

ENERGIEREFORM MIT KERNENERGIE FÜR DEUTSCHLAND

TECHNISCHE OPTIONEN, SOZIOTECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN, HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

ANNA VERONIKA WENDLAND¹

OKTOBER 2026

- Ein **hoher Kernenergieanteil im deutschen Strommix würde das Gesamtsystem deutlich günstiger, klimafreundlicher und versorgungssicherer machen** als die Fortführung der herkömmlichen Energiewende. Das gilt sogar dann, wenn man für den Neubau von Kernkraftwerken hohe Kosten ansetzt.
- **Deutschland hat vier technologische Optionen:** Rückbau-Moratorium und Modernisierung von Bestandsanlagen der Reaktorgeneration 2; Neubauprogramm von großen Druckwasserreaktoren der Generation 3; Small Modular Reactors; Kernfusion. Die ersten beiden Optionen erscheinen als die realistischsten, da sie sofort baubar sind und den enormen Strombedarf unseres Industriestandorts adressieren. Die letztgenannten sind vielversprechend für die Zukunft, aber aktuell nicht am Markt zu haben. Deutschland ist in der Stellerator-Fusionsforschung führend und sollte auf jeden Fall an diesem Projekt weiterarbeiten.
- **Kernkraftwerke sind** gute Lastfolgeanlagen und **günstig mit Erneuerbaren Energien kombinierbar** – vorausgesetzt, sie haben einen signifikanten Anteil von mindestens 40 Prozent am Strommix. Das wiederum setzt voraus, dass wir uns vom Ausbau der Erneuerbaren als Selbstzweck um jeden Preis verabschieden.
- **Kernkraftwerke sind fit für den Klimawandel.** Dank Kühltürmen, geschlossener Kühlkreisläufe, flexibler Fahrweisen und diversitärer Wasserversorgungen können sie auch in extremen Dürreperioden am Netz sein. Bereits die deutschen Bestandsanlagen hatten diese Eigenschaften. Selbst im zurückliegenden Dürresommer waren Ausfälle von Kernkraftwerken in der EU die Ausnahme, auch wenn die Berichterstattung häufig das Gegenteil suggerierte.
- Die **sichere Verwahrung der Atomabfälle** in geologischen Tiefenlagern ist eine wissenschaftlich-technisch ausgereifte Lösung und in Finnland bereits ausgeführt. In Deutschland verhinderten bislang vor allem politischen und kulturelle Ursachen die zügige Bestimmung eines Endlagerstandorts.
- Der erste Schritt zu einer Energiereform mit Kernenergie ist ein **Rückbaumoratorium** und die **Änderung des Atomgesetzes**, damit der Bau von Kernkraftwerken rechtlich wieder möglich wird. Darauf sollten Entscheider in Politik und Wirtschaft jetzt hinwirken.

¹ Ich danke an dieser Stelle Rainer Moormann (für den Themenbereich Nuklearsicherheit und Nukleartechnik) sowie Jochen Weimann, Stefan Kooths, Martin Wiesmann und Manuel Frondel für die gemeinsamen Vorüberlegungen und Debatten, die in dieses Diskussionspapier eingegangen sind.



EXECUTIVE SUMMARY

1. Die Herausforderung.

Der Industriestandort Deutschland steht vor immensen Herausforderungen. Er soll in den geopolitischen Verwerfungen des 21. Jahrhunderts bestehen. Strategische Industrien (Chemie, Stahl, Pharmazie) sollen im Land prosperieren oder neu entstehen (KI, Robotik, Rüstung). Gleichzeitig will Deutschland angesichts des fortschreitenden Klimawandels eine CO₂-arme Energieversorgung aufbauen, die primär auf Elektrifizierung beruht. Für dieses Vorhaben braucht Deutschland nach Studienlage zwei- bis fast dreimal so viel Strom wie heute, nämlich 1000-1400 Terawattstunden im Jahr.

2. Die aktuelle Situation.

Mit der real existierenden deutschen Energiewende, die im Wesentlichen auf einer Bevorzugung der Erneuerbaren als Selbstzweck beruht, ist dieses Ziel nicht erreichbar, ohne den Standort zu gefährden. Eine ausschließlich auf wetterabhängigen Erneuerbaren und Batteriespeichern beruhende Stromversorgung ist für die deutschen klimatischen und wirtschaftsgeografischen Randbedingungen suboptimal. Die zur Absicherung von Sonnen- und Windstrom benötigten Infrastrukturen erzeugen nicht mehr tragbare Systemkosten. Allein der Netzausbau, der zu größten Teilen vom EE-Ausbau getrieben wird, wird neueren Studien zufolge 1,2 Billionen Euro kosten. Deutschland hat mit die höchsten Stromkosten in der EU, während die Dekarbonisierungserfolge der Elektrizitätswirtschaft weit hinter denen von Ländern zurückstehen, die Kernenergie in Kombination mit Erneuerbaren nutzen.

3. Die Lösung: Ein Stromsystem aus Erneuerbaren und Kernenergie mit einem hohen Kernenergieanteil.

Ein solches System ist unter deutschen Randbedingungen deutlich günstiger, sicherer und einfacher als die Fortschreibung der Energiewende. Deutschland bräuchte für eine kosten- und emissionsoptimierte Stromversorgung mindestens 430 Terawattstunden im Jahr aus Kernenergie. Erreichbar ist das mit dem Erhalt und der Modernisierung deutscher Bestands-Kernkraftwerken und einem strategischen Neubau-Programm im Umfang von rund 50 GW Kernenergie, die nach konservativen Schätzungen (7000 EUR/kW für das sehr teure Projekt Olkiluoto-3 nach Quantified Carbon 2025a) mit Baukosten von ca. 350 Milliarden Euro zu Buche schlagen würden. Legt man eine Serialisierung und Standardisierung des Kernkraftwerksbaus zugrunde, liegen die Kosten deutlich unter dieser Marke.

4. Kernenergie ist eine Klimaschutztechnologie und ideal geeignet für den Industriestandort Deutschland.

Kernkraftwerke vereinen die Klimafreundlichkeit der Windkraft mit der Zuverlässigkeit der Kohlekraft. Sie liefern planbare, regelbare, gesicherte, CO₂-arme (5-12 g CO₂eq/kWh) Leistung für Industriestromkontrakte.

Sie sind gute Lastfolgeanlagen und bringen daher genügend Flexibilität mit, um mit Erneuerbaren zusammengespannt zu werden. Kernkraftwerke sind auch fit für den Klimawandel: schon die deutschen Bestandsanlagen zeigten bei extremem Niedrigwasserereignissen und hohen Flusswassertemperaturen eine exzellente Verfügbarkeit. Kühltürme, geschlossene und diversitäre Kühlwasserversorgung sind bei Neubauten Standard.

5. Technologische Optionen

Es stehen **vier technische Strategien** zur Debatte, die alle ihre Berechtigung haben. Deutschland sollte die Vorteile aller vier Strategien nutzen.

SOFORT MACHBAR

Modernisierung noch vorhandener Druckwasserreaktoren der Generation 2

- kostengünstig (ca. 8,5 Mrd € für 7 GW)
- schnell machbar (2032 am Netz)
- Reaktorsicherheit: deutsche Anlagen vergleichbar mit Anlagen der Generation 3
- Atommüllaufkommen: ca. 40 Tonnen abgebrannte hochradioaktive Brennelemente pro Reaktor und Jahr

MITTEL- UND LANGFRISTIG MACHBAR / FORSCHUNGSOFFENSIVE

Generation 4 / Small Modular Reactors

- inhärent sicher
- serielle Komponentenfertigung verspricht Kostensenkung
- ideal für Industrieanwendungen
- Verkleinerung des Atommüllaufkommens
- noch keine Anlagen am Markt (Erwartung Mitte der 2030er)
- genehmigungsrechtliches Neuland für Einsatz in Ballungsgebieten

Neubau Druckwasserreaktoren der Generation 3

- 50 GW für Szenario aus Punkt 2
- = 31 1600-MW-Blöcke Typ EPR
- = 310 Mrd. €, Planungs- und Bauzeit ca. 15 Jahre
- ausgereifte und in der EU lizenzierte Anlagen
- exzellente Sicherheitseigenschaften
- ...aber nicht inhärent sicher
- ähnliches Atommüllaufkommen wie bei den Bestandsanlagen

Fusions-Kernkraftwerke

- quasi atommüllfrei
- inhärent sicher
- leicht beschaffbarer „Brennstoff“ (schwerer Wasserstoff und Lithium)
- deutsche Forschung in der Weltspitze
- ...aber Industriereife nicht absehbar

6. Ein neues Mindset: Ökomoderner Aufbruch.

Der Wiedereinstieg in die Kernenergie ist nicht nur eine technische Operation. Er ist eine Disruption und ein Ende der heute bekannten Energiewende. Um ihn zu bewerkstelligen, brauchen Entscheider, Gesellschaft und Behörden ein neues Mindset. Die Disruption muss als ökomoderner Aufbruch kommuniziert werden, nicht als Zerstörungsprojekt der Erneuerbaren. Die Botschaft muss vielmehr lauten: Die Nullsummenspiel-

Kommunikation („EE gegen Kernenergie“) der letzten Jahrzehnte hat uns in die heutige Krise getrieben. Die Zukunft gehört einem integrierten erneuerbar-nuklearen System, das in der EU erfolgreiche Vorbilder hat.

7. Bausteine einer Energiereform: Handlungsempfehlungen

Prioritäten setzen	• Atomgesetzänderung zur Legalisierung der Kernenergie • Abriss-Stopp der Bestandsanlagen • beschleunigte Endlagersuche
Systemoptimierung statt fester politischer Vorgaben	• Systemoptimierung: der preiswerteste, stabilste und sauberste Strommix wird angestrebt, nicht feste Ausbauziele für bestimmte Technologien • alle oder keiner: EE-Förderung idealerweise abschaffen oder – hilfsweise – Förderung auch für Kernenergie zugänglich machen (vgl. EU-Taxonomie für nachhaltige Investments)
Planungssicherheit	• Staatsvertrag oder andere Formen von Planungssicherheit für Kernenergie • <i>Social licence to operate</i> durch gelingende öffentliche Kommunikation und Nuclear Literacy beschleunigte Endlagersuche
Kerntechnische Diversität	• baubare DWR planen • SMR erproben • Forschungsoffensive für Fusion
Deregulierung und Reform der Atomaufsicht	• Entschlackung der überbordenden Dokumentationspflichten • Beschleunigung von Genehmigungsverfahren • keine Abstriche an der Reaktorsicherheit • Vereinheitlichung des kerntechnischen Regelwerks • Unabhängige Bundesbehörde für Atomaufsicht nach Schweizer Vorbild
Nuclear Literacy	• Bildungs- und Aufklärungsoffensive über Radioaktivität und Kerntechnik statt Atomangstkommunikation • Outreach der Anlagen und des künftigen Endlagerstandorts

**Fachlichkeit der Umweltbehörden-(BMUKN, BASE, UBA)
wiederherstellen**

- Distanz zu den widerstreitenden Positionen in der Energiedebatte
- Konzentration auf Kernaufgaben der Umweltaufsicht
- Nahverhältnis zu Umwelt-NGOs, Energiewende-Lobbyisten und atomkritischen Wissenschaftsinstitutionen beenden
- Begutachtungswesen und Kommunikation evaluieren und neu aufstellen

ENERGIEREFORM MIT KERNENERGIE FÜR DEUTSCHLAND

1. SITUATIONSBSCHREIBUNG

Seit mehreren Jahren befindet sich Deutschland in einer **strukturellen Deindustrialisierung**, die unter anderem mit den nicht konkurrenzfähigen Energiekosten am deutschen Standort zusammenhängt. Das hat vor allem mit den **hohen Systemkosten einer von volatilen erneuerbaren Energien (EE) dominierten Elektrizitätswirtschaft** zu tun. Sollen die wetterabhängigen EE gesicherte Leistung werden, d.h. jederzeit planbar verfügbar sein und bedarfsgerecht einspeisen, benötigen sie zusätzliche Infrastrukturen zu ihrer Absicherung, die zusätzliche Kosten verursachen, die aber in der deutschen Debatte in der Regel nicht als EE-Kosten dargestellt und wahrgenommen werde. Dazu gehören:

- Der für Wind- und Solarkraftwerke benötigte Netzausbau (Offshore-Windkraft-Anbindung, überregionale Stromtrassen von den Küsten nach Süddeutschland, Ausbau des Niederspannungsnetzes für Aufnahme der PV-Produzentenströme). Allein für diesen Netzausbau werden bis zu 1,2 Billionen Euro an zusätzlichen Kosten veranschlagt (Bothe et al. 2025).
- Redispatch (Netzengpassmanagement durch Eingriffe in die Erzeugungsleistung von Kraftwerken) des konventionellen Kraftwerksparks für die Bereitstellung von Regelleistung. Im Jahr 2025 erzeugte das Engpassmanagement Kosten von 3,1 Milliarden Euro (Korb 2026).
- Eine Backup-Infrastruktur aus Gaskraftwerken und Batteriespeichern zum Ausgleich wetterbedingter Über- und Unterproduktion der EE. Bis Mitte 2027 sollen 11 Gigawatt Erzeugungsleistung ausgeschrieben werden (BGBI 2026). Die Finanzierung soll „voraussichtlich 2027“ in einem Kapazitätsmarktgesetz festgelegt werden (Bundesregierung 2026). Die Kosten können daher derzeit nur aufgrund älterer Angaben geschätzt werden. Pro GW Gaskraftwerksleistung werden rund eine Milliarde Euro Baukosten angesetzt. Basierend auf den Angaben der Ampel-Regierung über die Förderung der seinerzeit geplanten Gaskraftwerksleistung könnte sich die staatliche Förderung insgesamt auf 10,7 Milliarden Euro belaufen (eigene Berechnung auf Grundlage BMWK 2024²).

² BMWK 2024, S. 33, Randnummer 146, gibt insgesamt 12,2 Milliarden EUR Förderung für 12,5 GW Gaskraftwerksleistung für einen Förderzeitraum von 2029 bis 2045 an.

- Daneben entstehen Kosten durch die anhaltende Subventionierung der EE sowie für die Subventionierung des Industriestrompreises, der aus den oben genannten Gründen zu hoch ist. Sie betragen aktuell rund 30 Milliarden Euro pro Jahr (Stratmann 2025)

All diese Kosten sind in der Energiedebatte lange Zeit verschwiegen worden, u.a. wegen der ausschließlichen Bezugnahme auf Anlagen-Stromgestehungskosten statt auf Systemkosten (Kost et al. 2024). Ein Teil dieser Systemkosten wurde in den Staatshaushalt verschoben und auf diese Weise der Strompreisdebatte entzogen, z.B. Industriestrompreis, EEG-Förderung und die zukünftige Gaskraftwerksförderung.

Gleichzeitig ist die **CO₂-Bilanz der Stromerzeugung** in Deutschland trotz aller Anstrengungen zum EE-Ausbau **eine der schlechtesten in der EU**. Im Jahr 2025 betrug die CO₂-Bilanz der deutschen Stromerzeugung 339 g CO₂eq/kWh, die Frankreichs 32 g CO₂eq/kWh (Electricitymaps 2026a). Die Ergebnisse der Energiewende stehen somit in einem sehr ungünstigen Verhältnis zu Aufwand und Kosten. Diese **Befunde sind vor allem deswegen alarmierend**, weil die Klimaschutzstrategie der Bundesrepublik Deutschland nach wie vor auf die Elektrifizierung aller Sektoren inklusive Wärmemarkt und Verkehr („Sektorkopplung“) setzt. Der Stromsektor ist also von zentraler Bedeutung für die Zukunft des Industriestandorts und die Erreichung der Klimaschutzziele und soll massiv ausgebaut werden. Je nach Studie wird der Strombedarf Deutschlands im Jahr 2045 auf 1000 bis 1400 Terawattstunden pro Jahr geschätzt, d.h. das Doppelte bis nahezu Dreifache des heutigen Verbrauchs (Ragwitz et al. 2023, 71; Brandes et al. 2021, 23-24). Wird er aber weiterhin nur mit wetterabhängigen EE ausgebaut, potenzieren sich die oben genannten Kosten. Der Bundesrepublik drohen überdies EU-Strafzahlungen, weil sie die Reduktionsziel der EU Effort Sharing Regulation nicht erreicht. Die Zielverfehlung um 255 Millionen Tonnen CO₂ könnte den deutschen Staat 38 Milliarden Euro zusätzlich kosten (UBA 2026).

Ein **Lösungsvorschlag** für den Ausgang aus dieser Situation ist eine **Energiereform mit Wiedereinstieg in die Kernenergienutzung, beginnend mit einem Abriss-Stopp der im Rückbau befindlichen Kernkraftwerke**. Die Kernenergie ist in ihrer CO₂-Lebenszyklus-Bilanz der Windkraft vergleichbar (Medianwert für Kernenergie 12 g CO₂eq/kWh, für Windkraft 11 g CO₂eq/kWh, Schlömer et al. 2014; UNECE 2022, 45 gibt sogar nur 5,13 g CO₂/kWh an). Anders als Windkraft und Solarenergie stellt Kernenergie aber wetterunabhängige, regelbare, planbare und gesicherte Leistung zur Verfügung. Das macht sie zu einer guten Klimaschutztechnologie im Bereich der Stromversorgung unter den klimatisch-geografischen Randbedingungen Deutschlands mit langen Wintern und häufigen Dunkelflaute-Ereignissen.

Das Debattentabu über Kernenergie ist seit ca. 2020 im Zuge der Klimadebatte, spätestens aber seit der russischen Vollinvasion in die Ukraine 2022 gebrochen (Moormann und Wendland 2020a, 2020b; GEO 2021). Seitdem ist eine allmähliche Diskursverschiebung zu beobachten. Umfragedaten zeigen, dass eine deutliche Mehrheit der Deutschen den Atomausstieg für einen Fehler hält. Allerdings hat sich keine absolute Mehrheit für den Neubau von Kernkraftwerken gebildet – diese Quote lag im Frühjahr 2026 zwischen 32% und 40%, (Radiant Energy Group 2026b, Tagesspiegel 2026). Gleichwohl ist das eine erhebliche Veränderung zugunsten der Kernenergie im Vergleich zur Situation nach der KKW-Laufzeitverlängerung unter der schwarz-gelben Koalition von 2010, als fast 80 Prozent der Deutschen die Kernenergie ablehnten oder „eher“ ablehnten – noch vor dem Großen Nordostjapanischen Beben vom 11. März 2011 und dem von ihm ausgelösten Reaktorunfall im KKW Fukushima Daiichi, der die Werte nochmals nach oben getrieben haben dürfte (Statista 2026). Heute liegt der Wert der Ablehnung bei 34% (Radiant Energy Group 2026b). Doch wurde auch in der Energiekrise von 2022 kein neuer Weg eingeschlagen, da die damalige Ampel-Regierungskoalition sich insbesondere auf Betreiben der Grünen nicht auf eine Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken einlassen wollte (Wendland 2024). Die Stromproduktion aus Kernenergie wurde im Frühjahr 2023 beendet.

Das deutsche fissionstechnische Know-how (Lehrstühle und Simulatorzentren, kerntechnischer Nachwuchs auf den Anlagen, nuklearer Maschinenbau, Zulieferer und Dienstleister, Qualifikation der Beschäftigten in der bundeseigenen Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) und im Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) wird seitdem immer weiter dezimiert, eine Wiederinbetriebnahme der abgeschalteten Reaktoren wird mit fortschreitendem Rückbau unwahrscheinlicher. Mitte 2026 sind in den 2021 und 2023 abgeschalteten letzten fünf Druckwasserreaktoren mindestens der Primärkreislauf geschnitten und Kerneinbauten zerlegt, in allen Anlagen bis auf Brokdorf sind Großkomponenten (Druckhalter, Dampferzeuger, Generatoren) demontiert, (eigene Erhebung Wendland 2026; Radiant Energy Group 2026a). Zwar betonen international tätige kerntechnische Unternehmen mit Erfahrungen bei der Modernisierung von Kernkraftwerken, dass auch aus diesem Zustand heraus eine Rettung der deutschen Druckwasserreaktoren möglich sei (Radiant Energy Group 2026a). Doch mit Ausnahme von AfD und FDP setzt sich keine politische Partei für die Wiederinbetriebnahme der Bestandsanlagen ein. Ähnlich sieht es mit dem Bekenntnis zum Neubau von Kernkraftwerken aus.

Mit der sich verschärfenden Wirtschaftskrise mehren sich die Rufe nach einer Revision des Atomausstiegs in den bürgerlichen Parteien. In öffentlichen Debatten wird aber wenig konkret und auch mit wenig gesichertem fachlichen Hintergrund diskutiert. Daher

ersetzen häufig Images und Framings das gesicherte Wissen über unsere kerntechnischen Optionen – und es fehlt an Überlegungen darüber, wie für diese Optionen Akzeptanz hergestellt werden könnte. An diesem Defizit setzt das vorliegende Papier an. Es versucht einerseits technisch über die Anlagen-Optionen und die Voraussetzungen für einen Wiedereinstieg zu informieren, andererseits aber auch die *soziotechnische* Dimension der Fragestellung auszuleuchten und Handlungsempfehlungen zu entwickeln.

2. TECHNISCHE STRATEGIEN

Fragt man nach einer möglichen Rolle der Kernenergie in einer deutschen Energiereform, dann gibt es vier Strategien, die sich auch in ihrer technischen und sicherheitstechnischen Ausformung unterscheiden lassen. Die erste Strategie besagt, aus Gründen der sofortigen Umsetzbarkeit und aus Kostengründen die „niedrig hängenden Früchte“ zu ernten und die im Rückbau befindlichen Bestandsanlagen (Generation 2) zu retten. Die zweite Strategie besagt, auf bewährte Reaktorkonzepte in Form sicherheitstechnisch fortgeschrittener Druckwasserreaktoren (Generation 3) zu setzen. Die dritte Strategie besagt, auf neuartige, aber noch nicht im Industriemaßstab zur Verfügung stehende Reaktorkonzepte der Generation 4 zu setzen. Die vierte Strategie beinhaltet eine Konzentration auf die Entwicklung von Fusionsreaktoren. Natürlich sind auch Kombinationen der Strategien denkbar. Im Folgenden werden die vier Strategien vorgestellt und die damit zusammenhängenden Fragen der kerntechnischen Sicherheit und der Kosten skizziert.

2.1. Rückbaumoratorium und Modernisierung der Bestandsanlagen der Generation 2

Eine **Erhaltung und Modernisierung der Bestandsanlagen ist der kostengünstigste Weg, um wieder einen signifikanten Kernstromanteil in Deutschlands Strommix zu etablieren. Sie ist technisch immer noch möglich** (Radiant Energy Group 2026a). Mit den in der Gruppe A aufgeführten Anlagen (Abb.1), deren Reaktivierung am realistischsten erscheint, könnte man immerhin auf den Stand von 2021 zurückkehren, als ca. 10% der deutschen Stromversorgung durch Kernenergie bestritten wurden. Dies würde sich bei gleichzeitigem Ausbau der EE leicht mindernd auf die Strompreisentwicklung auswirken (Egerer et al. 2022 nennen -14% mit Bezug auf drei Kernkraftwerke, bei mehr Anlagen dürfte sich der Preiseffekt deutlicher auswirken).

Bei den für eine Modernisierung in Frage kommenden Bestandsanlagen handelt es sich größtenteils um Druckwasserreaktoren der Generation 2. Diese letzten deutschen AKW waren hochzuverlässige Anlagen, die bis zu 90% der möglichen Jahresvollaststunden am Netz waren (IAEA PRIS 2026). Zum Vergleich: der durchschnittliche Lastfaktor von

Windkraft in Europa liegt zwischen 22% (onshore) und 34% (offshore) (Wind Europe 2026), der von Photovoltaik in Deutschland bei 12% (Wirth 2026, 43). Die Stromgestehungskosten von Bestandsanlagen deutschen Fabrikats lagen in der Vergangenheit um 4 Cent pro Kilowattstunde, was auf Höhe der günstigsten EE-Erzeugungskosten liegt. 2022 bot die PreussenElektra daher einen Atom-Industriestrompreis von 6 Cent pro Kilowattstunde an (Graeber 2023).³



Abb. 1: Reaktivierbare Kernkraftwerke nach Radiant Energy Group 2026a

Anders als häufig behauptet wird, konnten sich diese Kernkraftwerke auch flexibel der schwankenden Stromproduktion aus Erneuerbaren anpassen, da sie schon in ihrer Planungsphase als Lastfolgeanlagen konzipiert wurden und diese Fähigkeit seit den 2010er Jahren auch sehr erfolgreich unter Beweis stellten (GRS 2020, Kosowski und Dierks 2021). Eine Wiederinbetriebnahme der fünf vielversprechendsten Anlagen wäre – eine rasche politische Entscheidung mit Rückbaumoratorium und Atomgesetzänderung vorausgesetzt – vor 2032 möglich. Als Kosten für die insgesamt 7 Gigawatt Kraftwerksleistung werden 8,5 Milliarden Euro angegeben. Zum Vergleich: der (teure) finnische KKW-Neubau Olkiluoto-3 (1,6 GW) kostete rund 10 Milliarden Euro (Radiant Energy Group 2026a).

Leistungsreaktoren der Generation 2 haben im Vergleich zu den unten diskutierten moderneren Anlagen zwei Nachteile, nämlich das große Inventar an Spalt- und

³ Als öffentlich verfügbarer Richtwert kann der Geschäftsbericht einer Schweizer Anlage deutscher Bauart, Gösgen, gelten: 4,3 Rappen (=4,5 ct)/kWh. (KKW Gösgen 2022). Dass die Preußenelektra 6 Cent/kWh als Industriestrompreis anbieten konnte, ist ein indirekter Beleg, dass dieser Wert auch für die deutschen KKW gilt.

Aktivierungsprodukten in ihren großen Reaktorkernen, das vor auslegungsüberschreitenden Unfällen geschützt werden muss, und das relativ hohe Aufkommen an hochradioaktiven, wärmeentwickelnden endlagerpflichtigen Atomabfällen.

Die hier vor allem zur Diskussion stehenden deutschen Konvoi- und Vorkonvoi-Druckwasserreaktoren sind nach Auffassung von Fachleuten den fortgeschrittenen Druckwasserreaktoren der Generation 3 (siehe folgender Abschnitt) vergleichbar und genügen daher auch aktuellen sicherheitstechnischen Anforderungen. Man spricht daher auch von Generation 2+. Das verdanken diese Anlagen ihrer robusten sicherheitstechnischen Auslegung. Dazu zählen n+2-Redundanz ⁴, doppelte Notstromsysteme ⁵, primär- und sekundärseitige Druckentlastung und -bespeisung, gefilterte Druckentlastung des Containments (deren Fehlen in Fukushima für einen Großteil der radioaktiven Freisetzung verantwortlich war), Auslegung für die Beherrschung des 10.000-jährigen maximalen Hochwassers⁶ und für die Beherrschung des Absturzes großer Verkehrsflugzeuge (ENSI 2018, Kosowski und Seidel 2020, Kozmenkov et al. 2020, GRS 2016, 92-97; RSK 2021).

Die Häufigkeiten von Kernschäden mit Freisetzungen aus internen Ereignissen im Leistungsbetrieb liegen diesen Anlagen um 1-2 Größenordnungen unter den IAEA-Zielwerten für bestehende Anlagen ($<1\text{E-}5/\text{r.y.}$) und für Neubauten ($<1\text{E-}6/\text{r.y.}$) und sind auch heute im Bau befindlichen Neuanlagen der Generation 3 vergleichbar.⁷ Da die Methoden von probabilistischen Sicherheitsanalysen, die zu diesen Ergebnissen kommen,

⁴ n+2-Auslegung bedeutet: n Stränge (Redundanzen) eines Sicherheitssystems, z.B. eines Notkühlsystems, sind zur Störfallbeherrschung notwendig. 2 weitere Stränge stehen in Reserve. Die Anlage kann also auch dann sicher betrieben werden, wenn ein Strang in Reparatur ist und ein anderer wegen eines Einzelfehlers ausfällt. In den KWU-Anlagen wird das mit einer 4x50%-Redundanz auf vier Strängen erreicht, in den osteuropäischen VVER mit einer 3x100%-Redundanz auf drei Strängen. Die älteren französischen Anlagen verfügen nur über eine n+1-Sicherheitsauslegung.

⁵ Ein reguläres Notstromsystem mit vier Notstromdieselelektrogeneratoren, das im nicht gesicherten, aber erhöht gebauten Notstromgebäude untergebracht ist, sowie ein Notspeise-Notstromsystem mit vier kleineren Generatoren, das sich zusammen mit Batteriespeichern für die unterbrechungsfreie Gleichstromversorgung der Leittechnik und einer Notsteuerstelle in einem flut- und explosionsgesicherten Notstandsgebäude befindet.

⁶ Dies ist auch ein zentraler Aspekt für die Nichtübertragbarkeit des Unfalls von Fukushima Daiichi auf deutsche Anlagen. Bei der Genehmigung der japanischen Anlage Ende der 1960er Jahre wurde nur das 100-jährige Hochwasser berücksichtigt wurde, weswegen die historisch belegten, aber weiter zurückliegenden höheren Flutwellen bei der Planung der Schutzbauten nicht berücksichtigt wurden. Unter deutschen Genehmigungsbedingungen hätte diese Anlage eine wesentlich höhere Flutschutzmauer errichten müssen.

⁷ Als Kernschadensfrequenz (core damage frequency, CDF) wird die Gesamtheit aller Fälle verstanden, in denen es infolge eines Störfalls zu schweren Brennelementschäden kommt. Sie wird als Zahl der Ereignisse pro Reaktorbetriebsjahr auf einer logarithmischen Skala dargestellt. $1\text{E-}5/\text{r.y.}$ oder $1 \cdot 10^{-5}/\text{r.y.}$ bedeutet also „ein Fall in 100.000 Betriebsjahren“. Eine Teilmenge davon sind die weit selteneren Kernschäden mit radioaktiven Freisetzungen außerhalb der Anlage. Beim im Bau befindlichen UK EPR Hinkley Point C liegt die Kernschadensfrequenz (core damage frequency, CDF) bei $7,1\text{E-}7/\text{r.y.}$, übersetzt ein Kernschaden in 1,4 Millionen Reaktorbetriebsjahren, bei Isar-2 (KWU Konvoi) liegt der Wert deutlich niedriger bei $4,3\text{E-}7/\text{r.y.}$, in Grohnde (KWU Vorkonvoi) mit $9\text{E-}7/\text{r.y.}$ etwas höher. Bei einer Kernschmelze mit „großer früher“ radioaktiver Freisetzung vor Ablauf von 10 Stunden nach Störfall-Ereigniseintritt (large early release, LER) liegt Hinkley Point C bei $4,1\text{E-}8/\text{r.y.}$, Isar bei deutlich geringeren $3,1\text{E-}11/\text{r.y.}$, Grohnde bei $3,3\text{E-}10/\text{r.y.}$ (UK EPR 2012; E.ON 2011a, 70f., 2011b, 62-64). Allerdings setzten die Briten eine weit strengere Definition für „große“ Freisetzung an. In Deutschland liegt die Definition bei mindestens 1% des Kerninventars, was bei Isar-2 1000-1500 TBq Cs-137 wären und somit ein um mindestens den Faktor 10 höherer Wert als in der britischen Definition. ($>100\text{ TBq Cs-137}$).

international nicht standardisiert sind und daher eine große Spreizung der Ergebnisse bei vergleichbaren Anlagen möglich ist, sind direkte Vergleiche mit Vorsicht zu behandeln. Wir können aber feststellen, dass die deutschen Druckwasserreaktoren unter den Anlagen der Generation 2 ihrer Zeit weit voraus waren und auch unter heutigen Anforderungen genehmigungsfähig wären. Die genehmigungsrechtliche Diskussion wird in (Wendland 2024) im Detail vorgestellt.

2.2. Generation 3-Reaktoren

Den sicherheitstechnischen Nachteilen etablierter Reaktorlinien wollte man mit fortgeschrittenen Reaktorkonzepten der sogenannten Generation 3 begegnen, die stark auf passive Sicherheitssysteme, also unverlierbare Sicherheitseigenschaften setzen. Zu ihnen gehören Anlagen wie der European Pressurized Reactor EPR (Framatome, ehemals Siemens-Areva) der koreanische APR-1400 (Korea Hydro and Nuclear Power), der amerikanische AP-1000 (Westinghouse) oder der russische VVER-1200 TOI (Rosatom). In diesen Anlagen ist die Kernschmelze nicht, wie in der Generation 2, auslegungsüberschreitend, sondern sie ist Auslegungsstörfall. Ein sogenannter *Core Catcher* würde die Schmelze sicher auffangen und der Abkühlung zuführen. Der Wärmetransport aus dem Reaktorkern wird mit passiven Kühlmaßnahmen unterstützt, was die Robustheit gegenüber totalem Spannungsverlust (*station blackout*, der Fall von Fukushima) erheblich erhöht.

Das angestrebte Sicherheitskriterium bei der Entwicklung dieser Anlagen war ursprünglich, dass auch bei schweren Unfällen keine Evakuierung bzw. Umsiedlung der Bevölkerung außerhalb des Reaktorgeländes erforderlich wäre. Das wurde auch in der Novelle des Atomgesetzes von 1994 festgeschrieben (AtG §7 Absatz 2a). Dieser Absatz wurde mit dem Atomausstiegsbeschluss 2002 als obsolet wieder gestrichen, da man ja nie wieder Kernkraftwerke bauen wollte. Käme es zu einem Neubauprogramm, wäre also zu überlegen, ob dieses gesetzliche Kriterium wieder eingeführt werden müsste, oder ob man sich den geringeren Anforderungen des heutigen Atomrechts begnügt.

Würde man diese sehr strenge (und nirgends in der Welt implementierte) Auflage wieder ins Atomgesetz einführen, dann könnten allerdings weder die Gen2-Anlagen, noch die Gen3-Anlagen ihr genügen. Denn auch ihre Sicherheitseinrichtungen beherrschen sehr seltene Formen von auslegungsüberschreitenden Unfällen nicht, nämlich die sogenannte Hochdruck-Kernschmelze und Dampferzeuger-Heizrohrbrüche mit Containment-Bypass bei gleichzeitiger Kernschmelze. Diese hätte man mit einem in den 1990er Jahren angedachten Supercontainment-Konzept und weiteren Filtersystemen für die Frischdampfsysteme abdecken können, was aber aus Kostengründen nicht weiterverfolgt wurde (Kessler 1995).

Auch in fortgeschrittenen Reaktoren der Generation 3 reicht also ein deterministischer Sicherheitsnachweis nicht aus; die genannten schweren Unfallszenarien werden daher, wie früher auch schon, mit probabilistischen Sicherheitsanalysen berechnet. Im Falle einer Reaktivierung bliebe man hier bei der Argumentation mit einem verschwindend geringen Restrisiko.

2.3. Generation 4-Reaktoren (SMR)

Genau dieses Problem versucht man bei den „inhärent sicheren“ Kleinreaktorkonzepten (Small Modular Reactors, SMR) der Generation 4 zu adressieren (Überblick in Vinoya 2023; von atomkritischer Seite Pistner 2021). SMR-Reaktorkerne sind viel kleiner als die der konventionellen Kernkraftwerke. Sie haben Leistungen von 1 bis 300 MW (el), d.h. 3 bis 900 MW (th), während ein gängiger Leistungsreaktor im Bestand zwischen 900 und 1400 MW(el) installierte Leistung hat. SMR enthalten also viel weniger radioaktives Inventar, das Kühlmittelvolumen ist relativ zur wärmeentwickelnden aktiven Zone größer.

Die Abkehr vom großen Reaktorkern erfolgt also in Analogie zur Chemieindustrie, die die Vermeidung großer Behälterinventare zum Sicherheitsprinzip beim Umgang mit hochtoxischen Stoffen gemacht hat. Kleine Reaktorkerne entwickeln naturgemäß auch weniger Nachzerfallswärme nach der Abschaltung im Falle eines Störfalls. In solchen Anlagen werden die Schutzziele „Aktivitätsrückhaltung“ und „Wärmetransport aus dem Reaktorkern“ durch unverlierbare Komponenten und passive Prozesse gewährleistet. „Passiv“ bedeutet, dass man das Wirken von Naturgesetzen nutzt, ohne aktive Systeme (z.B. Armaturen und Pumpen mit elektrischen Antrieben) zu verwenden. So kann man unter Ausnutzung von Gravitation, Konvektion, Höhen- und Druckdifferenzen einen Naturumlauf des Kühlmittels bewirken. Diese Prinzipien werden auch schon in Reaktoren der Generationen 2 und 3 genutzt (z.B. bei Druckspeichern und Langzeitnachkühlung), aber nicht als ausschließliche Sicherheitseinrichtung. In SMR hingegen benötigt man aktive Komponenten wie Notkühlpumpen oder komplexe Formen von Druckentlastung unter Beteiligung menschlicher Akteure wie in der Generation 2 und 3 zur Störfallbeherrschung nicht mehr.

Generation-4-Kerntechnik setzt auch auf alternative Kühlmittel und Kernbrennstoffe. In Flüssigsalzreaktoren liegt der Kernbrennstoff nicht in Form von festen Brennelementen, sondern in einer Salzschnmelze gelöst vor; die gefürchtete Kernschmelze als Ausgangspunkt mannigfacher schwer beherrschbarer Störfalltransienten ist hier ausgeschlossen. Bleigekühlte Reaktoren, die mit energiereichen „schnellen“ Neutronen arbeiten, sind ideal für Hochtemperaturanwendungen. Der Schmelzpunkt von Blei liegt bei 327,43 °C, sein Siedepunkt bei 1744 °C – man könnte also einen Hochtemperaturreaktor bei Atmosphärendruck betreiben. Bei einem bleigekühlten Reaktor entfällt daher die

langwierige und teure Anfertigung eines Reaktordruckbehälters und das Arbeiten mit hohen Drücken im Reaktorkreislauf. Zum Vergleich: Druck und mittlere Kühlmitteltemperatur im Primärkreislauf eines heute gängigen leichtwassergekühlten Druckwasserreaktors Typ Isar-2 (Siemens-KWU Konvoi DWR) liegen bei 159 bar (15,9 MPa) bzw. 310 °C. Als nachteilig wird allerdings die Korrosionsfreudigkeit des Kühlmittels Blei angesehen, was Herausforderungen für die Reaktor-Strukturmaterialien nach sich zieht.

Diese passiv-sicheren Eigenschaften ermöglichen es nach Vorstellung der SMR-Erfinder, solche kleinen Reaktoren auch in stadtnahen Kernheizwerken und in Industriegebieten als Kombi-Kraftwerke zur Bereitstellung von Strom und Prozesswärme einzusetzen, d.h. in dicht besiedelten Räumen, denn ein Evakuierungszwang im Störfall sei bei diesen Reaktoren ausgeschlossen.

Gleichzeitig versprechen diese neuen Konzepte, viel weniger Atom Müll zu erzeugen bzw. abgebrannten Kernbrennstoff aus herkömmlichen Reaktoren zu verwerten und so die Lagerzeit und -menge des Atom Mülls deutlich zu reduzieren. SMR, die mit schnellen, energiereichen Neutronen arbeiten – z.B. Salzschnmelzenreaktoren oder bleigekühlte Schnelle Reaktoren, können die langlebigen und hochtoxischen Transurane (das sind auch „minore Actinoide“ genannte Nuklide, die in herkömmlichen Reaktoren durch Neutroneneinfang des nicht spaltbaren Uran-238 entstehen, vor allem Neptunium-237, Americium-241- und -243, Curium-245) und langlebige Spaltprodukte aus herkömmlichen Reaktoren zu kurzlebigen Nukliden transmutieren (Vinoya et al. 2023). Allerdings ist die Materialersparnis bei den aktivierbaren Strukturmaterialien relativ zur Stromproduktion im Vergleich zu großen Reaktoren gering: um große Strommengen zu produzieren, bräuchte man auch hohe Stückzahlen an SMR-Modulen in einem Kernkraftwerk.

Selbst bei nachweislich inhärent sicheren SMR-Anlagen ist erwartbar, dass die neue räumliche bzw. wirtschaftsgeografische Positionierung der SMR genauso wie die neuartigen multiplen Betriebsweisen von Kernkraftwerken mit SMR eine Menge regulatorischer Fragen aufwerfen werden, z.B. die Frage nach Regelwerken für den Reaktorbetrieb im urbanen Raum oder die Frage, wie viele Reaktormodule von einem Reaktorfahrer sicher überwacht werden können (Hartmann, Hyvärinen, and Rintala 2024).

2.4. Kernfusion

Bei der Fusionstechnologie ist gegenüber dem beobachtbaren Know-how-Abbau bei der Fissionstechnologie das Know-how in Deutschland unverändert vorhanden, auch auf weltweit führendem Niveau, wie im Falle des Stellerator-Konzepts, das in Greifswald verfolgt wird (MPI 2026). In den letzten Jahren sind gute Fortschritte auf dem Weg

gemacht worden, den Stellerator zu einem leistungsstarken Fusionskraftwerk zu entwickeln, kürzlich mit dem Stellaris-Konzept, das der Anforderung eines kontinuierlichen Reaktorbetriebs näherkommt als die bislang existierenden Konzepte. (Warmer et al. 2024, Lion et al. 2025). Die Kernfusion wird politisch mehrheitlich unterstützt oder zumindest nicht bekämpft, befindet sich jedoch noch in der Phase der Grundlagenforschung. Das macht es Politikern einfacher, sich zu ihr zu bekennen, denn noch muss man keinen Reaktorstandort verteidigen. Wann ein gegenüber konventionellen Kernkraftwerken mit Fissionsreaktor oder Erneuerbaren Energien plus Speicher und/oder Fossil-Backup wettbewerbsfähiges Kernkraftwerk mit Fusionsreaktor in Deutschland zur Verfügung stehen könnte, ist derzeit nicht absehbar. In den USA hat Microsoft ein Power Purchase Agreement für ein Fusionsprojekt für 2028 abgeschlossen (Ford 2025).

2.5. Machbarkeit und Kosten eines deutschen Atomprogramms

Studien mit deutschen Strommarkt- und Wetterdaten, aber ohne die sonst üblichen Vorgaben einer Ausschließung der Kernenergie oder eines erwünschten Anteils für EE, kommen zu dem Schluss, dass ein **System aus Kernenergie und Erneuerbaren wegen deutlich geringerer Systemkosten zu günstigeren Strompreisen führen würde als ein Bestehen auf weiterem EE-Ausbau** auf mindestens 80%. Der Durchschnitts-Strompreis liegt in einem durch Optimierungssimulationen ermittelten Mischsystem mit 43% Kernenergieanteil am Strommix (d.h. bei ca. 1000 TWh Jahresstromverbrauch ca. 430 TWh Jahresproduktion⁸) bei 82 Euro pro Megawattstunde, im nur auf EE basierenden System bei 105 EUR/MWh (Quantified Carbon 2025a). In dieser Studie wurden konservativ sehr hohe KKW-Baukosten zugrundegelegt, wie sie im Falle des finnischen 1600-MW-Blocks Olkiluoto-3 auftraten (7000 EUR/kW). Außerdem wird eine hohe Auslastung der KKW mit Lastfaktoren von 85% angenommen. Erreichbar wären diese Zielmarken mit einer Reaktivierung von 7 Gigawatt Kernenergieleistung aus Bestandsanlagen und einem Neubauprogramm von 50 Gigawatt (entspricht 31 EPR Typ Olkiluoto-3) zu Baukosten von (konservativ geschätzt) 350 Milliarden Euro. Es gibt auch Hinweise darauf, dass ein solches Mischsystem desto günstiger wird, je höher der Kernenergieanteil in ihm ist, aber wir agieren nicht unter Laborbedingungen (green field), sondern unter vorgefundenen Bedingungen (brown field). Das bedeutet, dass man mit den bereits gebauten EE und mit den Potenzialen der sich rapide entwickelnden Batteriespeicher operieren sollte (Quantified Carbon 2025b).

Häufig wird gegen als Argument gegen Kernenergie eine Studie des Fraunhofer ISE angeführt, die für Kernkraftwerke sehr hohe Stromgestehungskosten zwischen 14 und 49

⁸ Die Anteile im simulierten Strommix im einzelnen: Kernenergie 43%, Windkraft 34%, Solar 11%, Biomasse 6%, Wasserstoff 1%, konventionelle Gaskraft 2%.

ct/kWh angibt (Kost et al. 2024). Dazu ist anzumerken, dass das ISE keine technologieneutrale Optimierung von Energiesystemen berechnet, sondern von der politisch-normativen Vorgabe ausgeht, dass der Strom zu mindestens 80% aus EE kommen soll. Unter diesen Randbedingungen würden Kernkraftwerke nur ein Nischendasein als „Residuallast“ mit rund 2000 Jahresvolllaststunden führen, was die real beobachtbare Betriebsweise deutscher Kernkraftwerke der Vergangenheit mit bis zu 7800 Volllaststunden nicht abbildet. Auch bei anderen Faktoren wie Betriebsdauer oder Kapitalkosten setzte das ISE für Kernkraftwerke maximal ungünstige Annahmen voraus.

Würde Deutschland der oben geschilderten Systemoptimierung mit Kernenergie folgen, würde das den Neubau von 31 Kernkraftwerksblöcken der 1600-MW-Klasse bedeuten. Große Anlagen der Generation 3 haben den Vorteil, technologisch hoch ausgereift zu sein – in ihnen steckt die gesamte Erfahrung des Leistungsreaktorbaus des Globalen Nordens. Gleichwohl sind die nordamerikanischen und europäischen Projekte bislang durch Planungsfehler, Zeitplanüberschreitungen und Kostenexplosionen aufgefallen, weil dort nach jahrzehntelanger Pause neu gebaut wurde, der Know-how-Abriss sich negativ auswirkte und Anlagen wie Vogtle, Flamanville oder Hinkley Point C „first of its kind“-Anlage sind (Stauffer 2020).

Anders sieht es im Falle der koreanischen und chinesischen Gen3-Anlagen aus. Diese halten dank kontinuierlicher Baupraxis, Serialisierung und Standardisierung ihre Zeit- und Kostenpläne ein (WNN 2020) – was deutsche Hersteller in den 1980er Jahre mit ihren Vorkonvoi- und Konvoianlagen ebenfalls beherrschten. Diese Baupraxis sollte also als Vorbild dienen. Beim koreanischen APR1400 gibt es eine in der EU zertifizierte Variante, die in zwei Projekten in Polen und Tschechien gebaut werden soll. Offensichtlich hat aber der Konzern KHNP ansonsten seine europäischen Ambitionen zurückgefahren, angeblich wegen einer stillschweigenden Vereinbarung mit dem Konkurrenten Westinghouse, der KHNP vorher mit Klage wegen Urheberrechtsbrüchen gedroht hatte. (Zachová 2025).

Analog zu den regional sehr unterschiedlichen Bauerfolgen spannen sich auch die Angaben über die Bau- und Stromgestehungskosten auf. Die Baukosten reichen von sehr niedrigen 4000 Euro pro Kilowatt in einigen asiatischen Projekten bis zu 7000 Euro pro Kilowatt im Falle des finnischen EPR Olkiluoto-3 (Quantified Carbon 2025a), die Stromgestehungskosten rangieren zwischen 5 ct/kWh im Falle einer Laufzeitverlängerung im Bestand (und im Falle der seriell gebauten chinesischen Anlagen) bis zu 15 ct/kWh in den teuersten Projekten wie Hinkley Point C und Flamanville-3. Die koreanischen Anlagen liegen mit 7-8 ct/kWh dazwischen. (IEA 2020). Wichtig ist anzumerken, dass die Stromgestehungskosten nach Abschreibung der Anlage deutlich sinken. Abgeschriebene Kernkraftwerke, die mit 60 Jahren Garantie gebaut werden und wahrscheinlich sogar bis zu 80 Jahre in Betrieb sein können, kommen auf Stromgestehungskosten nahe denen der heutigen Bestandsanlagen, d.h. um 4 ct/kWh.

Über die SMRs gibt es derzeit noch keine wirklich belastbaren Kostenschätzungen. Die IEA und führende Entwickler geben 6-7 \$Ct/kWh an (Rigby 2025), was günstiger wäre als die meisten Gen3-Anlagen. Doch bestellbar und in der EU zugelassen – die Hauptvoraussetzung für den Bau in Deutschland – ist derzeit kein SMR. Fachleute schätzen, dass das in den 2030er Jahren der Fall sein wird. Hinzu kommen wegen der erwartbaren Neuerungen bei der Standortwahl für SMR (stadtnahe Reaktoren) auch viele Unwägbarkeiten hinsichtlich aufsichtlicher Auflagen, die sich wiederum auf die Genehmigungsfreudigkeit der Behörden und in der Folge auf die Kosten auswirken könnten.

2.6. Endlagerung

Der in rund 70 Jahren deutscher Kernenergienutzung angefallene hoch radioaktive Atomabfall umfasst rund 27.000 Kubikmeter Volumen, was einem Würfel von 30 Meter Kantenlänge entspricht. Dieses Mengengerüst würde sich im Falle eines Wiedereinstiegs in die Kernenergienutzung allmählich weiter aufbauen, was sich auf die Größe des zu errichtenden Endlagers auswirken würde. Den Großteil des hochradioaktiven Atomabfalls bilden abgebrannte Brennelemente, die komplett eingelagert werden sollen. Der Gesetzgeber verpflichtet uns laut Standortauswahlgesetz von 2017, den hochaktiven Abfall in einem speziell aufgefahrenen Endlager-Bergwerk in tiefen geologischen Gesteinsschichten unterzubringen und ihn auf eine Million Jahre von der Biosphäre zu isolieren. Wissenschaftlich begründet reichen allerdings bereits 200.000 Jahre aus, bis die Aktivität des Atomabfalls auf der (sehr geringen) Radioaktivität von Natururan angelangt ist. Nach 50.000 Jahren ist die Toxizität der nuklearen Materialien bei einer unterstellten Freisetzung und Einnahme durch Menschen vergleichbar mit der Toxizität gängiger Schmerzmedikamente (Swissnuclear 2026, Moormann 2021).

In den letzten Jahren hat sich die Endlagersuche massiv verzögert, sodass vor Mitte des Jahrhunderts kein Standort gefunden sein wird. 2027 will die mit der Endlagersuche beauftragte Bundesgesellschaft für Endlagerung die Standortregionen benennen, auf die in den Folgejahren die Suche fokussiert werden soll (BASE 2026). Die lange Dauer der Endlagersuche ist aber auch der Tatsache geschuldet, dass ein von der deutschen Atomindustrie finanziertes Projekt in Gorleben verworfen und die Endlagersuche ab 2017 von Null an neu aufgelegt wurde. Mit dieser Regelung haben die KKW-Betreiber ihre Entsorgungsrückstellungen in einen bundeseigenen Fonds, den Kerntechnischen Entsorgungsfonds KEnFo, übergeben, aus dem der Endlagerbau als Bundesangelegenheit finanziert werden soll. An der unendlichen Geschichte der deutschen Endlagersuche haben auch mehrere sozialdemokratisch bzw. rot-grün geführte niedersächsische Landesregierungen Anteil, die eine Beteiligung an Entsorgungslösungen in Gorleben und

im Schacht Konrad (für schwach- und mittelaktive Abfälle) seit 1990 an eine Vollendung des Atomausstiegs knüpften und so den Prozess praktisch blockierten (Sibus 2025).

Die aktuellen Verzögerungen sind vor allem der selbstauferlegten Komplexität und dem Bürokratismus der deutschen Endlagersuche geschuldet. Daneben muss konstatiert werden, dass die federführenden Behörden BASE und BMUKN mit der Endlagerung, genauso wie mit der Kernenergie, vor allem Angstkommunikation verbinden (KTG 2025). Das wird künftigen Standortgemeinden die Akzeptanz eines Endlagers nicht erleichtern. Auch Endlagerbergwerke basieren auf dem Prinzip der passiven Sicherheit, d.h. die sichere Abdichtung der Lagerkaverne gegen die Außenwelt wird nicht von technischen Vorkehrungen und menschlichem Überwachungspersonal gewährleistet, sondern durch das Wirtsgestein. Deutschland verfügt im Überfluss über alle drei geeigneten Wirtsgesteine, nämlich Kristallingestein (Granit), Tongestein und Steinsalz. Nur geologische Formationen, die nachweislich seit vielen Millionen Jahren stabil sind, werden für die Standortsuche ausgewählt. Gibt es Störfaktoren, z.B. Vulkanismus oder vorgängige bergbauliche Durchdringung, wird eine Region von der Standortsuche ausgeschlossen. Die Wirtsgesteine isolieren den Atommüll, haben (im Falle von Ton und Steinsalz) selbstabdichtende Eigenschaften bei der Rissauffüllung, leiten die Nachzerfallswärme ab, die er in der Anfangszeit der Einlagerung noch entwickelt, minimieren Wasserwegsamkeiten an die Oberfläche und schirmen die Welt über Tage gegen harte Gamma-Strahlung ab.

Die Vorgaben für die Strahlenbelastung der Bevölkerung durch ein geologisches Tiefenlager sind in der EU sehr streng. Bei normaler Entwicklung des Lagergebiets darf die zusätzliche effektive Dosis für eine Bevölkerung, die sich nur aus dem Einzugsgebiet des Tiefenlagers ernährt, maximal 10 Mikrosievert im Jahr ($\mu\text{Sv/a}$) betragen. Das ist ein Bruchteil der durchschnittlichen Strahlendosis aus natürlichen Quellen in Deutschland, die bei 2100 $\mu\text{Sv/a}$ liegt; hinzu kommt die Dosis aus technisch-medizinischen Quellen von 1500 $\mu\text{Sv/a}$ (BfS o.J.). Bei Störfällen im Endlagergebiet wird als zusätzliche effektive Dosis maximal 100 $\mu\text{Sv/a}$ gestattet (nagra 2026a, BGE 2021, EndSAnfV 2020, §7; STUK 2018, Posiva o.J.).

Dank seiner Passivsicherheit kann ein Tiefenlager nach Verschluss (ca. 100 Jahre nach Standortentscheid) sich selbst überlassen werden (Zeroual 2022). Kriege, Fluten und Eiszeiten können ihm dank der Unterbringung in großer Tiefe (500-900 m) nichts anhaben. Die obertägigen Gebäude für die Verpackung und den Transport der Brennelemente ins Bergwerk können zurückgebaut werden, die Überwachung kann vom üblichen Messstellennetz des Bundesamtes für Strahlenschutz übernommen werden.

Finnland hat mit Onkalo bei Eurajoki bereits ein Tiefenlager in Granit gebaut, das sich aktuell im Probetrieb befindet. Im August 2026 bestätigte die finnische Atomaufsicht STUK, dass Onkalo die Sicherheitsanforderungen erfülle und gab grünes Licht für die Betriebsgenehmigung, die am Ende von der finnischen Regierung erteilt werden wird

(Posiva 2024, STUK 2026). Die STUK-Freigabe kann als Beleg dafür gelten, dass ein modernes Endlagerbergwerk den oben skizzierten strengen Anforderungen genügt. Die Schweiz plant in der Gemeinde Stadel im Zürcher Unterland ihr Tiefenlager Terradura in Tongestein (nagra 2024, 2026b). Als Vorbild für eine alternative, angstfreie Kommunikation könnte den Deutschen die Herangehensweise der Schweiz und Finnlands mit ihrer vorbildlichen Partizipations- und Informationspolitik dienen.

2.7. Die Kühlung von Kernkraftwerken in Deutschland unter Klimawandel-Bedingungen

Als Folge des Klimawandels steigt seit einiger Zeit in Mitteleuropa die Wahrscheinlichkeit länger anhaltender Hitze- und Dürreperioden während des Sommerhalbjahres. Von hohen Wassertemperaturen und niedrigen Pegelständen sind in der Energiewirtschaft vor allem Wärmekraftwerke betroffen, die ihr Kühlwasser aus offenen Gewässern beziehen. Auch die Erneuerbaren Energien erleiden in Hitzewellen Einbußen: Wasserkraftwerke leiden an Wasserknappheit, Photovoltaik hat bei hohen Temperaturen einen schlechteren Wirkungsgrad und die Stromproduktion aus Windenergie kann bei Hitzeflauten über mehrere Tage fast völlig zusammenbrechen. (Electricitymaps 2026b, Energycharts 2026). Gleichwohl muss jeder, der für Kernenergie als tragenden Bestandteil einer Energiesystemreform plädiert, der Herausforderung des Klimawandels für zukünftige Anlagen Rechnung tragen und Antworten zu Fragen nach ihrer Resilienz bereithalten. Daher wird an dieser Stelle genauer auf die Kühlung von Kernkraftwerken unter extremen Wetterbedingungen eingegangen.

Atomkritische Akteure suggerieren, die Kernenergie stelle „wegen Kühlwasserknappheit“ in Hitzewellen generell ihren Dienst ein und stelle ein Sicherheitsrisiko dar; sie sei daher auch trotz ihrer guten CO₂-Bilanz keine geeignete Technologie, um dem Klimawandel zu begegnen (Greenpeace 2026). Aussagen dieser Art können als unhaltbar und auch viel zu undifferenziert verworfen werden. Als Beispiel werden die Drosselungen und Abschaltungen einiger französischer Anlagen, des Schweizer KKW Beznau sowie des ungarischen KKW Paks im Juli/August 2026 genannt, die allerdings im Vergleich zur Gesamtstromproduktion aus Kernenergie in Europa nur eine geringe Einbuße darstellten. Die französische Kernenergie sorgte in Sommer 2026 für stabile Stromexporte in fast alle Nachbarländer Frankreichs (Off und Kissling 2026). Auch über die sehr unterschiedlichen Ursachen von Abregelung oder Abschaltung wird in öffentlichen Debatten nicht differenziert. Betroffen sind vor allem Kernkraftwerke mit Direktkühlung an Flüssen, d.h. Anlagen ohne Kühltürme. Die Gründe sind unterschiedlich: so muss ein KKW bestimmte Temperatur-Grenzwerte im Wärmelastplan zum Schutz der Flussökosysteme einhalten, was vor allem im Falle der französischen Anlagen zu

Abregelungen oder Abschaltungen geführt hat. Auch gibt es in Kernkraftwerken technische Temperaturgrenzwerte für das aus Gewässern bezogene Nebenkühlwasser sicherheitswichtiger Systeme, z.B. Kältemaschinen der Notstromdiesel. Daneben gibt es das Szenario der mangelnden Verfügbarkeit oder Nichtzugänglichkeit von Kühlwasser für die Turbinenkondensatoren, was den Leistungsbetrieb eines KKW betrifft. Eine Abschaltung von drei von vier Blöcken des ungarischen KKW Paks im Sommer 2026 ging auf letztere Ursache zurück. Hier hätte die Menge des von der Donau geführten Wassers zwar ausgereicht, aber der Wasserspiegel war knapp unter das Level des Kühlwassereinlaufs gesunken (Nuklearia 2026).

Die aus der Betriebserfahrung der deutschen Kernkraftwerke ermittelbaren Daten lassen die Aussage zu, **dass sowohl die Bestandsanlagen als auch Neubauten die Herausforderungen durch Dürre- und Hitzeperioden in Deutschland beherrschen würden**. KKW arbeiten auf ihrer konventionellen Seite wie andere Wärmekraftwerke mit einem Wasser-Dampf-Prozess. Das in einem Druckwasserreaktor durch Kernspaltung erhitzte, unter Druck stehende und daher nicht siedende Kühlmittel wird über Dampferzeuger geführt, wo Speisewasser verdampft wird. Der Frischdampf treibt wiederum einen Turbosatz an, d.h. eine Satttdampfturbine und einen mit dieser auf eine Welle geschalteten Generator. Im Turbinenkondensator, der „Hauptwärmesenke“, wird der entspannte Dampf mit Hilfe großer Kühlwassermengen kondensiert und über ein Speisewassersystem wieder den Dampferzeugern zugeführt. Bei Siedewasserreaktoren läuft derselbe Prozess ohne die Zwischenschaltung von Dampferzeugern ab.

Die Energiewandlung von nuklearer Energie in thermische, mechanische und schließlich elektrische Energie und die Thermodynamik des Wasser-Dampf-Prozesses begrenzen den Wirkungsgrad der Anlage auf ca. 33%; ist das Kühlwasser wärmer, sinkt auch der Wirkungsgrad (KKW Gösgen 2026). Der im Vergleich zu Gas-und-Dampf-Kraftwerken (> 60%) geringe Wirkungsgrad ist angesichts der hohen Leistungsdichte des Kernbrennstoffs Uranoxid allerdings von geringerer Relevanz als im Falle fossilgefeuerter Kraftwerke, da die Kosten des Kernbrennstoffs im Verhältnis zur Energieausbeute und zum erwirtschafteten Gewinn sehr gering sind.

Ihr Kühlwasser entnehmen Kernkraftwerke dem Meer, Flüssen, Seen oder Kühlteichen. Ein großer 1400-Megawatt-Reaktor benötigt rund 46.000 Kilogramm (also 46 Kubikmeter) Kühlwasser pro Sekunde. Die Kühlgewässer bilden die sogenannte „primäre Wärmesenke“ eines Kernkraftwerks. Das Kühlwasser wird durch ein Einlaufbauwerk aufgenommen, mit Rechen und Sieben mechanisch gereinigt, durch große Hauptkühlwasserpumpen angesaugt, im Maschinenhaus durch den Turbinenkondensator gefahren und erwärmt wieder in das Gewässer abgegeben (Direktkühlung).

Man kann das Kühlwasser aber auch über Kühltürme führen, eine Lösung, die in Deutschland in fast allen Kernkraftwerken mit Ausnahme jener am Unterlauf der Elbe und

Weser üblich war. Beim Kühlturbetrieb kann man entweder Mischbetrieb fahren und eine definierte Austauschrate aus dem Fluss entnehmen, z.B. 50%. Man kann aber auch einen geschlossenen Kühlkreislauf fahren. Je höher die Austauschrate, desto kühler das Kühlwasser, desto besser der Unterdruck im Kondensator und desto besser der Wirkungsgrad des Kraftwerks.

Das KKW Isar-2 fuhr im regulären Leistungsbetrieb einen geschlossenen Kühlkreislauf. In diesem Fall wird aus dem Fluss lediglich die Verdunstungsrate des Kühlturms (700 kg/s) und das Nebenkühlwasser (3300 kg/s) entnommen, das man zur Versorgung der Zwischenkühlsysteme für betriebliche Kühlstellen im Kernkraftwerk benötigt (z.B. Öl- oder Motorluftkühler der Pumpenaggregate, Kondensatoren der Abwasserverdampfer etc.). (PreussenElektra 2022, 21). Das ist ein Bruchteil des Abflusses der Isar am Pegel Landshut-Birket, und zwar auch während des extremen Niedrigwassers Anfang August 2026 (76m³/s am 04.08.2026, GKD Bayern 2026).

Ein Beispiel für ein Mischsystem ist das Kernkraftwerk Grohnde, das unter normalen Bedingungen rund die Hälfte seines Kühlwasserbedarfs, rund 25.000 kg/s, also 25m³/s, der Weser entnahm.⁹ Der mittlere Abfluss der Weser am Pegel Bodenwerder nahe dem KKW Grohnde beträgt 144 m³/s, in Trockenzeiten im längjährigen Durchschnitt 50 m³/s, bei der extremen Dürre Anfang August 2026 33,5 m³/s (BAFG 2026, 04.08.2026). In diesem Falle wäre wahrscheinlich die Entnahmerate aus dem Fluss auf 10% oder Null vermindert worden oder das KKW für einige Tage gedrosselt worden.

Mit Blick auf die **Reaktorsicherheit** ist anzumerken, dass der Wärmetransport aus dem Reaktor zur primärenärmesenke, d.h. die Einhaltung eines zentralen Schutzziels, stets gewährleistet ist, auch wenn die Anlage „wegen Kühlwassermangels“ abgeschaltet werden muss. Wenn ein KKW zum Schutz des Flusses oder wegen Mangels der benötigten Kühlwassermenge für den Leistungsbetrieb vom Netz genommen wird, entwickelt der Reaktorkern noch geraume Zeit Nachzerfallswärme, die durch den spontanen Zerfall von Spaltprodukten in den Brennelementen entsteht. Die Nachzerfallswärmeproduktion klingt zwar rasch ab, beträgt aber direkt nach Abschaltung eines großen Leistungsreaktors wie Isar-2 rund 200 MW, nach einem Tag noch ca. 20 MW.

Diese Nachwärme wird über nukleare (oder „gesicherte“) Nach-, Zwischen- und Nebenkühlsysteme in das Kühlgewässer abgeführt. Das gesicherte Nebenkühlsystem eines abgeschalteten Kernkraftwerks, das für die Nachwärmeabfuhr in den Fluss verantwortlich ist, verbraucht nur einen Bruchteil des Gesamtkühlwasseraufkommens im

⁹ Eigene Beobachtung, KKW Grohnde im Leistungsbetrieb, Laborbuch 31.12.2021. Übersicht Kühlwasser, Durchsatz VC00F901 (Hauptkühlwassersystem): 46.634 kg/s, VC00F905 (Entnahme Weser): 25380 kg/s, VE00F902 (gesichertes Nebenkühlwassersystem) 1732 kg/s, 31.12. 2021, 12:20 bei 1381 MW Nettoleistung. PreussenElektra 2021, 48 gibt für Isar-2 1500 kg/s (1,5 m³/s) als Wert für das konventionelle Nebenkühlwasser an und PreussenElektra 2022 3300 kg/s (3,3 m³/s) für das gesamte Nebenkühlwasser (konventionell + gesichert), was ein Wert für den Leistungsbetrieb sein dürfte.

Leistungsbetrieb¹⁰. Auch bei sehr hohen Temperaturen im Flusswasser kann diese Nachkühlung sowie die Kühlung des Brennelementbeckens, in dem die aus dem Reaktor entladenen Brennelemente gelagert werden, gewährleistet werden. Da sich sinkende Wasserstände lange ankündigen, können auch alternative Kühlwasserquellen, etwa aus Tiefbrunnen, vorbereitet werden.

Diese **Beispiele zeigen, dass KKW mit Kühltürmen auch an kleineren Flüssen die in Deutschland beobachtbaren Dürreperioden gut managen können**. Ähnliches gilt für alle europäischen Kernkraftwerke mit Kühlturmbetrieb. Das KKW Neckarwestheim arbeitete mit einem Hybridkühlturm, der noch weniger Wasser benötigte, weitere Alternativen sind Trockenkühltürme oder Kühlwasserbezug aus Tiefbrunnen. Dann ist die Wärmesenke eines KKW ein unterirdischer Grundwasserleiter, dem man die Wärme über Wärmepumpen wieder entziehen kann. Das amerikanische KKW Palo Verde liegt in der Wüste von Arizona und nutzt geklärte Abwässer der umliegenden Städte als Kühlwasser (Peltier 2015). Französische Quellen geben eine Anschauung, wieviel Wasser durch Kernenergienutzung in einer großen Kernenergiewirtschaft mit 57 Blöcken den nationalen Wasserreservoirs im Vergleich zu anderen Verbrauchern entzogen wird. Während das meiste Kühlwasser erwärmt in den Fluss zurückgeführt wird, also nicht verloren geht, macht die Verdunstung aus Kühltürmen 5-10% des Wasserverbrauchs in Frankreich aus, weit hinter der landwirtschaftlichen Bewässerung (48%) und der Trinkwasserversorgung (24%) (Hanine 2022).

Kernkraftwerke bereiten sich weltweit mit Anpassungsmaßnahmen auf den Klimawandel vor, etwa durch die Erschließung diversitärer Wärmesenken durch Tiefbrunnen. Bei Neubauten werden verschärfte Randbedingungen infolge des Klimawandels bereits bei der Planung angenommen. Im oben erwähnten ungarischen KKW Paks mit 4 VVER-440 Reaktoren lag das Problem im Hochsommer 2026 nicht am Nichtvorhandensein von Wasser, sondern an der in den 1970er Jahren Jahren unter Zugrundelegung damaliger hydrologischer Parameter geplanten Entnahmemarke des Kühlwassereinlaufs, die während des Jahrhundert-Niedrigwassers der Donau Ende Juli 2026 nicht mehr mit Wasser bedeckt war. Daher soll im Zuge einer Nachrüstung der Kühlwassereinlauf tiefergelegt werden. Das im Bau befindliche KKW Paks II mit zwei VVER-1200 wird über eine Klimaanpassung der Kühlwasserentnahme auf das 20.000-jährige extreme Niedrigwasser und ggf. über Kühltürme verfügen. (Nuklearia 2026; MVM Paks II 2014a,103-120; MVM Paks II 2014b, 20).

¹⁰ Beim Nachkühlbetrieb ist der Durchsatz des gesicherten Nebenkühlwassersystems pro Strang 1 m³/s. (viersträngig 4x50%). Kernkraftwerk Grohnde, Systembeschreibung VE Gesichertes Nebenkühlwassersystem. In den ersten Tagen nach Abschaltung, wenn 2-4 Stränge der Nachkühlkette in Betrieb sind, also 2-4 m³/s. Der Gesamtbedarf an Nebenkühlwasser (gesichert + konventionell) dürfte in dieser Zeit höher liegen als im Leistungsbetrieb.

3. SOZIOTECHNISCHE BEWERTUNG EINES WIEDEREINSTIEGS IN DIE KERNENERGIE

Oben wurde gezeigt, dass in einer Gesamtabwägung der Nutzen der Kernenergie einem sehr geringen Risiko von Reaktorunfällen oder wetterbedingten Ausfällen gegenübersteht. Die Kernenergie bewegt sich, was ihre Umweltauswirkungen angeht, auf dem Niveau anderer klimafreundlicher Energiequellen. Bei einem Vergleich der unterschiedlichen Formen von Stromerzeugung hinsichtlich ihrer Umweltfolgen und Opferbilanz ist die Kernenergie global betrachtet – trotz der spektakulären Unfälle von Fukushima und Tschernobyl – den Erneuerbaren Energien vergleichbar. Um Größenordnungen gefährlicher für die menschliche Gesundheit ist die Kohle- und Gasverstromung (Ritchie 2020).

Dank ihrer hohen Leistungsdichte ist die Kernenergie extrem flächen- und materialsparend, ihr „material footprint“ gehört zu den kleinsten in der Energiewirtschaft. Das hat ihr auch die Aufnahme in die EU-Taxonomie nachhaltiger Investments eingebracht (Abusahl 2021, European Commission 2022). Darüber hinaus besitzt sie aber noch den Vorteil, gesicherte und zuverlässige Leistung zu liefern, die wenig Kosten durch zusätzlichen Netzausbau, Redispatch, Speicher und Reservekraftwerke verursacht.

Trotzdem ist diese Abwägung in der deutschen Öffentlichkeit erstaunlich wenig zum Tragen gekommen. Die objektiv für Mensch und Umwelt gefährlichere Kohle- und Gasverstromung ist als selbstverständliches Backup der EE in Deutschland gesellschaftlich breit akzeptiert; allenfalls der CO₂-Ausstoß der Fossilkraftwerke mobilisiert in Deutschland Menschen gegen sie, nicht aber ihre Gesundheitsgefahren im Normalbetrieb. Diese könnten durch Kernenergienutzung verhindert werden (Kharecha und Hansen 2013). Warum dieser Sachverhalt in Deutschland so selten diskutiert wird, bedarf einer Erklärung, die weit über die bislang diskutierten technologisch-ökonomischen Betrachtungen hinausreicht, nämlich einer *soziotechnischen* Erklärung.

Kernkraftwerke als soziotechnische Systeme zu untersuchen ist ein Forschungsansatz in der Reaktorsicherheits- und Akzeptanzforschung, der über rein technische Eigenschaften und Prozesse der Anlagen hinausgeht. Seit den 1980er Jahren werden Kernkraftwerke, aber auch das Large Technological System der Elektrizitätswirtschaft (Hughes 1987) als *soziotechnische* Systeme (STS) beschrieben (Bijker / Hughes / Pinch 1987; Bijker, 1995). STS bestehen aus Maschinen und Technologien (den hier diskutierten Reaktorlinien, der Sicherheitstechnik, den Endlagertechnologien...), Menschen (allen beteiligten Akteuren), Normen (kerntechnisches Regelwerk, Atomgesetz, Grundgesetz...) und kulturellen Deutungen (z.B. Symbolsystemen, künstlerischen Verarbeitungen; Zuschreibungen).

„Akzeptanz“ oder die sogenannte *Social License to operate* (Shinglespit Consultants 2020) entsteht in einer Interaktion zwischen Maschinen und Menschen, die bereit sind, die Anlagen nicht nur einfach zu tolerieren, sondern sie auch als Teil ihrer Lebenswelt

anzunehmen, idealiter zum Teil ihrer Identität zu machen und Vertrauen zu ihnen aufzubauen. Das ist eine Aushandlungssache und unterliegt historischen Veränderungen. Risikowahrnehmung, soziale Identität in der Industrie, Kosten-Nutzen-Erwägungen, also alle Variablen, die in die Akzeptanz eingehen, ändern sich. Normen und kulturelle Deutungen, die ihrerseits veränderlich sind, wirken auf diese Variablen ein. So war der Kohlebergbau einst auf dem höchsten Niveau der *Social License to operate* – heute, nach dem Bedeutungsverlust des Kohlebergbaus und in Zeiten der Klimadebatte, ist er es nicht mehr, oder er ist es nur noch als kulturelle Reminiszenz.

Doch allein diese kulturelle Reminiszenz an die Fossilwirtschaft als industrieller Anker der Arbeiterklasse reicht bereits aus, den Menschen ein Kohle- oder Gaskraftwerk akzeptabler erscheinen zu lassen als ein Kernkraftwerk: Offenbar werden die fossilen Anlagen, obwohl sie wissenschaftlich betrachtet weit gesundheitsschädlicher sind als Kernkraftwerke, als selbstverständlicher Teil unserer industriellen Lebenswelt angesehen (Müller-Hansen et al. 2021), während bei den Kernkraftwerken ein „nuclear exceptionalism“ (Hecht 2006) beobachtbar ist.

Was bedeutet „nuclear exceptionalism“? Kernkraftwerke sind Anlagen, die aus dem Alltäglichen und Vertrauten herausgelöst sind. Ihnen wird durch kommunikative Akte, aber auch durch technische Praktiken eine Aura des, je nach Sprecherposition, Entrückt-Erhabenen („nuclear priesthood“ nach Alwin Weinberg) oder potenziell Entsetzlichen (Strahlenkrankheit und Fische mit drei Augen) zugeschrieben. Die (pop-)kulturellen Verarbeitungen der Kerntechnik, von Science Fiction über die Simpsons bis zu den Deutungen in der Kunst, etwa bei Anselm Kiefer (Die Zeit 2011), wirken alle in die Richtung dieser Exzeptionalisierung. Denselben Effekt hat auch die Kurzschließung der zivilen mit der militärischen Anwendungsform. Doch all diese sozialen, sprachlichen und kulturellen Praktiken, die sich rund um die Kernkraftwerke anlagern, sind historisch entstanden – und somit auch veränderbar. Schauen wir uns nun die aktuelle soziotechnische Situierung der Kernenergie in Deutschland 2026 an:

Wandel, aber keine Atomwende. Trotz einer deutlich kernenergiefreundlicheren Einstellung der Deutschen im Vergleich zur Zeit des Atomausstiegs ist keine nuklearpolitische Wende in Deutschland erkennbar, die sich etwa in erfolgreichen parlamentarischen Initiativen, Aufnahme der Kernenergiefrage in die Reformdebatte der Bundesrepublik oder vernehmbaren Stellungnahmen der Wissenschaft niederschläge. Es überwiegen – wenn auch namhafte – Einzelstimmen insbesondere aus dem Bereich der Wirtschaftswissenschaften (Bartel und Frondel 2025; Frondel und Oelgart 2026). Bemerkenswert ist, dass aus der deutschen Klimaforschung mit einer Ausnahme (von Storch 2025) keinerlei Positionierung zugunsten der Kernenergie als Klimaschutztechnologie erkennbar ist, obwohl sie eine Rolle an eben jener Stelle spielen

könnte, an der sich das Schicksal des Industriestandorts Deutschland entscheiden wird: an der Schnittstelle von Versorgungssicherheit, Kostenoptimierung und Klimaschutzziel. Es gibt also Potenzial für eine Akzeptanz und für eine künftige social license to operate der Kernenergie in Deutschland – aber dieses Potenzial wird derzeit nicht gehoben. Vielmehr verstreicht wertvolle Zeit, die eine Realisierung der naheliegendsten Maßnahme, die Reaktivierung der Bestandsanlagen als Wiedereinstieg in ein Atomprogramm, immer unwahrscheinlicher werden lässt. Das hat mehrere Gründe:

- **Ökonomische Interessen.** Der stark subventionierte deutsche EE-Sektor ist inzwischen zu einem bedeutenden Wirtschaftsfaktor herangewachsen. Über 400.000 Menschen arbeiten in Anlagenbau, Stromvermarktung, EE-Forschung und der Consulting-Industrie. Die EE-Lobby, organisiert in großen Verbänden wie dem VDEW oder in NGO wie der Agora Energiewende, gehört zu einer der einflussreichsten Lobbys in der Bundesrepublik. All diese Akteure fürchten eine Ressourcenumleitung zur Kernenergie im Falle eines Wiedereinstiegs. Sie nehmen die Kernenergie nicht als potenziellen Partner, sondern als Konkurrenz wahr. Dazu kommen ideologische Vorbehalte gegen Kernenergie in der Gründergeneration der EE-Industrie, die sich als Teil der Anti-AKW-Bewegung versteht.
- **Das Trägheitsgesetz der Diskurshegemonie.** Trotz eines Stimmungswandels von unten und einer Verschiebung der Wählerpräferenzen zu kernenergiefreundlichen Parteien läuft der Elitendiskurs dieser Entwicklung hinterher. Mächtige Diskursproduzenten und Multiplikatoren positionieren sich aus Überzeugung gegen die Kernenergie, häufig aber auch nur aus Gewohnheit, weil sie es nie anders gelernt haben. In Medien, Kultur, Kirchen, Schulen, vielen Behörden (vor allem den Umweltministerien des Bundes und der Länder) und NGOs sowie in den Parteien links der Mitte dominieren Akteure, für die die Energiewende ein gesinnungsethisch begründetes Projekt ist. Ein Wiedereinstieg in die Kernenergie als Teil einer Klima-Verantwortungsethik ist für sie undenkbar. Sie argumentieren wechselweise mit dem rechtlichen Status quo („Atomausstieg wurde nun mal beschlossen“), mit ökonomischen Argumenten (die sie aber auf die Energiewende nicht anwenden) oder mit Angstkommunikation über die Gefahren der Kernenergie. Man kann diese Argumentation mit den in öffentlichen Verlautbarungen immer wieder genutzten Schlagworten „teuer, gefährlich, irreversibel vorbei“ zusammenfassen. Noch wird diese Haltung sozial belohnt – also wird sie weiter eingenommen. Diese Argumentation wird undifferenziert sowohl gegen die Bestandsanlagen, als auch gegen die Generationen 3 und 4 und die Kernfusion ins Feld geführt, wenn auch gegen letztere mit minderer Intensität. So übernimmt das Bundesumweltministerium die Argumente gegen konventionelle Kernenergie einfach für SMR und ergänzt die

Aussage des Umweltministers Carsten Schneider (SPD), solche Anlagen seien „saugefährlich“, denn es „bleiben Atomkraftwerke“ (BMUKN 2026).

- **Umweltbehörden mit aktivistischem Bias.** Sowohl das Bundesumweltministerium BMUKN, als auch das Umweltbundesamt UBA und das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung BASE treten mit einem deutlichen antinuklearen Bias in die Öffentlichkeit. Ihre Funktionsträger bespielen in enger Kooperation mit Anti-Atom-NGOs und atomkritischen Forschungsinstitutionen (Fraunhofer ISE, DIW, Universität für Bodenkunde Wien, Ökoinstitut) den öffentlichen Raum mit Papieren, Auftragsstudien und Veranstaltungen, die weder ergebnisoffen gehalten sind noch pluralistisch – vielmehr steht die Anti-Atom-Botschaft in ihnen im Vorhinein fest (Freidel 2024). BMUKN und BASE finanzieren seit 2023 mit Steuermitteln den jährlichen „World Nuclear Industry Status Report“ des in Paris ansässigen deutschen Anti-Atom-Aktivisten Mycle Schneider (WNISR 2025). Das immer noch auf der Ministeriums-Webseite stehende BMUKN-Strategiepapier von 2021 über die „Vollendung des Atomausstiegs“ strebt mit imperialem Anspruch eine Durchsetzung von Atomausstiegen auch außerhalb der deutschen Grenzen an und stellt die Reaktorsicherheitsforschung in den Dienst dieses Anliegens (BMUKN 2021). Es konterkariert somit Zusagen des Bundeskanzlers über eine Beilegung der Kontroverse mit Frankreich über die Kernenergienutzung (Welt 2025) und stellt sich gegen die Kernenergieprogramme unserer europäischen Nachbarn.

- **Konfliktvermeidung der Bürgerlichen.** Auch in bürgerlichen und industriefreundlichen Kreisen, die diese atomkritische Position anfechten, gibt es keinen Willen, mit der Gegenseite über die Kernenergie in Konflikt zu gehen, etwa indem man einen Wiedereinstieg auf die Reformagenda der Bundesrepublik setzt. Das hat auch damit zu tun, dass Atomangstkommunikation, Moderne- und Technikkritik bis tief in bürgerliche Milieus anschlussfähig sind. Hier ist auch der Rückhalt für eine schwarz-grüne Koalitionsoption am größten.

Die Konfliktvermeidung beruht auch auf einem Wissensdefizit. Die meisten pro-nuklearen oder der Kernenergie vorsichtig aufgeschlossen gegenüberstehenden Politiker verfügen weder über solide Kenntnisse über die Sicherheitsfeatures von Kernkraftwerken oder Endlagerbergwerken (diese unterschätzen sie meist), noch haben sie realistische Vorstellungen über die Potenziale von Kerntechnik der Zukunft (diese überschätzen sie meist). Konfliktvermeidung ist auch mit Vermeidung konkreter Aussagen verbunden. Daher konzentrieren sich Aussagen von bürgerlichen Politikern für Kernenergienutzung auf die Optionen der fernerer Zukunft, Generation 4-SMR und der Kernfusion, nicht aber auf das in der eigenen Legislaturperiode Machbare. Das Thema „Reaktivierung der Bestandsanlagen“ wird gemieden, nicht obwohl es das konkreteste Thema in diesem Bereich ist, sondern weil es so konkret ist – man müsste, um es zu realisieren, ja rasch in eine Initiative zur Änderung des

Atomgesetzes gehen. Man möchte neben den Konflikten bei den sozialen und fiskalischen Reformen mit dem Koalitionspartner SPD nicht noch zusätzlich in einen Energiekonflikt gehen. Die Aussagen pro SMR und Fusion sind demgegenüber Symbolhandlungen ohne Kosten. Mit ihnen können pro-nukleare, aber nicht konfliktfähige Kreise in den bürgerlichen Parteien hantieren, weil sie unkonkret sind. Das ist ein Beleg für die Angst dieser Akteure vor dem Angstdiskurs ihrer Gegner.

- **Leugnung der dringlichen Notwendigkeit einer Energiereform.** Trotz intensiver Reformdebatten in Deutschland steht die Energiestrategie nicht auf der Reformagenda, obwohl sie von führenden Ökonomen und Mittelstandsvertretern als Dreh- und Angelpunkt unserer Zukunft als Industriestandort gesehen wird. Die Vertreter der Großindustrie verhalten sich, wie auch schon im Falle des Atomausstiegs, nach der in der Bundesrepublik üblichen Regel „Industrie folgt Staat“. Zwar wird inzwischen Kritik am Atomausstieg formuliert – aber es findet sich keine schlagkräftige Industriekoalition für die Kernenergie. Die großen Energiekonzerne verdienen an der subventionierten Energiewende mit; die großen Chemie- und Stahlkonzerne verhalten sich skeptisch-abwartend bzw. setzen resigniert auf Abwanderung ins Ausland. Sie bräuchten ein deutliches politisches Signal. Die schwarz-rote Koalition hat sich jedoch für ein modifiziertes „Weiter so“ bei der Energiewende entschieden, d.h. eine fossile Absicherung der Erneuerbaren, die in einer „Kraftwerksstrategie“ verankert wird, wie sie auch die Ampel schon plante. Flankiert wird dies von punktuellen Maßnahmen, um die ausufernde Subventionsökonomie der EE in den Griff zu bekommen, was allerdings auf starke Widerstände von Lobbygruppen trifft und keinen systematischen Durchgriff verspricht.
- **Strukturelle Mehrheit ohne Chance auf parlamentarische Mehrheit.** Die einzigen Parteien, die einen Wiedereinstieg in die Kernenergie inklusive der Reaktivierung von Bestandsanlagen in Wahlkämpfen aktiv propagieren, sind die AfD und die um ihr Überleben kämpfende FDP. Doch eine Bündelung ihrer pro-nuklearen Positionen mit denen der CDU/CSU, etwa mit dem Ziel einer Änderung des Atomgesetzes für die Vorbereitung eines Wiedereinstiegs, wird durch die „Brandmauer“-Politik bzw. das Ausscheiden der FDP aus dem Deutschen Bundestag im Februar 2025 verunmöglicht. Etliche Positionen der AfD, z.B. ihre EU- und NATO-Feindlichkeit sowie die große Nähe ihrer Führungsriege zur russischen Regierung, führen dazu, dass Bündnisse der Vernunft mit anderen Parteien in weniger strittigen Fragen ausgeschlossen sind.

3.1. Handlungsempfehlungen

Es gibt für bürgerliche, aber auch für eine reform-offene sozialdemokratische Politik Möglichkeiten, die Energiepolitik aus den oben skizzierten Zwängen zu befreien und auch

wieder positive Kernenergiepolitik zu machen. Folgende Empfehlungen sowohl technologischer als auch politischer Art sind dafür zu beachten:

- 1) **Grundvoraussetzung für eine Energiereform: Erkenntnis der Dringlichkeit.** Es gibt ein Erkenntnis, die aktuell in der deutschen Öffentlichkeit noch nicht hinreichend verankert ist: Für unseren Industriestandort steht es derzeit auf Messers Schneide, weil keine Energiereform kommt. An der Verfügbarkeit zuverlässiger, sauberer und preiswerter Energie hängt aber auch die strategische Resilienz der Bundesrepublik Deutschland unter den Bedingungen der Polykrise aus geopolitischen Verwerfungen und voranschreitendem Klimawandel. Neben den Sozial- und Steuerreformen sollte eine Energiereform integraler Bestandteil dieser Standortpolitik werden.

Wir werden strategische Industrien besitzen müssen, um nicht von Diktaturen abhängig und fremdbestimmt zu werden. Dazu zählen KI, (dekarbonisierter) Stahl, Chemie, Pharmazeutische Industrie. Wenn wir gleichzeitig Klimaschutzziele erreichen wollen, werden wir diese Industrien mit Atomstrom machen – oder wir werden sie gar nicht machen.

- 2) **Prioritäten setzen: Atomgesetzänderung, Rückbau-Moratorium, beschleunigte Endlagersuche.** Der Fokus einer pro-nuklearen Positionierung bzw. Kampagnenarbeit in Parteien und Verbänden sollte auf der Gewährleistung der Rahmenbedingungen für einen Atomwiedereinstieg liegen, d.h. auf einer Kampagne für die Abschaffung des Genehmigungsverbots für Leistungsspaltreaktoren in AtG §7 Absatz 1. Das ist Schritt Null. Daneben ist ein Abriss-Moratorium zu fordern, um die Rettung und Modernisierung der Bestandsanlagen zu gewährleisten. Alle weiteren Schritte sind inkrementell zu entwickeln. Unerlässlich ist jedoch eine mutige Debatte über die Planungssicherheit für ein reformiertes Energiesystem, über die Rolle des Staates als Garant der Planungssicherheit und über das Verhältnis von EE-Förderung zu Kernenergie-Förderung („alle oder keiner“). Unerlässlich sind aber auch die Entbürokratisierung, Beschleunigung und Angstfreiheit bei der Endlagersuche.
- 3) **Optimiertes Energiesystem statt politischer Vorgaben für die Technologiewahl.** Es sollte darauf hingewirkt werden, dass es keine politischen Vorgaben über den Anteil von bestimmten Technologien im Netz mehr gibt. Vielmehr muss ein Optimierungsdenken einziehen, das darauf abzielt, die Stärken aller Stromerzeuger optimal zu koppeln. Die EE dienen in einem solchen System nicht als Selbstzweck, sondern als Brennstoffsparer, die Kernenergie als gesicherte systemstabilisierende Leistung und Produzentin von Industriestrom für Langzeitkontrakte. Prinzipiell macht jedes einzelne Kernkraftwerk am Netz den Strom günstiger und klimafreundlicher.

Doch die Studienlage legt nahe, dass Deutschland mindestens auf seinen Kernenergieanteil aus der Zeit vor dem Atomausstieg (30% der Gesamtstromerzeugung) zurückkehren müsste, um die Vorteile der Kernenergie wirklich ausnutzen zu können. Für die heute zu treffenden Entscheidungen ist aber der Anteil zunächst zweitrangig, da es prioritär um die Schaffung der Rahmenbedingungen für ein Atomprogramm geht.

- 4) **Planungssicherheit.** Kernkraftwerke sind eine Marathonanwendung, kein Sprint; ein gutes Stromsystem braucht aber Marathonläufer und Sprinter gleichermaßen. KKW können ihre Stärken nur dann ausspielen, wenn staatlicherseits Planungssicherheit gegeben ist. Andernfalls lässt sich kein Stromkonzern, kein Investor auf den Marathon ein. Aus diesem Grunde hat der E.ON-Vorstandschef Leonhard Birnbaum jüngst geäußert, Kernkraftwerke könnten nur noch als Anstalten öffentlichen Rechts unter einem Staatsvertrag gebaut werden, sich aber skeptisch gezeigt, ob deutsche Politiker dazu bereit seien (NZZ 2026).
- 5) **Kerntechnische Diversität.** Zu einem erfolgreichen Kernenergiesystem gehören Reaktoren aller Generationen. Eine Absage an Generation 3-Reaktoren, aber auch an die Bestandsanlagen würde unser Land ohne Not um eine Option bringen, die vergleichsweise schnell verfügbar ist und große Strommengen produzieren kann. SMR-Technologie, von der Fusion zu schweigen, gibt es derzeit nicht am Markt, und es ist nicht belegt, dass sie die optimale Technologie für unsere hohen Strombedarfe ist. Vielmehr könnten SMR die Technologie der Wahl für Industrieanwendungen werden, wo Strom und standortnahe Prozesswärme benötigt werden, während große Leistungsreaktoren die nationale Versorgung mit gesicherter, klimafreundlicher Leistung garantieren. Die Selbstfestlegung auf bestimmte Reaktorlinien ist nicht Aufgabe eines pro-nuklearen Engagements von Politikern, Bürgern oder Wissenschaftlern, sondern diese Entscheidung obliegt den wirtschaftlichen Akteuren und hängt wesentlich davon ab, welcher Anlagentyp wann am Markt bereitsteht.
- 6) **Deregulierung und Reform des kerntechnischen Regelwerks sowie des Aufsichtswesens.** Das Auftauchen neuer Reaktorkonzepte wird sich auch auf das Aufsichts- und Genehmigungswesen auswirken. Diese Chance sollte genutzt werden, um eine Deregulierung der Kerntechnik anzugehen. Diese ächzt sowohl beim Bau als auch beim Rückbau kerntechnischer Anlagen in der EU unter überbordender Bürokratie. Der größte Teil dieser Bürokratie ist nicht relevant für die Schutzziele Kritikalitätskontrolle, Wärmetransport, Aktivitätsrückhaltung und Stromversorgung der Anlage, sondern besteht in der mit jedem Jahr gesteigerten Granularität der zu genehmigenden Prozeduren und Komponenten und in den immer länger werdenden

Bearbeitungszeiten durch die Behörde (MDR 2026). Unerlässlich Bestandteil einer Deregulierung wäre auch die Reform des komplexen, historisch gewachsenen kerntechnischen Regelwerks der Bundesrepublik, die mit dem Atomausstiegsbeschluss 2002 aufgegeben wurde. Auch über eine Reform des Aufsichtswesens sollte nachgedacht werden. Denkbar wäre der Umbau von Länder-Behörden, die den jeweiligen Umweltministerien unterstehen, zu einer unabhängigen Bundesbehörde nach Vorbild des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) in der Schweiz.

- 7) **Botschaft Disruption und Aufbruch.** Eine klimafreundliche Industrie benötigt sehr große Mengen an CO₂-armem Strom aus gesicherter Leistung. Es sollte also offen kommuniziert werden, dass es bei einer Energiereform nicht um kosmetische Maßnahmen an der real existierenden Energiewende geht, sondern um eine Disruption, ein Ende der bekannten Energiewende, eine Entwicklung hin zu einem erneuerbar-nuklearen System (Spehr 2026). Das erfordert weit mehr als die Reaktivierung von vereinzelten Bestands-Kernkraftwerken, sondern ein Bauprogramm im Umfang von rund 50 Gigawatt Kernenergie (entspricht 31 großen Leistungsreaktoren vom Typ EPR Olkiluoto-3) mit Kosten von ca. 350 Milliarden Euro (konservative, d.h. teure Schätzung auf der Grundlage von Olkiluoto-3 mit 7000 Euro/kW, Quantified Carbon 2025a). Daneben müsste eine Anpassung der Endlagerplanung an das neue Abfallaufkommen erfolgen.

Eine solche Disruption sollte als „ökomoderner“ Aufbruch kommuniziert werden, nicht als Zerstörungsprojekt der Erneuerbaren im Rahmen eines Nullsummenspiels Kernenergie gegen EE. Das macht eine Energiereform zu einem Projekt der Mitte, das auch aufgeschlossene Sozialdemokraten und Grüne einlädt. Die Nullsummenspiel-Kommunikation der letzten Jahrzehnte hingegen hat uns in die heutige Krise getrieben. Von Aussagen, eine solche Energiereform dauere „zu lange“ und sei „zu teuer“, sollte man sich nicht entmutigen lassen, denn es bestehen berechtigte Zweifel, ob die Energiewende heutigen Typs je fertig werden wird; dass sie deutlich teurer ist als ein EE-nukleares System, wurde hier gezeigt. Die Botschaft muss also lauten: „Die Energiewende ist tot. Es lebe die Energiewende. Wir können uns die jeweils größten Stärken von EE und Kernenergie zunutze machen“.

- 8) **Nuclear Literacy.** Zur einer ökomodernen Aufbruchsbotschaft gehört auch eine Veränderung der Wissenskultur. Deutschland braucht eine pluralistische und vorurteilsfreie Informationslandschaft über die unterschiedlichen Optionen der Kernenergienutzung und über die Endlagerung. Darauf sollte in Rundfunkräten, im Schul- und Wissenschaftssystem und im Ehrenamt hingearbeitet werden. Auch für

Politiker aller Entscheidungsebenen sollten Schulungsangebote entwickelt werden, damit sie in Debatten bestehen können.

- 9) **Rückkehr zur Fachlichkeit bei den Umweltbehörden.** Die Umweltbehörden in Bund und Ländern sollten sich auf eine sachlich-fachliche Begleitung von Prozessen und Ausübung ihrer Aufsichtspflichten konzentrieren und in politischen Debatten Distanz zu den widerstreitenden Positionen wahren. Das derzeit gepflegte Finanzierungs- und Konsultations-Nahverhältnis zu Umwelt-NGOs, Energiewende-Lobbyisten und atomkritischen Wissenschaftsinstitutionen sollte beendet werden. Das Begutachtungswesen und die Öffentlichkeitsarbeit der Umweltbehörden sollten kritisch evaluiert und auf eine neue fachliche Grundlage gestellt werden.

Um diese Empfehlungen umzusetzen, muss die politische Mitte wieder konfliktfähige Energiepolitik betreiben und die Diskurse der Atomangst anfechten. Das gilt sowohl für bürgerliche Politik als auch für wirtschafts- und reformorientierte Kräfte in der Sozialdemokratie. Die lange Phase der Nullsummenspiele, der Selbstbeschränkung und des Arrangements mit dem Status quo, in dem die real existierende, aber zunehmend dysfunktionale Energiewende als alternativlos galt, kann so beendet werden. Eine Energiereform aus der politischen Mitte heraus wird nicht nur unser Land wieder nach vorne bringen, sondern auch die zentrifugalen, extremistischen Kräfte einhegen, auf deren Agenden die Energiepolitik weit oben steht.

LITERATURNACHWEIS

Abousahl, S., Carbol, P., Farrar, B., Gerbelova, H., Konings, R., Lubomirova, K., Martin Ramos, M., Matuzas, V., Nilsson, K., Peerani, P., Peinador Veira, M., Rondinella, V., Van Kalveve, A., Van Winckel, S., Vegh, J. and Wastin, F. (2021). Technical assessment of nuclear energy with respect to the 'do no significant harm' criteria of Regulation (EU) 2020/852 ('Taxonomy Regulation'), EUR 30777 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-40537-5, doi:10.2760/665806, JRC125953.

Bartel, Alexander und Manuel Frondel (2025). Neukonzeption statt moralistischer Fehlschlüsse. Wirtschaftliche Freiheit, 9. August 2025, <https://wirtschaftlichefreiheit.de/wordpress/?p=41096>.

BAFG Bundesanstalt für Gewässerkunde (2026). Informationsplattform Undine. https://undine.bafg.de/weser/pegel/weser_pegel_bodenwerder.html

BASE Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (2026). Aktueller Stand der Endlagersuche. https://www.base.bund.de/de/endlager/endlagersuche/stand-der-endlagersuche/endlagersuche-aktuell_inhalt.html

Belser, Jannik und Malte Fischer (2026). Interview. Der Chef von Deutschlands grösstem Energiekonzern sagt: «Unsere Energiewende ist viel zu teuer geworden», in: Neue Zürcher Zeitung, 09.05.2026. <https://www.nzz.ch/wirtschaft/der-chef-von-deutschlands-groesstem-energiekonzern-sagt-unsere-energiewende-ist-viel-zu-teuer-geworden-ld.10004095>

BfS Bundesamt für Strahlenschutz (o.J.). Natürliche Strahlung in Deutschland. https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/natuerliche-strahlung/natuerliche-strahlung_node.html

BGBI Bundesgesetzblatt (2026). Strom-Versorgungssicherheits-und-Kapazitätengesetz vom 21. Juli 2026, Bundesgesetzblatt (BGBI). 2026 I Nr. 210a, §§3-6 und Glossar

BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung (2021). Grundlegende Anforderungen an Endlagerbehälter für hochradioaktive Abfälle. Gesch.Z. SG02402/1-2/1-2021#1. Peine. https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodik/Phase_I_Schritt_2/Grundlegende_Anforderungen_an_Endlagerbehaelter_fuer_hochradioaktive_Abfaelle_REV00_barrierefrei.pdf

Bijker, Wiebe, Thomas Hughes and Trevor Pinch (1987). The social construction of technological systems, Boston.

Bijker, Wiebe (1995). Of bicycles, bakelites, and bulbs. Toward a theory of sociotechnical change, Boston.

BMUKN Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021). 12 Punkte für die Vollendung des Atomausstiegs. Die Position des Bundesumweltministeriums, 11.03.2021, <https://www.bundesumweltministerium.de/download/12-punkte-fuer-die-vollendung-des-atomausstiegs>

BMUKN Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2026). Kann mit kleinen Atomreaktoren günstig und sauber Strom erzeugt werden? Pressemitteilung, 26.02. 2026.

<https://www.bundesumweltministerium.de/meldung/kleine-atomkraftwerke-vs-erneuerbare-energien>

BMWK Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022). Kraftwerkssicherheitsgesetz. Neue Ausschreibungen für wasserstofffähige Gaskraftwerke und Langzeitspeicher für Strom. Konsultation nach Ziffer 4.1.3.4 der Leitlinien für staatliche Klima-, Umweltschutz- und Energiebeihilfen 2022. https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/kraftwerkssicherheitsgesetz-wasserstoffaehige-gaskraftwerke.pdf?__blob=publicationFile&v=6

BMWK Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024). Kraftwerkssicherheitsgesetz. Neue Ausschreibungen für wasserstofffähige Gaskraftwerke und Langzeitspeicher für Strom. Konsultation nach Ziffer 4.1.3.4 der Leitlinien für staatliche Klima-, Umweltschutz- und Energiebeihilfen 2022. https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/kraftwerkssicherheitsgesetz-wasserstoffaehige-gaskraftwerke.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Bothe, David, Johanna Reichenbach et al. (2025). Neue Wege für die Energiewende („Plan B“). Wissenschaftliche Studie von Frontier Economics im Auftrag der Deutschen Industrie- und Handelskammer. <https://www.dihk.de/resource/blob/153726/97f39a33a519ece00c3a65e014fbc707/energie-dihk-energiewende-plan-b-data.pdf>

Brandes, Julian, Markus Haun, Daniel Wrede, Patrick Jürgens, Christoph Kost, Hans-Martin Henning (2021). Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem. Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen. Update November 2021: Klimaneutralität 2045. Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, November 2021

Bundesregierung (2026). Für eine verlässliche Stromversorgung – auch in Zukunft. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/stromversorgungssicherheit-2430320>, 29. Juli 2026.

Egerer, Jonas, Veronika Grimm et al. (2022). Mobilisierung von Erzeugungskapazitäten auf dem deutschen Strommarkt: Kurz- und mittelfristige Preiseffekte, Kurzstudie. Universität Erlangen-Nürnberg.

https://www.wirtschaftstheorie.rw.fau.de/files/2022/10/Kurzstudie_Mobilisierung_Erzeugungskapazitaeten_Preiseffekte_2022.pdf

Electricitymaps (2026a). Strommix Deutschland und Frankreich 2025.

<https://app.electricitymaps.com/map/zone/DE/all/yearly>,

<https://app.electricitymaps.com/map/zone/FR/all/yearly>

Electricitymaps (2026b). Strommix Deutschland Juli 2026.

<https://app.electricitymaps.com/map/zone/DE/all/monthly>

EndlSiAnfV (2020). Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020

(BGBl. I S. 2094). <https://www.gesetze-im-internet.de/endlsianfv/BJNR209410020.html>

Energycharts (2026). Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland in Woche

26/2026. [https://www.energy-](https://www.energycharts.info/charts/power/chart.htm?c=DE&legendItems=3x0cce0&week=26)

[charts.info/charts/power/chart.htm?c=DE&legendItems=3x0cce0&week=26](https://www.energycharts.info/charts/power/chart.htm?c=DE&legendItems=3x0cce0&week=26)

ENSI Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2018). Fukushima Daiichi.

Menschliche und organisatorische Faktoren. Teil 2: Der Ablauf aus Sicht der beteiligten

Menschen vor Ort. Brugg. [https://www.ensi.ch/de/dokumente/fukushima-daiichi-](https://www.ensi.ch/de/dokumente/fukushima-daiichi-menschliche-und-organisatorische-faktoren-teil-2/)

[menschliche-und-organisatorische-faktoren-teil-2/](https://www.ensi.ch/de/dokumente/fukushima-daiichi-menschliche-und-organisatorische-faktoren-teil-2/)

E.on (2011a). Kernkraftwerk Isar 2. Abschlussbericht für den Europäischen Stresstest.

Essen.

E.on (2011b). Kernkraftwerk Grohnde. Abschlussbericht für den Europäischen Stresstest.

Essen.

European Commission (2022). EU Taxonomy. Accelerating sustainable investments.

Complementary Climate Delegated Act on certain nuclear and gas activities. 02.02.2022.

[https://finance.ec.europa.eu/document/download/e01e9e40-7698-4b08-a9ea-](https://finance.ec.europa.eu/document/download/e01e9e40-7698-4b08-a9ea-078fb7070f18_en?filename=sustainable-finance-taxonomy-complementary-climate-delegated-act-factsheet_en.pdf)

[078fb7070f18_en?filename=sustainable-finance-taxonomy-complementary-climate-delegated-act-factsheet_en.pdf](https://finance.ec.europa.eu/document/download/e01e9e40-7698-4b08-a9ea-078fb7070f18_en?filename=sustainable-finance-taxonomy-complementary-climate-delegated-act-factsheet_en.pdf)

Ford, Neil (2025). "Big Tech contracts inject life into new nuclear". Reuters, 19.02.2025,

<https://www.reuters.com/business/energy/big-tech-contracts-inject-life-into-new-nuclear-2025-02-19/>

Freidel, Morten (2024). Weltweite Stimmungsmache: Wie Grüne in Deutschland Steuergeld missbrauchen für den Kampf gegen die Atomkraft. Neue Zürcher Zeitung, 21.11.2024, <https://www.nzz.ch/international/atomausstieg-deutschland-wie-die-gruenen-gegen-die-kernenergie-stimmung-machen-ld.1855149>

Fronde, Manuel und Niels Oelgart (2026). 100 Prozent Ökostrom? Nicht nötig, aber absurd teuer“, Wirtschaftliche Freiheit, 19. März 2026, <https://wirtschaftlichefreiheit.de/wordpress/?p=43393>

GEO (2021). Ausstieg aus der Atomkraft: richtig oder falsch? Streitgespräch von Anna Veronika Wendland und Christoph Pfister, moderiert von von Martin Scheufens und Jörn Auf dem Kampe, in: GEO 02.11.2021, <https://www.geo.de/natur/nachhaltigkeit/ausstieg-aus-der-atomkraft--richtig-oder-falsch--30872462.html>

GKD Bayern (2026) Gewässerkundlicher Dienst Bayern, Aktuelle Messwerte Pegel Landshut Birket / Isar, 04.08.2026, <https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss/bayern/landshut-birket-16007004/messwerte>

Graeber, Daniel (2023). AKW-Betreiber wollte günstigen Strom für die Industrie liefern, in: Cicero, 09.11.2023, <https://www.cicero.de/wirtschaft/akw-isar2-preussenelektra-guido-knott-industriestrom-atomkraft-energie>

Greenpeace (2026). Atomkraftwerke im Hitzestreik. Warum wir jetzt Batterien brauchen. <https://www.greenpeace.de/klimaschutz/energiewende/atomausstieg/akws-wegen-hitze-abgeschaltet-energiewende-jetzt>

GRS (2016). Gesellschaft für Reaktorsicherheit. Fukushima Daiichi 11. März 2011. Unfallablauf – Radiologische Folgen. 5. Aufl., Köln 2016, <https://www.grs.de/5-jahre-fukushima>.

GRS (2020). Gesellschaft für Reaktorsicherheit. Forschungsvorhaben zu Auswirkungen der sich ändernden Randbedingungen im europäischen Verbundnetz auf die Betriebsweise deutscher Kernkraftwerke, Köln 2020.

Hanine, Ilyas (2022). La consommation d'eau des centrales nucléaires en France. Publié le 13 mai 2022 - Mis à jour le 19 mars 2023, Revue Générale Nucléaire. <https://www.sfen.org/rgn/la-consommation-deau-des-centrales-nucleaires-en-france/>

Hartmann, Jens, Juhani Hyvärinen, and Ville Rintala (2024). The operator and the seven small modular reactors — An estimate of the number of reactors that a single reactor operator can safely operate, Nuclear Engineering and Design Vol. 418, 112929, <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2024.112929>.

Hecht, Gabrielle (2006). 'Nuclear Ontologies', Constellations 13, Nr. 3: 320-331.

Hughes, Thomas P. (1987). The evolution of large technical systems, in: Wiebe E. Bijker / Thomas P. Hughes / Trevor J. Pinch (Eds), The social construction of technological systems, Cambridge. 51-82.

IAEA PRIS Power Reactor Information System (2026). Germany.
<https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=DE>

IEA (2020). Projected costs of generating electricity.
https://www.oecd.org/en/publications/projected-costs-of-generating-electricity-2020_a6002f3b-en.html

KKW Gösgen (2022). Geschäftsbericht 2022.
<https://www.kkg.ch/api/rm/52CP2854RB2DXVX/geschaeftsbericht-2022.pdf>

KKW Gösgen (2026). Energieeffizienz.
<https://www.kkg.ch/de/wissen/umwelt/energieeffizienz.html>

KTG Kerntechnische Gesellschaft (2025). „Brandbrief von Mitarbeitern des BASE an Bundesumweltminister Schneider“, LinkedIn, 30.07.2025,
<https://www.linkedin.com/pulse/brandbrief-von-mitarbeitern-des-base-bundesumweltminister-b2c8e/>

Kessler, G, Eibl J (1995). Severe Accident Containment Loads and Possible Design Concepts of Future Large Pressurized Water Reactors
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.13182/NT95-A15866#>

Kharecha, Pushker. A., and James. E. Hansen (2013). Prevented mortality and greenhouse gas emissions from historical and projected nuclear power. Environ. Sci. Technol., 47, 4889-4895, doi:10.1021/es3051197.

Korb, Julian (2026). Solarstrom-Abregelung steigt um 97 Prozent – Redispatch-Zahlen 2025 veröffentlicht. Zeitschrift für Kommunalwirtschaft online, 31.03.2026, <https://www.zfk.de/energie/strom/redispatch-2025-pv-abregelung-verteilnetz>.

Kosowski, Kai und Marcus Seidl (2020). External Hazard Coinciding with Small Break LOCA – Thermohydraulic Calculation with System Code ATHLET. Journal of Nuclear Engineering and Radiation Science vol.6 (2020), April 2020, 021107-1 – 021107-9.

Kosowski, Kai und Frank Dierks (2021). Quo Vadis, Grid Stability? Challenges Increase as Generation Portfolio Changes. atw 66 (2021), Nr. 2, 16-26.

Kost, Christoph et al. (2024). Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien. Juli 2024, Freiburg: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme. <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html>

Kozmenkov, Y. et al. (2020). The efficiency of sequential accident management measures for a German PWR under prolonged SBO conditions. Nuclear Engineering and Design 363 (2020), 110663-1 – 110663-11.

Lion, J., J.-C. Anglès, L. Bonauer, et al. (2025). Stellaris: A high-field quasi-isodynamic stellarator for a prototypical fusion power plant. Fusion Engineering and Design 214 (2025), 114868, <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2025.114868>.

MDR Mitteldeutscher Rundfunk (2026). MDR aktuell Deutschlandreportage. 35 Jahre später – und ein Kernkraftwerk ist noch da. Die Demontage des ersten DDR-Kernkraftwerks im brandenburgischen Rheinsberg, 28.02. 2026, <https://www.mdr.de/mdr-aktuell-nachrichtenradio/audio/audio-3184256.html>

Moormann, Rainer und Anna Veronika Wendland (2020a). Warum wir die deutschen Kernkraftwerke jetzt noch brauchen, https://saveger6.de/wp-content/uploads/2020/07/Moormann_Wendland_-_Warum_wir_die_deutschen_Kernkraftwerke_jetzt_noch_brauchen.pdf

Moormann, Rainer und Anna Veronika Wendland (2020b). Stoppt den Atomausstieg, Die Zeit, 15.07.2020. <https://www.zeit.de/2020/30/deutsche-klimastrategie-atomausstieg-co2-emissionen-bundesregierung>

Moormann, Rainer (2021). Atommüll -Ungelöstes, unlösbares Problem? E-Book, <https://www.lehmanns.de/shop/technik/57799611-9783754615492-atommuell-ungeloestes-unloesbares-problem> oder <https://www.amazon.de/Atom%C3%BCII-Technisch-Naturwissenschaftliche-Endlagerung-hochaktiven-Versachlichung-ebook/dp/B09JX2ZRB3>

MPI für Plasmaphysik (2026). Was ist Kernfusion?
<https://www.ipp.mpg.de/ippcms/de/pr/fusion21/kernfusion/index>

nagra (2024). Die Sicherheit des Tiefenlagers hat zwei Seiten. 14.11.2024
<https://www.nagra.ch/news/die-sicherheit-des-tiefenlagers-hat-zwei-seiten-langzeitsicherheit>

nagra (2026a). So könnte ein Tiefenlager dereinst aussehen.
<https://www.nagra.ch/terradura/funktion>

nagra (2026b) Wo entsteht Terradura? Drei Gründe sprechen für Nördlich Lägern.
<https://www.nagra.ch/terradura/standort>

Nuklearia (2026). Geht den Kernkraftwerken an der Donau das Kühlwasser aus? Eine Root-Cause-Analyse, <https://nuklearia.de/2026/07/31/geht-den-kernkraftwerken-an-der-donau-das-kuehlwasser-aus-eine-root-cause-analyse/>

Müller-Hansen, Finn, Max W. Callaghan, Yuan Ting Lee, Anna Leipprand, Christian Flachsland, Jan C. Minx (2021). „Who cares about coal? Analyzing 70 years of German parliamentary debates on coal with dynamic topic modeling“, Energy Research & Social Science 72 (2021), 101869, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101869>.

MVM Paks II Zrt (2014a). Implementation of New Nuclear Power Plant Units at the Paks Site. Environmental Impact Study Vol. 1, Chapter 1-8.
<https://www.paks2.hu/documents/44400/96053/Chapter%201-8.pdf/38542ce3-c1b1-7f7a-f8af-635c07ca4da5>

MVM Paks II Zrt (2014b). Implementation of new nuclear power plant units at the Paks site. Environmental Impact Study. Chapter 11. Modelling of the Danube river morphology and Danube heat load.
<https://www.paks2.hu/documents/44400/96053/Chapter%2011%20-%20Modelling%20of%20the%20Danube%20river%20morphology%20and%20Danube%20heat%20load.pdf/aff90f49-bfca-518e-6bed-bfdc68394c65>

Off, Simon und Sophia Kissling (2026). Die Legende vom Stillstand der französischen Atomkraftwerke: In der Hitze schwächelten vor allem Windräder. Neue Zürcher Zeitung, 11.07.2026. <https://www.nzz.ch/der-andere-blick/die-legende-vom-stillstand-der-franzoesischen-atomkraftwerke-ld.10015071>

Peltier, Robert (2015). „Top Plants: Palo Verde Nuclear Generating Station, Wintersburg, Arizona“. Power Magazine, 01.11.2015, <https://www.powermag.com/palo-verde-nuclear-generating-station-wintersburg-arizona/>

Pistner, Christoph, Matthias Englert, Christian Küppers et al. (2021). „Sicherheitstechnische Analyse und Risikobewertung einer Anwendung von SMR-Konzepten (Small Modular Reactors)“. Wissenschaftliches Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) Darmstadt: Öko-Institut.

Posiva (o.J., nach 2018). Longterm safety. <https://www.posiva.fi/en/index/finaldisposal/long-termsafety.html>

Posiva (2024). Introducing ONKALO and its principle of operation, 03.07. 2024. <https://www.posiva.fi/en/index/news/pressreleasesstockexchangereleases/2024/thisisonkaloandthisishowitworks.html>

PreussenElektra (2021). Kernkraftwerk Isar-2. Stilllegung und Abbau. Sicherheitsbericht. Hannover, August 2021.

PreussenElektra (2022). Kernkraftwerk Isar-2. Umwelterklärung 2022. Hannover.

Quantified Carbon (2025a). Role of Nuclear in Germany's Decarbonisation. A Study by Quantified Carbon for WePlanet. https://cdn.prod.website-files.com/650ac0ab00dff792a8cebc3c/678901be89cc2fa17d84e7d0_20241213-WePlanet-report.pdf

Quantified Carbon (2025b). Power System Expansion Germany. A Study by Quantified Carbon for Clean Energy Task Force. https://cdn.prod.website-files.com/650ac0ab00dff792a8cebc3c/68c1979a824e1f0b747a8c83_qc-germany-report.pdf

Radiant Energy Group (2026a). Wiederinbetriebnahme deutscher Kernkraftwerke. Wirtschaftliche Tragfähigkeit und Ausblick. Juni 2016.

https://www.radiantenergygroup.com/_files/ugd/ae75b7_701f0ba2179a4c799e6d37c8e03108bd.pdf

Radiant Energy Group (2026b). The Nuclear Confidence Project. Global opinion report. July 2026.

https://www.radiantenergygroup.com/_files/ugd/ae75b7_dd5a9cd2c27e43e783b62a74341e4785.pdf

Ragwitz, M./ Weidlich, A. et al. (2023). Szenarien für ein klimaneutrales Deutschland. Technologieumbau, Verbrauchsreduktion und Kohlenstoffmanagement (Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft), München: Acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften 2023. https://energiesysteme-zukunft.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/PDFs/ESYS_Analyse_IntEv.pdf

Rigby, Rachel (2025). Analysis Shows Competitive LCOE Target For Small Modular Reactors. NucNet, 30.07.2025, <https://www.nucnet.org/news/analysis-shows-competitive-lcoe-target-for-small-modular-reactors-7-3-2025>

Ritchie, Hannah (2020). What are the safest and cleanest sources of energy? Published online at OurWorldinData.org. <https://archive.ourworldindata.org/20260202-100556/safest-sources-of-energy.html> (archived on February 2, 2026)

RSK Reaktorsicherheitskommission (2021). RSK-Stellungnahme (524. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission am 20.10.2021). Zusammenfassende Stellungnahme der RSK zu zivilisatorisch bedingten Einwirkungen, Flugzeugabsturz. Berlin: SK/ESK-Geschäftsstelle beim Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung, https://rskonline.de/sites/default/files/reports/EP_Anlage1_RSK524_Stgn_FLAB_hp.pdf

Schlömer, S., T. Bruckner et al. (2014). Annex III: Technology-specific cost and performance parameters, in: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Tabelle A.III.2, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf.

Shinglespit Consultants (2020). What is in the Social License? <https://socialicense.com/definition.html>

Sibus, Yasmin (2025). „Schacht Konrad: Der ewige Streit um das Atommüll-Endlager“, Norddeutscher Rundfunk, 16.04.2025,

<https://www.ndr.de/geschichte/schauplaetze/Schacht-Konrad-Der-ewige-Streit-um-das-Atommuell-Endlager,schachtkonrad372.html>

Spehr, Michael (2026). „Kraft für die KI“. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 28.07. 2026.

Statista (2026). „Inwieweit sind Sie für oder gegen den Gebrauch von Atomenergie in Deutschland?“, Erhebungszeitraum 09.02.2011 bis 23.02.2011 [D.h. vor dem Unfall von Fukushima] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/196207/umfrage/meinung-zum-gebrauch-von-atomenergie-in-deutschland/>

Stauffer, Nancy (2020). Building nuclear power plants. Why do costs exceed projections? MITEI 25.11.2020, <https://energy.mit.edu/news/building-nuclear-power-plants/>.

Storch, Hans von (2025). Optionen zum Umgang mit dem Klimawandel. Welche Rolle kann ,die ‘Wissenschaft dabei spielen? Das andere Klimabuch: 25 Experten. Überraschende Fakten. Rationale Alternativen zur Klima-Angst, hrsg, von Robert Benkens, Hans von Storch und Axel Bojanowski. Würzburg : Königshausen & Neumann, 183-194.

Stratmann, Klaus (2025). „Bund subventioniert Strompreise 2026 mit 29,5 Milliarden Euro“. Handelsblatt, 24.12.2025, <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/energiewende-bund-subventioniert-strompreise-2026-mit-295-milliarden-euro/100182362.html>.

Swissnuclear (2026), Wie lange strahlt der radioaktive Abfall? <https://www.kernenergie.ch/de/faq-detail-821.html>

STUK Säteilyturvakeskus / Radiation and Nuclear Safety Authority of Finland (2018). Radiation and Nuclear Safety Authority Regulation on the Safety of Disposal of Nuclear Waste. Adopted in Helsinki on 10 December 2018, <https://www.finlex.fi/api/media/authority-regulation/542027/mainPdf/main.pdf>

STUK Säteilyturvakeskus / Radiation and Nuclear Safety Authority of Finland (2026). The Radiation and Nuclear Safety Authority supports the licence for a spent nuclear fuel final disposal facility. Press Release, 04.08.2026. <https://stuk.fi/en/-/the-radiation-and-nuclear-safety-authority-supports-the-licence-for-a-spent-nuclear-fuel-final-disposal-facility>

Tagesspiegel (2026). „Voll und ganz falsch“: Umfrage zeigt deutliche Kritik am Atomausstieg, in: Tagesspiegel, 21.04.2026, <https://www.tagesspiegel.de/politik/voll-und-ganz-falsch-umfrage-zeigt-deutliche-kritik-am-atomausstieg-15503800.html>

UBA Umweltbundesamt (2026). Aktuelle Treibhausgas-Projektionen, 15.06. 2026, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/szenarien-projektionen/treibhausgas-projektionen/aktuelle-treibhausgas-projektionen#>

UK EPR (2012). UK EPR Generic Design Assessment. Pre-Construction Safety Review, chapter 15 Probabilistic Safety Analysis, Sub-Chapter 15.7, p. 14/66, www.edfenergy.com/energy/nuclear-new-build-projects/hinkley-point-c/reactor/uk-epr-generic-design-assessment.

UNECE United Nations Economic Commission for Europe (2022). Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options. Geneva. https://unece.org/sites/default/files/2021-11/LCA_final.pdf

Vinoya, Carlo, Ubando, Aristotle, Culaba, Alvin & Chen, Wei-Hsin (2023). State-of-the-Art Review of Small Modular Reactors. Energies. 16. 10.3390/en16073224.

Warmer, Felix, J. Alguacil, D. Biek, et al. (2024). “Overview of European efforts and advances in Stellarator power plant studies”, Fusion Engineering and Design 202 (2024), 114386, <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2024.114386>.

Welt (2025). Merz und Macron beenden Atomstreit und drohen Putin – Grünen-Vorsitzende spricht von „Schaulaufen“, Welt, 29.08.2025, <https://www.welt.de/politik/deutschland/article68b1b0828c33b226bcaec5b7/eckpfeiler-der-sicherheit-der-nato-merz-und-macron-beenden-atomstreit-und-drohen-putin-gruenen-vorsitzende-spricht-von-schaulaufen.html>

Wendland, Anna Veronika (2024). Gutachterliche Stellungnahme zum Beweisbeschluss SV-1 des 2. Untersuchungsausschusses vom 10. Oktober 2024, <https://www.bundestag.de/resource/blob/1030738/MAT-A-SV-1-03.pdf>

Wind Europe (2026). Wind Energy in Europe. 2025 Statistics and the outlook for 2026-2030, Bruxelles 2026, 20.

Wirth, Harry (2026). Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Zusammengestellt von Harry Wirth. Freiburg: ISE Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html#Immer-up-to-date-mit-unserem-Abo-Service>.

WNN (2020). South Korea breaks ground for two new reactors, in: World Nuclear News, 30.10. 2024, <https://www.world-nuclear-news.org/articles/south-korea-breaks-ground-for-two-new-reactors>.

WNISR (2025). World Nuclear Industry Status Report. The Annual Reports. <https://www.worldnuclearreport.org/The-Annual-Reports>

Zachová, Aneta (2025). Pushback over Korea's nuclear power ambition in Europe, in: Euractiv, 27.05.2025, <https://www.euractiv.com/news/pushback-over-koreas-nuclear-power-ambition-in-europe/>.

Die Zeit (2011). "Anselm Kiefer will Atomkraftwerk kaufen", Zeit online, 30.10.2011. <https://www.zeit.de/kultur/kunst/2011-10/anselm-kiefer-atomkraftwerk>

Zeroual, Omer (2022). Entsorgung von Atomabfall - So sieht der Zeitplan für den Bau des Atomendlagers aus <https://www.srf.ch/news/schweiz/entsorgung-von-atomabfall-so-sieht-der-zeitplan-fuer-den-bau-des-atomendlagers-aus>, Schweizer Rundfunk, 12.09.2022

Diese Veröffentlichung der Denkfabrik für neue bürgerliche Politik dient ausschließlich der Information.

Gefördert durch das Presse- und Informationsamt der Bundesregierung aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Im Allgemeinen wird in dieser Publikation das generische Maskulinum verwendet. Das heißt: Die verwendeten grammatikalisch maskulinen Personen- und Berufsbezeichnungen sind auf alle Geschlechter bezogen. Sie gelten damit allgemein für Personen, deren biologisches Geschlecht unbekannt, nicht von Bedeutung oder – im Plural – unterschiedlich zusammengesetzt ist.

HERAUSGEBER

REPUBLIK21 E.V. DENKFABRIK FÜR
NEUE BÜRGERLICHE POLITIK

Baierbrunner Straße 25
81379 München

T +49 89 2000 80 752
F +49 89 288 555 25

info@denkfabrik-r21.de
www.denkfabrik-r21.de

