fusionsreaktors, der auf der Methode des magnetischen Plasmaeinschlusses beruht. Ein Plasma aus Wasserstoffisotopen in einem torusförmigen Gefäß wird durch ein starkes Magnetfeld zusammengehalten; dieses Feld wird – anders als im Stellarator – teilweise von einem im Plasma fließenden elektrischen Strom erzeugt. Die zurzeit (2019) leistungsfähigsten Anlagen zur Entwicklung der Fusionstechnik basieren auf dem Tokamak-Prinzip. Das Wort ist die Transkription des russischen , einer Abkürzung für „

“ (toroidalnaja kamera s magnitnymi katuschkami [t rai dal naia kam ra s mag nitn mi ka tu kami]), übersetzt „Toroidale Kammer mit Magnetspulen“. Zusätzlich bedeuten die ersten drei Buchstaben übersetzt „Strom“ und verweisen damit auf den Stromfluss im Plasma, die entscheidende Besonderheit dieses Einschlusskonzepts. Die Idee des Tokamaks geht auf den sowjetischen Wissenschaftler Oleg Alexandrowitsch Lawrentjew zurück, der seine Entwürfe 1950 per Post an die Parteispitze sandte. Sie wurden 1952 von Andrei Sacharow und Igor Tamm weiterentwickelt, um einen Prototyp zu planen. In den 1950er Jahren wurden in der Sowjetunion die ersten vorbereitenden Experimente durchgeführt. Als erster Tokamak gilt der sowjetische T3 von 1962.. 59

Tschernobyl Die Nuklearkatastrophe von Tschernobyl (russisch , ukrainisch Tschornobyl) war der bisher folgenschwerste Unfall in der Geschichte der friedlichen Nutzung der Kernenergie und der erste, der auf der siebenstufigen internationalen Bewertungsskala für nukleare Ereignisse in die höchste Kategorie katastrophaler Unfall (INES 7) eingeordnet wurde. Im Block 4 des Kernkraftwerks Tschernobyl nahe der ukrainischen Stadt Prypjat explodierte am 26. April 1986 um 01:23 Uhr Ortszeit (25. April, 23:23 Uhr MESZ) der Kernreaktor, so dass große Mengen an Radioaktivität in die Erdatmosphäre freigesetzt wurden. Vor allem Gebiete nordöstlich von Tschernobyl – in der Ukraine, in Weißrussland und Russland – wurden kontaminiert. Durch die Windverfrachtung von Radionukliden waren auch andere Länder Ost-, Mittel- und Nordeuropas von radioaktivem Niederschlag betroffen. Reaktor Nr. 4 mit dem alten Sarkophag, 2016

Ausgelöst wurde die Havarie während eines planmäßigen Sicherheitstests in Block 4, mit dem überprüft werden sollte, ob dem Reaktor auch bei einem Stromausfall noch genügend eigene Energie für seine Notkühlung zur Verfügung stünde. Aufgrund von Konstruktionsmängeln, über die das Bedienungspersonal nicht informiert worden war, und durch dessen Verstöße gegen die Sicherheitsvorschriften stieg die Leistung des Reaktors dabei unkontrollierbar an. Beim Versuch, ihn manuell abzuschalten, wurde wegen der Besonderheiten des RBMK-Reaktors die in den Brennelementen enthaltene Energie extrem schnell freigesetzt. Das führte zur Kernschmelze, zur Explosion und zur vollständigen Zerstörung der Reaktorhalle.

Die Zahl der Todesfälle durch die Tschernobyl-Katastrophe ist umstritten: Zum einen ist es methodisch schwierig, festzustellen, ob einzelne Krebsfälle eindeutig auf die Strahlenbelastung nach dem Unfall zurückzuführen sind. Zum anderen behinderte die auf Geheimhaltung bedachte Informationspolitik der Sowjetunion die Aufklärung der Havariefolgen. Laut offiziellen Angaben starben 31 Kraftwerksmitarbeiter und Feuerwehrleute unmittelbar infolge der Explosion und der Brandbekämpfung. Das Tschernobyl-Forum der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) schätzte im Jahr 2005 die langfristige Gesamtzahl der Todesopfer auf etwa 4.000, darunter besonders viele Liquidatoren, die die Aufräumarbeiten übernahmen, sowie Bewohner von Prypjat und weiterer stark kontaminierter Gebiete. Andere Schätzungen gehen

von mehreren Zehntausend Toten aus.
Noch im Jahr des Unfalls wurde über dem zerstörten Reaktor ein vorübergehender Schutzmantel aus Beton und Stahl errichtet, der „Sarkophag“. Darüber wurde von 2010 bis 2019 eine neue Schutzhülle gebaut, das „New Safe Confinement“, dessen Haltbarkeit und Schutzwirkung auf ca. 100 Jahre ausgelegt war. Infolge des russischen Überfalls auf die Ukraine wurde die Hülle jedoch 2025 durch einen Drohnenangriff schwer beschädigt. Nach 1986 wurde in einem Radius von 30 Kilometern um das Kernkraftwerk eine Sperrzone eingerichtet.. 57

Verbot von Kernwaffenversuchen Der Vertrag über das Verbot von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser wird auch Moskauer Atomteststoppabkommen oder Partieller Teststopp-Vertrag genannt. Die Englischen Bezeichnungen lauten, Limited Test Ban Treaty (LTBT), Nuclear Test Ban Treaty (NTBT), Partial Test Ban Treaty (PTBT) oder kurz Test Ban Treaty (TBT).
Der LTBT-Vertrag wurde am 5. August 1963 zur Unterzeichnung freigegeben. Er wurde ursprünglich zwischen den Atommächten USA, der Sowjetunion und Großbritannien (die drei Staaten auch bezeichnet als „Original Parties“) geschlossen. Frankreich und Kanada waren bei den Verhandlungen seit 1955 involviert, zeichneten den Vertrag jedoch nicht (siehe Test-Chronologie). Der Vertrag trat am 10. Oktober 1963 in Kraft.
Mit dem LTBT-Vertrag wurden alle vormals oberirdischen Tests auf unterirdische Tests beschränkt.
Der LTBT- bzw. PTBT-Vertrag ist auch bekannt als Atomteststoppvertrag und nicht zu verwechseln mit dem Umfassenden Atomteststoppvertrag (CTBT). Er ist außerdem nicht zu verwechseln mit dem Atomwaffensperrvertrag (NVV) (Non-Proliferation Treaty, NPT) zu verwechseln. Der Vertrag verbietet Atomwaffentests und andere Kernexplosionen, die in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser (Hoheitsgewässer und Hohe See) durchgeführt werden, sowie Explosionen, in deren Folge radioaktiver Niederschlag (Fallout) außerhalb der Grenzen des Landes gelangt, das die Explosion durchführt.
Mit dem LTBT-Vertrag wurden alle vormals oberirdischen Tests auf unterirdische Tests beschränkt. Dies war ein bedeutender Schritt zur Kontrolle von Atomwaffen.. 65

Wendelstein 7-AS Wendelstein 7-AS war eine experimentelle Anlage zum Einschluss eines heißen Plasmas mit dem Ziel der Entwicklung eines Kernfusionsreaktors zur Energiegewinnung. Die Anlage basiert auf dem Prinzip des Stellarators, in dem Plasmen von Magnetfeldern eingeschlossen sind, die ausschließlich von stromdurchflossenen Spulen außerhalb erzeugt werden. Im Gegensatz dazu wird beim Tokamak-Prinzip die benötigte Verdrillung der magnetischen Feldlinien durch einen

Strom erzeugt, der im Plasma selbst fließt.
Wendelstein 7-AS (für „Advanced Stellarator“) war weltweit der erste einer neuen Klasse von fortgeschrittenen Stellaratoren mit modularen Spulen und wurde von 1988 bis 2002 in Garching vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik betrieben. Die Anlage war sehr erfolgreich und trug entscheidend zur Entwicklung dauerbetriebsfähiger Stellaratoren bei.[1]
Die seit 2002 in Greifswald im Aufbau befindliche Nachfolgeanlage Wendelstein 7-X wurde 2014 fertiggestellt und nahm im Dezember 2015 den Betrieb auf. Hierbei soll mit Plasmen im Langzeitbetrieb die Reaktortauglichkeit der gewählten Anordnung untersucht werden.. 58

Wendelstein 7-X Wendelstein 7-X (W7-X) ist eine Experimentieranlage zur Erforschung der Kernfusionstechnik, die in Greifswald vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) betrieben wird.
Die Hauptkomponente ist ein Stellarator. Mit W7-X sollen die physikalischen und technischen Grundlagen untersucht sowie die prinzipielle Kraftwerkstauglichkeit von Kernfusionsreaktoren des Stellarator-Typs demonstriert werden; für eine nennenswerte Freisetzung von Fusionsenergie ist diese Anlage nicht vorgesehen. Andere Forschungsanlagen wie der im Bau befindliche ITER arbeiten nach dem Tokamak-Prinzip. Für welches Reaktorkonzept man sich bei einem zukünftig eventuell realisierbaren Fusionsleistungsreaktor entscheiden wird, ist zurzeit noch nicht abzusehen.
Kernstück der Anlage ist ein torusförmiger Magnetfeldkäfig mit einem Radius von 5,5 Metern, der das 100 Millionen Grad heiße Plasma einschließt. Dieser Käfig besteht aus einem Kranz von 50 supraleitenden, etwa 3,5 Meter hohen Magnetspulen aus Niob-Titan. Die Masse des eingeschlossenen Plasmas beträgt nur 5 bis 30 Milligramm, die sich auf ein Volumen von etwa 30 Kubikmetern verteilen.[1] Die Anlage ist neben dem Large Helical Device in Japan die weltweit größte Forschungsanlage vom Typ Stellarator.
In der Anlage wurde Ende 2015 das erste Helium-Plasma[2], Anfang 2016 das erste Wasserstoff-Plasma erzeugt.[3] Um ein flexibles Experimentieren zu ermöglichen, verwendet Wendelstein 7-X im Gegensatz zu ITER und den für die Zukunft geplanten Kernfusionsreaktoren kein Gemisch aus Deuterium und radioaktivem Tritium, sondern in der ersten Experimentphase ein Plasma aus reinem gewöhnlichem Wasserstoff, so dass keine Neutronen freigesetzt werden. Später soll ein Protium-Deuterium-Gemisch verwendet werden, das dann zu Helium-3 oder Tritium fusioniert. Allerdings ist bei den geplanten Temperaturen und Dichten die Fusionsrate sehr gering, so dass nur wenige Neutronen freigesetzt werden. Die Aktivierung der Reaktormaterialien ist dadurch im Vergleich mit zukünftigen Leistungsreaktoren sehr gering. Das Experiment Wendelstein 7-X soll in erster Linie die Einschlusseigenschaften eines optimierten Stellarators sowie dessen Dauerbetriebsfähigkeit untersuchen.[4] 2025 stellte das Fusionsprojekt in einer 43 Sekunden

langen Entladung einen neuen Rekord des Tripelproduktes für langlebige Plasmen auf. . 58

Wärmepumpen Eine Wärmepumpe ist allgemein eine Kraftwärmemaschine,[1] die unter Aufwendung technischer Arbeit thermische Energie aus einem Reservoir mit niedrigerer Temperatur (in der Regel ist das die Umgebung) aufnimmt und – zusammen mit der Antriebsenergie – als Nutzwärme auf ein zu beheizendes System mit höherer Temperatur überträgt. Umgangssprachlich ist damit meist die Wärmepumpenheizung gemeint, die in Gebäuden für Heizzwecke eingesetzt wird.
Weitere Anwendungen sind die Brauchwassererwärmung, die Erzeugung von Prozesswärme und der Einsatz in Wäschetrocknern. Den Kreisprozess der Wärmepumpe verwendet man auch zum Kühlen (so beim Kühlschrank oder der Klimaanlage). Im Gegensatz zur Wärmepumpe ist beim Kälteprozess die aus dem zu kühlenden Raum abgeführte Wärme die Nutzenergie, die zusammen mit der Antriebsenergie als Abwärme an die Umgebung abgeführt wird.. 74

Wärmewende Die Wärmewende (englisch energy transition in heating) ist neben der Stromwende und der Verkehrswende eine der drei Säulen der Energiewende. Ziel der Energiewende ist es, den Verbrauch fossiler Brennstoffe drastisch zu reduzieren oder im Idealfall auf Null zu senken, also Klimaneutralität zu erreichen. Damit soll der mit der Verbrennung von fossilen Energieträgern verbundene Ausstoß von Treibhausgasen beendet und somit die weitere Erderwärmung verhindert werden.
Da der Gebäudesektor eine erhebliche Quelle für Treibhausgasemissionen ist, ist aus Klimaschutzgründen eine Umstellung der Wärmeversorgung nötig. Diese „Wärmewende“ basiert dabei auf zwei grundlegenden Strategien, die sich gegenseitig ergänzen müssen: dem Einsatz erneuerbarer Energien sowie der Steigerung der Energieeffizienz.
Die Wärmewende ist ein sozialer Prozess und kann – wie viele andere soziale Prozesse auch – durch politische Entscheidungen beeinflusst werden.. 75