



---

## Sachstand

---

### Energiewende und Kernenergie in Frankreich

## **Energiewende und Kernenergie in Frankreich**

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 074/21  
Abschluss der Arbeit: 20.10.2021  
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft und Verkehr, Ernährung und Landwirtschaft

---

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

---

## Inhaltsverzeichnis

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Fragestellung</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Das französische Energiesystem</b>                        | <b>4</b>  |
| 2.1.      | Versorgungsphilosophie                                       | 4         |
| 2.2.      | Anteil von Kernenergie am Energiemix                         | 4         |
| <b>3.</b> | <b>Frankreichs Weg zur CO<sub>2</sub>-Neutralität</b>        | <b>6</b>  |
| 3.1.      | Strategieumschwung 2021                                      | 6         |
| 3.2.      | Kernenergie als „grüne Investition“ im Sinne der EU?         | 7         |
| 3.3.      | Europäischer Vergleich                                       | 9         |
| <b>4.</b> | <b>Offene Fragen der Kernenergie-gestützten Energiewende</b> | <b>10</b> |
| 4.1.      | Minireaktoren: Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit            | 10        |
| 4.2.      | Alte Reaktoren: Wirtschaftlichkeit                           | 11        |
| 4.3.      | Auswirkung auf erneuerbare Energien                          | 12        |
| 4.4.      | Beitrag zur CO <sub>2</sub> -Neutralität                     | 12        |
| 4.5.      | Gesamtkosten der Kernenergie                                 | 13        |
| 4.6.      | Verbleib der atomaren Altlasten                              | 15        |
| 4.6.1.    | Klassifizierung radioaktiver Abfälle                         | 15        |
| 4.6.2.    | International  | 16        |
| 4.6.3.    | Frankreich   | 20        |

## 1. Fragestellung

Der Sachstand hat die energiewirtschaftliche Strategie Frankreichs zur Kernenergie zum Gegenstand. Dabei geht der Sachstand in einem kurzen Abriss auf Unterschiede zu Energiestrategien ausgewählter Länder ein sowie auf die Endlagerung atomarer Abfälle. Es ist nicht Thema dieses Sachstands, alle in der Fachwelt diskutierten Vor- und Nachteile der Kernenergie darzustellen.

## 2. Das französische Energiesystem

### 2.1. Versorgungsphilosophie

Die Analyse der Energiepolitik Frankreichs erfordert ein Verständnis für ein völlig anders strukturiertes Strom- und Energiesystem:

„Frankreich plant **zentral** und setzt auf **Großprojekte**, während Deutschland dezentrale Initiativen fördert. An den Strommärkten stehen über 800 Stromversorger in Deutschland einem französischen Staatsunternehmen mit wenig Konkurrenz gegenüber. Französischer Atomstrom und große Wasserkraftwerke sorgen für niedrige Strompreise, Sozialtarife und für über 1% des Staatshaushalts durch Dividendenausschüttungen.“<sup>1</sup>

Energie hat einen anderen Stellenwert, da das **Heizsystem** vorrangig mit Elektrizität funktioniert. Zusätzlich müssen in den warmen, südlichen Regionen im Sommer die privaten Haushalte über **Klimaanlagen** gekühlt werden. Veränderungen in den Strompreisen wirken sich damit wesentlich auf den Alltag der Menschen aus. Es gibt einen staatlich festgesetzten sozialen Stromtarif für schwächere Einkommensgruppen. Der französische **Staat** ist direkt mit 80 Prozent am größten französischen Energieversorger EDF (Électricité de France) beteiligt. Der Strompreis der EDF wird staatlich festgelegt.<sup>2</sup> Freie Tarife von privaten Anbietern schwanken und sind teilweise teurer, teilweise günstiger.<sup>3</sup>

### 2.2. Anteil von Kernenergie am Energiemix

Der Anteil von Kernenergie am französischen Energiemix ist mit **70,6 Prozent** im Jahr 2020 vergleichsweise hoch. Seit den 2000er Jahren ist der Anteil an Atomenergie annähernd gleichgeblieben (siehe Abbildung 1). Im globalen Vergleich belegt damit Frankreich den Spitzenplatz, gefolgt von diversen osteuropäischen Ländern (mit Ausnahme von Belgien auf Platz 6) (siehe Abbildung 2).

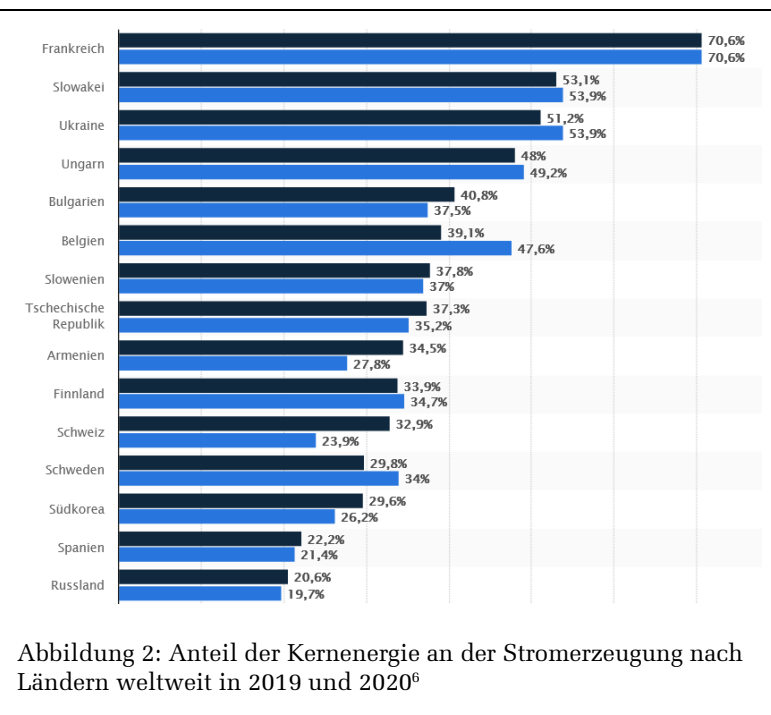
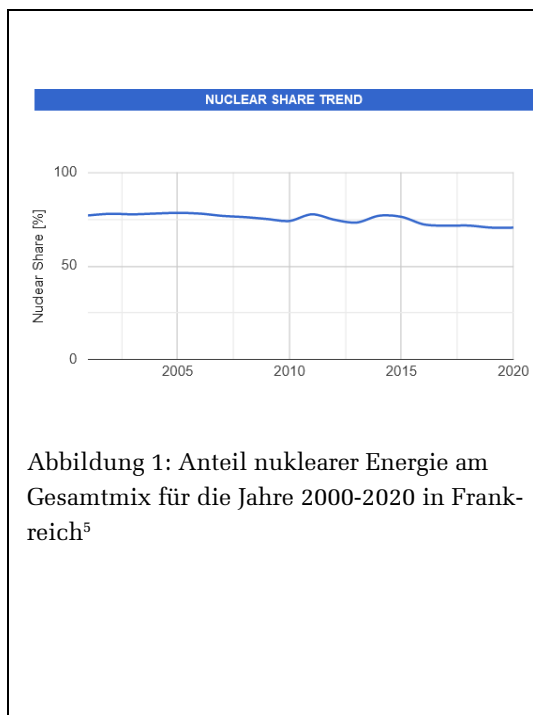
---

1 Rat-Fischer, C. (2018), Die Akzeptanz des Energiesystems in Frankreich und Deutschland im Vergleich, <https://www.energie-klimaschutz.de/akzeptanz-energie-frankreich-deutschland-vergleich/> (Hervorhebung durch Autor).

2 Tagesschau.de (01.10.2021), Frankreich deckelt Gaspreise, <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/weltwirtschaft/gaspreise-frankreich-gedeckelt-101.html>.

3 Zentrum für Europäischen Verbraucherschutz e.V., <https://www.cec-zev.eu/de/themen/alltag/stromanbieter-in-frankreich/>.

Die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEA)<sup>4</sup> gibt an, dass in Frankreich **56** nukleare **Reaktoren** mit einer Kapazität von 61.370 MW aktiv sind, sich derzeit ein Reaktor im Bau befindet und 14 Reaktoren dauerhaft abgeschaltet wurden. Die Mehrheit der am Netz angeschlossenen Reaktoren steht größtenteils vor dem Ende ihrer 40-jährigen Betriebszeit bzw. hat sie überschritten. Eine Ausdehnung auf 50 Jahre hat Frankreich im Februar 2021 beschlossen.



4 IAEA, Power Reactor Information System (PRIS), <https://pris.iaea.org/pris/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=FR>.

5 IAEA, Power Reactor Information System (PRIS), <https://pris.iaea.org/pris/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=FR>.

6 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28757/umfrage/anteil-der-kernenergie-an-der-stromerzeugung-nach-laendern/>.

### 3. Frankreichs Weg zur CO<sub>2</sub>-Neutralität

#### 3.1. Strategieumschwung 2021

Zum Amtsantritt im Jahr **2017** wollte Präsident Macron den Atomstromanteil zurückfahren und einige Kernmeiler bis 2025 vom Netz nehmen. Noch 2017 verschob die Regierung dieses Ziel auf **2035**.<sup>7</sup>

Nach Ansicht Frankreichs sei es mit der geplanten Reduktion des Kernenergieanteils nicht möglich, den Energiebedarf bis 2050 allein aus erneuerbaren Energien zu decken, um **CO<sub>2</sub>-Neutralität** zu erreichen. Die erneuerbaren Energien könnten nicht schnell genug eingeführt werden, um einen raschen Atomausstieg in Frankreich auszugleichen. Vielmehr würden die Emissionen zunehmen, da Erdgasanlagen in der Zwischenzeit Strom liefern. Ferner würden die Strompreise steigen, um deren Einsatz zu finanzieren.<sup>8</sup>

Im Oktober **2021** konkretisierte Präsident Macron weitere Teilaspekte des Energiewandels und stellte den 30 Milliarden Euro schweren Investitionsplan für Innovation und Forschung vor, der Frankreichs Wirtschaft bis 2030 stärken soll.<sup>9</sup> Unter der Überschrift „**Atomkraft neu erfinden**“ setzt Frankreich auf eine saubere und CO<sub>2</sub>-arme Energiegewinnung. Verringerung von Atommüll, verbesserte Weiterverarbeitung sowie eine globale Führungsrolle Frankreichs und der EU sollen die bisherigen Vorbehalte gegen Atomenergie abmildern. Ergänzend zu Wasserstoff und Strom aus erneuerbaren Energien soll Kernenergie die CO<sub>2</sub>-Neutralität Frankreichs sichern.

Zum Umbau des Energiesektors gehört es, bis 2040 neue Kernkraftwerke zu errichten und vor allem aber **bestehende Meiler** zu ertüchtigen. Auch soll aus dem Innovationsprogramm eine Milliarde Euro in die Erforschung und Nutzbarmachung kleiner **Minireaktoren**, sogenannter Small Modular Reactors (SMRs), investiert werden. Sie sollen – analog zu Gas- und Kohlekraftwerken – mit geringen Leistungen (<300 MW) die schwankende Verfügbarkeit von Wind- und Sonnenenergie ausgleichen. So soll für energieintensive Bereiche wie Landwirtschaft, Transport und Schwerindustrie **kostengünstiger** Strom zur Verfügung stehen.

Abseits der Minireaktoren setzt Frankreich weiter auf **Großprojekte**. Derzeit sind 6 European Pressurized Reactors (EPRs) in Planung. Dazu warten die EDF und das französische Umweltministerium auf die Fertigstellung des Meilers in Flamanville „Flamanville 3“, der ursprünglich 2012 für 3,3 Mrd. EUR fertiggestellt werden sollte. Aufgrund „technischer Schwierigkeiten“ wird

---

7 Forbes (16.07.2017), French President Macron's Nuclear Dilemma, <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2017/07/16/french-president-macrons-nuclear-dilemma/?sh=1455a73824b9>;

8 Reuters (17.12.2017), Nuclear, renewables to help French CO<sub>2</sub> reduction goals, Macron says, <https://www.reuters.com/article/us-france-macron-nuclear/nuclear-renewables-to-help-french-co2-reduction-goals-macron-says-idUSKBN1EB0TZ?il=0>.

9 FAZ.net (12.10.2021), Macron kündigt Investitionsplan über 30 Milliarden Euro an, <https://www.faz.net/aktuell/politik/ausland/macron-kuendigt-investitionsplan-ueber-30-milliarden-euro-an-17581326.html>.

nun eine Fertigstellung 2021-2022 zu Kosten von 12,4 Mrd. EUR erwartet.<sup>10</sup> Ferner ist ein Großteil der 56 Kernenergiekraftwerke Frankreichs vor dem Ende der 40-jährigen Betriebszeit. Mit Stand Oktober 2021 sollen 13 Altreaktoren mehr als 40 Jahre in Betrieb sein. Bereits im Februar 2021 wurde die Laufzeit der französischen Atommeiler von 40 auf 50 Jahre angehoben unter der Bedingung, Sanierungen durchzuführen.<sup>11</sup>

### 3.2. Kernenergie als „grüne Investition“ im Sinne der EU?

Die EU fördert „grüne Investitionen“ in vielfacher Hinsicht.<sup>12</sup> Frankreich hat daher ein Interesse, dass seine Investitionen in die Kernenergie als „grüne Investitionen“ gelten.

Am 4. Juni 2021 hat die Europäische Kommission (Kommission) eine delegierte **Verordnung zur EU-Klimatonomie** verabschiedet.<sup>13</sup> Die Verordnung legt technische Bewertungskriterien fest, anhand derer u. a. bestimmt wird, unter welchen Voraussetzungen eine Wirtschaftstätigkeit wesentlich zum Klimaschutz beiträgt und erhebliche Beeinträchtigungen der anderen Umweltziele vermeidet.<sup>14</sup> Durch die Einstufung soll sich der Grad der ökologischen Nachhaltigkeit einer Investition ermitteln lassen.<sup>15</sup> Die Verordnung ist noch **nicht in Kraft** getreten: Der Rat kann noch bis 7. Dezember 2021 Einwände erheben.<sup>16</sup>

- 
- 10 Enerdata.net (10.05.2021), EDF has submitted plans to build 6 new EPR nuclear reactors in France, <https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/edf-has-submitted-plans-build-6-new-epr-nuclear-reactors-france.html>.
  - 11 Spiegel.de (25.02.2021), Frankreich will Laufzeit für älteste AKW auf 50 Jahre verlängern, <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/atomkraft-in-frankreich-behoerde-will-laufzeit-fuer-aelteste-akw-auf-50-jahre-verlaengern-a-feb14c85-1fe6-4385-bbd7-9c7af0abf135>.
  - 12 Übersicht z. B. bei: Europäisches Parlament (10.10.2019), Wie können grüne Investitionen gefördert werden?, <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/priorities/klimawandel/20191004STO63440/wie-konnen-grune-investitionen-gefördert-werden>; Europäische Kommission, Europäischer Grüner Deal, [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de).
  - 13 Delegierte Verordnung (EU) der Kommission zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates durch Festlegung der technischen Bewertungskriterien, anhand deren bestimmt wird, unter welchen Bedingungen davon auszugehen ist, dass eine Wirtschaftstätigkeit einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz oder zur Anpassung an den Klimawandel leistet, und anhand deren bestimmt wird, ob diese Wirtschaftstätigkeit erhebliche Beeinträchtigungen eines der übrigen Umweltziele vermeidet, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=PI\\_COM%3AC%282021%292800&qid=1634643722512](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=PI_COM%3AC%282021%292800&qid=1634643722512).
  - 14 Vgl. Art. 1 der Delegierten Verordnung.
  - 15 Vgl. Art. 1 Abs. 1 des Basisrechtsakt, d. h. der Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32020R0852&qid=1634643722512>.
  - 16 Vgl. dazu das Interinstitutionelle Register für Delegierte Rechtsakte und Durchführungsrechtsakte, <https://webgate.ec.europa.eu/regdel/#/delegatedActs/1435>.

Wegen eines heterogenen Meinungsstandes hat die Kommission Kernenergie nicht in die Delegierte Verordnung einbezogen. In Erwägungsgrund 27 der delegierten Verordnung steht dazu:

„In der Verordnung (EU) 2020/852 wird die Bedeutung von ‚klimaneutraler Energie‘ anerkannt, und gemäß der Verordnung muss die Kommission den potenziellen Beitrag und die Durchführbarkeit aller relevanten bestehenden Technologien bewerten. Für **Kernenergie** ist diese Bewertung noch **nicht abgeschlossen**, aber sobald dies der Fall ist, wird die Kommission ausgehend von den Ergebnissen im Kontext dieser Verordnung Folgemaßnahmen ergreifen.“<sup>17</sup>

Uneinigkeit herrscht unter Experten, ob Kernenergie die strengen Umweltkriterien ausreichend erfüllt. Einige europäische Länder unterstützen ein Gutachten des Joint Research Center (JRC) der Europäischen Kommission, das zu folgender Aussage kommt:

„The analyses did **not** reveal any science-based evidence that nuclear energy does **more harm** to human health or to the environment than other electricity production technologies already included in the Taxonomy as activities supporting climate change mitigation.“<sup>18</sup>

Eine vorherige Expertenstudie aus dem Jahr 2019 war aufgrund ungeklärter Fragen – unter anderem bezüglich der Lagerung des radioaktiven Materials – zu einem anderen Ergebnis gelangt.<sup>19</sup>

Das **Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung** sowie das **Bundesamt für Strahlenschutz** kritisieren in ihrer gemeinsamen Stellungnahme den JRC-Bericht wegen der mangelnden Berücksichtigung der Gefahr schwerer Unfälle, der ungelösten Endlager- bzw. Entsorgungsproblematik, und wegen einer ungenügenden Betrachtung von Folgelasten für kommende Generationen.<sup>20</sup>

Im Oktober 2021 haben 15 Minister aus **zehn EU-Ländern** (Bulgarien, Finnland, **Frankreich**, Kroatien, Polen, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Tschechische Republik und Ungarn) einen Brief in

---

17 Hervorhebung durch Autor.

18 Joint Research Center (2021), Technical assessment of nuclear energy with respect to the do no significant harm criteria of Regulation (EU) 2020/852 (Taxonomy regulation), S. 7, [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business\\_economy\\_euro/banking\\_and\\_finance/documents/210329-jrc-report-nuclear-energy-assessment\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/210329-jrc-report-nuclear-energy-assessment_en.pdf) (Hervorhebung durch Autor).

19 Energiezukunft.eu (01.04.2021), Gilt Atomkraft bald als nachhaltiges Investment?, <https://www.energiezukunft.eu/politik/gilt-atomkraft-bald-als-nachhaltiges-investment/>: „Der letzte Expertenbericht schloss im Jahr 2019 die Atomkraft als nachhaltiges Investment klar aus – vor allem aufgrund der vielen ungelösten Fragen bei der Entsorgung des strahlenden Atommülls.“

20 BASE (Juni 2021), Fachstellungnahme zum Bericht des Joint Research Centre „Technical assessment of nuclear energy with respect to the ‚do no significant harm‘ criteria of Regulation (EU) 2020/852 ‚Taxonomy Regulation““, [https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/berichte/2021-06-30\\_base-fachstellungnahme-jrc-bericht.pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/berichte/2021-06-30_base-fachstellungnahme-jrc-bericht.pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=4).



---

europäischen Zeitungen veröffentlicht, der auf die Kernenergie als „unverzichtbarer und verlässlicher Faktor für eine kohlenstofffreie Zukunft“ verweist.<sup>21</sup> Sie fordern, die Kernenergie bis Ende 2021 in die **Verordnung zur EU-Klimataxonomie** einzubeziehen.

### 3.3. Europäischer Vergleich

Einige Mitgliedstaaten der EU wollen Kernenergie so früh wie möglich beenden und den Anteil an erneuerbaren Energien massiv ausbauen. Hierzu gehört **Deutschland**, das 2011 beschlossen hat, bis 2022 aus der Atomenergie auszusteigen.<sup>22</sup> Dem stehen Staaten gegenüber, die entweder in der Vergangenheit auf Kernenergie gesetzt haben oder ein zentrales Energieversorgungssystem nicht zügig umstellen können. Dazwischen befinden sich Länder, die bereits hohe Anteile an erneuerbaren Energien nutzen, aber die Grundlast nicht mit Kohle- oder Gaskraftwerken absichern wollen oder sich von Energielieferanten unabhängig machen wollen. Eine Übersicht in der Presse fasst einige Länderpositionen wie folgt zusammen:<sup>23</sup>

„**Finnlands** Grüne sind pro Kernkraft: Klimaneutralität bis 2035 sei nur durch den Einsatz von Atomkraft und erneuerbaren Energieträgern möglich [...].

**Schweden** hält an AKWs fest: In den frühen 1980er-Jahren wurde der Ausstieg aus der Atomkraft bis 2010 beschlossen. Knapp 30 Jahre später war dieser Beschluss wieder Makulatur. Mittlerweile gilt, dass an den Standorten der bisherigen Reaktoren neue Kraftwerke gebaut werden dürfen. [...] Staatliche Subventionen soll es nicht mehr geben. Schweden bezieht knapp 40 Prozent seines Stroms aus Atomkraft, der Rest stammt aus erneuerbaren Energien. [...]

**Polen** wird wegen des höchsten Kohleanteils in seiner Wärme- und Stromproduktion heftig kritisiert und will als letztes Land der EU erst 2049 aus der Kohle aussteigen. Bislang werden 70 Prozent der Elektrizität und der Wärme aus Kohle produziert [...] Um den Ausstieg zu schaffen, sollen laut der polnischen Energiestrategie [...] nun sechs Reaktoren in zwei Atomkraftwerken gebaut werden. [...]

Weiter auf die Kernkraft setzt auch **Großbritannien**, wo sieben Atomkraftwerke 17 Prozent des Stroms produzieren. Dieser Anteil wird sich bis 2024 allerdings halbieren, weil vier dieser Kraftwerke bis dahin abgestellt werden. [...] In einem Zehn-Punkte-Plan für die ‚grüne Revolution‘ hat Premier Boris Johnson die Atomkraft als wesentlichen Pfeiler der Dekarbonisierung

---

21 Welt.de (10.10.2021), Meinung: Warum Europa Kernenergie braucht, <https://www.welt.de/debatte/kommentare/article234330374/Aufruf-von-EU-Ministern-Warum-Europa-Kernenergie-braucht.html>.

22 Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung, [https://www.base.bund.de/DE/themen/kt/ausstieg-atomkraft/ausstieg\\_node.html](https://www.base.bund.de/DE/themen/kt/ausstieg-atomkraft/ausstieg_node.html).

23 Handelsblatt (05.10.2021), Diese EU-Länder setzen im Kampf gegen den Klimawandel auf Atomkraft, <https://www.handelsblatt.com/politik/atomenergie-diese-eu-laender-setzen-im-kampf-gegen-den-klimawandel-auf-atomkraft/27673152.html?ticket=ST-145963-oQ4Nudk9ctFhjpGypWXj-cas01.example.org> (Hervorhebung durch Autor).

beschrieben. Seine Regierung will eine halbe Milliarde Pfund für den Bau neuer Atomkraftwerke bereitstellen. [...]

Zurück ist die Debatte über Kernkraft in **Italien**, wo das Thema eigentlich vom Tisch schien. Nach der Katastrophe von Tschernobyl entschied das Land, seine damals vier vorhandenen Kraftwerke abzuschalten. [...] Der neueste Vorstoß für die Kernkraft kommt nun ausgerechnet vom Minister für den ökologischen Wandel: Der Physiker Roberto Cingolani [...] will nicht ausschließen, in Zukunft Reaktoren der ‚vierten Generation‘ im Land zu bauen. Will Italien seine Klimaziele erreichen, müsste das Land zehn Mal so viel Erneuerbare pro Jahr installieren wie bisher. [...]

**Spanien** hält unterdessen wie Deutschland trotz ehrgeiziger Klimaziele am geordneten Ausstieg aus der Atomenergie fest. Derzeit sind noch sieben Atomreaktoren in fünf Anlagen in Betrieb, die im vergangenen Jahr 22 Prozent des Stroms in Spanien erzeugt haben. Madrid hat sich mit den Betreibern darauf geeinigt, alle Reaktoren zwischen 2027 und 2035 abzuschalten. Spanien investiert derzeit massiv in Erneuerbare und hat sich unter anderem zum Ziel gesetzt, die wichtigste Drehscheibe in Europa für grünen Wasserstoff zu werden. Die Atomenergie spielt dabei keine Rolle.“

#### 4. Offene Fragen der Kernenergie-gestützten Energiewende

##### 4.1. Minireaktoren: Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit

Bislang liegen zu Minireaktoren lediglich Konzepte und **Testprojekte** vor. Experten diskutieren seit Jahren, ob Minireaktoren technisch machbar sind.<sup>24</sup> Es existieren circa 50 Entwürfe, die schon vor Jahren eine „nukleare Renaissance“ einleiten sollten.<sup>25</sup> Ferner sieht die Fachliteratur die künftige Wirtschaftlichkeit der Minireaktoren vielfach noch **kritisch**.<sup>26</sup> Jedoch waren neue Technologien immer auch auf ein finanzielles oder politisches Momentum angewiesen. Dieses könnte im Fall der Minireaktoren unter anderem in dem zunehmenden Bedarf und in den Investitionen von Ländern wie USA, Japan, China und nun auch Frankreich liegen. In jüngster Zeit

---

24 Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (2021), Sicherheitstechnische Analyse und Risikobewertung einer Anwendung von SMR-Konzepten (Small Modular Reactors), <https://www.base.bund.de/Shared-Docs/Downloads/BASE/DE/berichte/kt/gutachten-small-modular-reactors.pdf?blob=publicationFile&v=6>.

25 IAEA, Small modular reactors, <https://www.iaea.org/topics/small-modular-reactors>; Matthews, J. (18.11.2015), Small modular reactors – the real nuclear renaissance?, <https://blog.policy.manchester.ac.uk/sci-tech/2015/11/small-modular-reactors-the-real-nuclear-renaissance/>.

26 Wealer, B. und andere (2018), Nuclear power reactors worldwide: Technology developments, diffusion patterns, and country-by-country analysis of implementation (1951-2017), DIW Data Documentation, No. 93; Mignacca, B. und andere (2020), Deeds not words: Barriers and remedies for Small Modular nuclear Reactors, Energy, 206, 118-137; Cooper, M. (2014), Small modular reactors and the future of nuclear power in the United States, Energy Research & Social Science, 3, 161-177. Siehe auch FAZ (12.10.2021), Es ist eine Technologiewette, die Macron eingeht, <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/klima-nachhaltigkeit/atomkraft-in-frankreich-macron-legt-fokus-auf-mini-kraftwerke-17581977.html>: „Es ist eine große Hypothek der Atomkraft, dass bei Projekten in den vergangenen Jahren die Zeitpläne und Budgets deutlich gerissen wurden“ (Interviewzitat).

haben Energieunternehmen und Energie-Startups, teilweise gefördert von Regierungen oder privaten Kapitalgebern, **Erfolge** mit Versuchen und Testbetrieben vermeldet.<sup>27</sup>

#### 4.2. Alte Reaktoren: Wirtschaftlichkeit

Die erneuerbare Energien befürwortende Denkfabrik „Agora Energiewende“ sieht in den hohen Investitionskosten zur Ertüchtigung alter nuklearer Anlagen ein Risiko für die Wirtschaftlichkeit:<sup>28</sup>

„In Frankreich bergen der geplante Zubau der Erneuerbaren Energien und die Investitionen zum Erhalt von über 50 Gigawatt Kernkraftkapazität ein großes Risiko von Stranded Assets im Stromsektor. Zu wachsenden Stromexporten Frankreichs würde es bereits kommen, wenn das Land mehr als 40 Gigawatt Kernkraftwerke im Jahr 2030 in Betrieb hielte. Zudem würde Frankreich sein Ziel, den Kernenergieanteil im Strommix auf 50 Prozent zu reduzieren, erst nach 2030 erreichen können. Selbst wenn eine Steigerung der französischen Stromexportkapazitäten um 60 Prozent, eine Verdopplung der Interkonnektoren<sup>[29]</sup> innerhalb der Europäischen Union und eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung von 30 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> angenommen werden, wäre die **Wirtschaftlichkeit** eines Kernkraftwerksparks mit einer Kapazität von über 50 Gigawatt bis 2030 **gefährdet**. [...] Folglich müsste die Erzeugung von Strom aus Kernenergie in Frankreich deutlich flexibler als heute erfolgen. Eine solche Flexibilisierung, obgleich technisch realisierbar, hätte zum einen eine deutliche Steigerung der Stromgestehungskosten<sup>[30]</sup> von Reaktoren mit verlängerter Laufzeit zur Folge. Insbesondere der Wartungsaufwand für Kernkraftwerke im Lastfolgebetrieb steigt erheblich. Zum anderen würde ein größerer Kernkraftwerkspark wegen des damit verbundenen großen Stromangebots die Börsenstrompreise niedrig halten und somit die Wirtschaftlichkeit der Neuinvestitionen in die Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken verschlechtern. [...] Wie unsere Studie zeigt, sind Investitionen zur Laufzeitverlängerung des französischen Kernkraftwerksparks mit Kapazitäten von mehr als 50 Gigawatt nicht wirtschaftlich, selbst wenn eine deutliche Verstärkung der Exportabsatzmärkte angenommen wird. Das sollte bei den Strategien zur Weiterentwicklung der französischen Kernenergie vollumfänglich berücksichtigt werden.“

- 
- 27 Stern.de (16.03.2021), Bill Gates will das Klima retten und Hunderte von Mini-Atomkraftwerken bauen, <https://www.stern.de/digital/technik/bill-gates-will-hunderte-winzige-atomkraftwerke-bauen-30427776.html>; Focus.de (19.10.2021), Gegen Macrons neue Mini-Meiler geben sogar die Grünen den Widerstand auf, [https://www.focus.de/politik/atomkraft-gegen-klimawandel-gegen-macrons-neue-mini-meiler-geben-sogar-die-gruenen-den-widerstand-auf\\_id\\_24331830.html](https://www.focus.de/politik/atomkraft-gegen-klimawandel-gegen-macrons-neue-mini-meiler-geben-sogar-die-gruenen-den-widerstand-auf_id_24331830.html).
- 28 Agora Energiewende & IDDRI (2018), Die Energiewende und die französische Transition énergétique bis 2030, [https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/EW\\_Deutschland\\_Frankreich/Agora\\_IDDRI\\_French\\_German\\_Energy\\_Transition\\_2030\\_Study\\_Summary\\_DE\\_WEB.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/EW_Deutschland_Frankreich/Agora_IDDRI_French_German_Energy_Transition_2030_Study_Summary_DE_WEB.pdf) (Hervorhebung durch Autor).
- 29 Interkonnektor: Stromleitung, die über die Grenze zweier benachbarter Länder führt.
- 30 Kosten, welche für die Energieumwandlung von einer anderen Energieform in elektrischen Strom notwendig sind.

#### 4.3. Auswirkung auf erneuerbare Energien

Die Förderung der Kernenergie könnte Anreize nehmen, die französische Versorgung auf erneuerbare Energien umzustellen. Das Stromangebot mit einer Kapazität von 63 GW aus den französischen Kernkraftwerken bis 2030 könnte die Einnahmen aus der Photovoltaik auf ein Preisniveau reduzieren, das eine Photovoltaik-Anlage **nicht** mehr **refinanziert**. Die erneuerbare Energien befürwortende Denkfabrik „Agora Energiewende“ folgert daher:

„Werden hohe Anteile konventioneller Kapazitäten im Bereich der Kohle und der Kernenergie aufrechterhalten, führt dies zur Verzögerung des Zeitpunkts, an dem die Erneuerbaren Energien ihre Kosten im Wesentlichen über den Strommarkt decken. Dieser Zusammenhang zwischen den Markterlösen der Erneuerbaren Energien und der Größe der konventionellen Kraftwerkskapazitäten verdeutlicht, dass die Reduktion der konventionellen Erzeugung in enger Abstimmung mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien erfolgen muss. Wenn der Umbau des Stromsystems nicht koordiniert verläuft, könnten Kostensteigerungen in den Refinanzierungssystemen zulasten der Endverbraucher die Folge sein.“<sup>31</sup>

#### 4.4. Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Neutralität

Ein Bericht der **Internationalen Atomenergie-Organisation** (IAEA)<sup>32</sup> von September 2021 weist auf die positiven Effekte von Kernenergie hin: Die Vermeidung von CO<sub>2</sub>, die Nutzbarkeit zur Erzeugung von Wasserstoff und die Ersetzung von Kohlekraftwerken. Daher steige erstmals seit dem GAU in Fukushima die Anzahl an Kernkraftwerkprojekten wieder.<sup>33</sup> Eine Notwendigkeit von Kernenergie als Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Neutralität sehen auch verschiedene Interessengruppen.<sup>34</sup>

Demgegenüber weist die Internationale Energieagentur (IEA)<sup>35</sup> im „World Energy Outlook 2021“ darauf hin, dass eine Fokussierung auf **erneuerbare Energien alternativlos** sei und eine neue, globale Energiewirtschaft bilden könnte. Nuklearenergie erwähnt der Bericht nur am Rande. Grund sei, dass durch offene Innovationsversprechen und unsichere Bauzeiten neuer Kernkraftwerke diese Technologie nicht schnell genug die notwendigen CO<sub>2</sub>-Einsparungen bis 2030 bringen könne, um die Klimaziele zu erreichen. Zwar hätten einige Länder wie China,

---

31 Agora Energiewende & IDDRI (August 2018), Die Energiewende und die französische Transition énergétique bis 2030, S. 11, [https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/EW\\_Deutschland\\_Frankreich/Agora\\_IDDRI\\_French\\_German\\_Energy\\_Transition\\_2030\\_Study\\_DE\\_WEB.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/EW_Deutschland_Frankreich/Agora_IDDRI_French_German_Energy_Transition_2030_Study_DE_WEB.pdf).

32 Die Internationale Atomenergie-Organisation (englisch: International Atomic Energy Agency – IAEA) wurde 1957 als eine autonome zwischenstaatliche Organisation gegründet. Sie berichtet regelmäßig an die Generalversammlung der Vereinten Nationen, <https://www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/internationales/internationale-atomenergie-organisation-iaeo>.

33 IAEA (September 2021), Nuclear Energy for a Net Zero World, S. 3f., <https://www.iaea.org/sites/default/files/21/10/nuclear-energy-for-a-net-zero-world.pdf>.

34 Statt vieler siehe nur: World-Nuclear.org (undatiert), How can nuclear combat climate change?, <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/how-can-nuclear-combat-climate-change.aspx>.

35 1974 wurde die Internationale Energiebehörde als autonome Einheit der OECD mit Sitz in Paris errichtet, <https://www.iea.org/>.

---

Russland und Korea gezeigt, dass Kernkraftwerke in 5 bis 7 Jahren gebaut werden können. Es sei allein deswegen aber noch nicht absehbar, dass in dieser Dekade mit Neuprojekten rechtzeitig große Versorgungskapazitäten geschaffen werden können. Alle Projekte, die jetzt angestoßen würden, brächten nur unter Unsicherheit und erst nach 2030 die gewünschten Effekte.<sup>36</sup>

#### 4.5. Gesamtkosten der Kernenergie

Ökonomische Abschätzungen waren offenbar eher selten der ausschlaggebende Punkt für den Bau von Kernkraftwerken:

„None of the 674 reactors analysed in the text and documented in the appendix, has been developed based on what is generally considered ‚economic‘ grounds, i.e. the decision of private investors in the context of a market-based, competitive economic system.“<sup>37</sup>

Viele Meiler sind teurer, als ursprünglich geschätzt wurde. Dabei spielt auch eine Rolle, dass es in den vergangenen 70 Jahren nicht möglich war, die Bauzeit trotz fortschreitenden Technologiewissens systematisch zu verkürzen (siehe Abbildung 3).

---

36 IAE (Oktober 2021), World Energy Outlook 2021, S. 199, <https://iea.blob.core.windows.net/assets/88dec0c7-3a11-4d3b-99dc-8323ebfb388b/WorldEnergyOutlook2021.pdf>.

37 Wealer, B. und andere (2018), Nuclear power reactors worldwide: Technology developments, diffusion patterns, and country-by-country analysis of implementation (1951-2017), DIW Data Documentation, No. 93, S. 7.

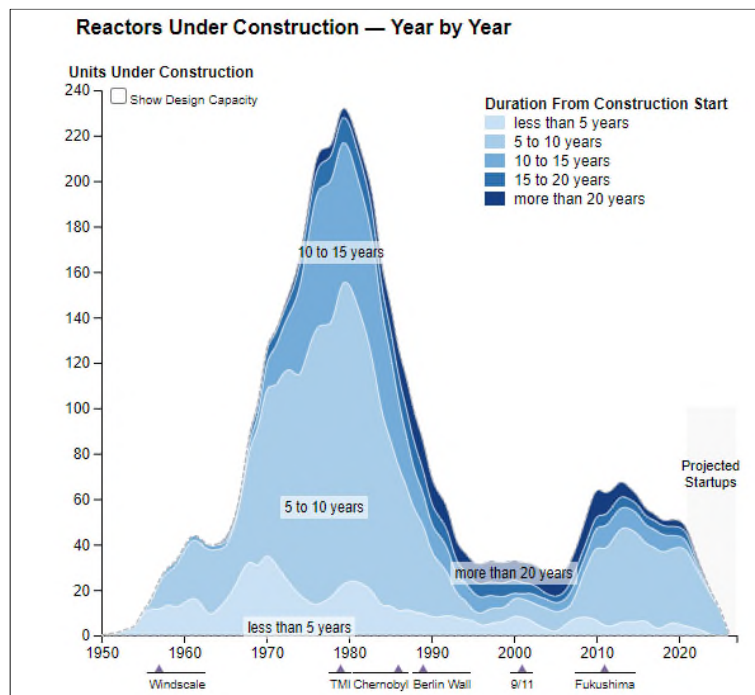


Abbildung 3: Konstruktionsdauer von Reaktoren weltweit 1951-2021<sup>38</sup>

Auch der beim Abbau von notwendigem Uran anfallende Atommüll verbleibt in den Ländern, in denen Uran abgebaut wird (die größten Uranminen befinden sich in Kanada, Namibia, Australien und Kasachstan)<sup>39</sup>. Die Uranindustrie in Frankreich und in der ehemaligen DDR ist eingestellt. Die damit verbundenen **Umweltkosten** fallen außerhalb Europas an.<sup>40</sup>

Einem von mehreren eher kernenergiekritischen Nichtregierungsorganisationen getragenen Welt-Atommüll-Bericht zufolge werden die angesetzten Kosten für den Rückbau, die Zwischenlagerung und die Endlagerung wesentlich unterschätzt. Verpflichtende finanzielle **Rückstellungen** würden nicht ausreichen, um die tatsächlichen Kosten zu decken. Die Rückstellungsfonds von Frankreich und USA sollen nur circa ein Drittel der tatsächlich zu erwartenden Kosten abdecken (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Finanzierungssysteme für Endlagerung in Deutschland, Frankreich und in den USA – Stand Dezember 2018<sup>41</sup>

38 World Nuclear Industry Status Report (22.04.2021), World Nuclear Power Reactors 1951–2021, The WNISR Interactive DataViz, <https://www.worldnuclearreport.org/reactors.html#tab=durationclass>.

39 Fördermenge der weltweit zehn ertragreichsten Uranminen im Jahr 2020 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/226429/umfrage/foerdermenge-der-zehn-ertragreichsten-uranminen/>

40 Welt-Atommüll-Bericht 2019 – Fokus Europa (September 2020), S. 14, [https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr\\_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf](https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf).

41 Welt-Atommüll-Bericht 2019 – Fokus Europa (September 2020), S. 100, [https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr\\_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf](https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf).



|   | DEUTSCHLAND                                  | FRANKREICH*  | USA   |
|---|--|--|---|
| FINANZIERUNGSSYSTEM                       | Externer abgegrenzter Fonds                  | Interner und abgegrenzter Fonds, danach bei Baubeginn übergegangen zu Waste-Management-Behörde (ANDRA) | Externer Fonds  |
| KAPITALBILDUNG DURCH                      | Investition der Fonds                        | Abgabe auf den Strompreis  | Früher Abgabe auf den Strompreis, aber jetzt nicht mehr erhoben |
| SCHÄTZUNG DER GESAMTKOSTEN                | € <sub>2018</sub> 17,4 Milliarden**          | € <sub>2018</sub> 30,6 Milliarden  | € <sub>2008</sub> 61,5 Milliarden                               |
| RÜCKSTELLUNGEN (IN % DER KOSTENSCHÄTZUNG) | € <sub>2018</sub> 23,9 Milliarden (>100 %)** | € <sub>2018</sub> 9,7 Milliarden (32 %)  | € <sub>2018</sub> 30,1 Milliarden (36 %)                        |

Die Autoren kommen zu folgender Erklärung:

„Ein wesentlicher Grund für die Unsicherheit [bei der Kostenplanung] ist der **Mangel an Erfahrung** bei Projekten von Stilllegungen von Atomkraftwerken und Endlagerung von Atommüll. Nur drei Länder, die USA, Deutschland und Japan, haben bisher Stilllegungsprojekte, [...] durchgeführt und verfügen deshalb über entsprechende Daten. Bis Mitte 2019 wurden nur 19 Reaktoren von insgesamt 181 abgeschalteten Atomreaktoren auf der Welt vollständig stillgelegt; hiervon wurden nur 10 bis zur ‚grünen Wiese‘ vollständig rückgebaut. Aber selbst diese begrenzten Erfahrungen zeigen ein breites Spektrum an Unsicherheit, und zwar bis zu einem Faktor 5. In den USA unterschieden sich die Stilllegungskosten zwischen den einzelnen Reaktoren von US\$ 280/kW bis zu US\$ 1.500/kW (ca. €<sub>2016</sub> 247/kW bis €<sub>2016</sub> 1.325/kW). In Deutschland wurde ein Reaktor mit € 1.700/kW, ein weiterer mit € 9.300/kW stillgelegt.“<sup>42</sup>

#### 4.6. Verbleib der atomaren Altlasten

##### 4.6.1. Klassifizierung radioaktiver Abfälle

Generell können Strahlungsabfälle in zwei Kategorien unterteilt werden. Aufgrund der hohen Nachzerfallsleistung werden bestrahlte Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufbereitung den **hochradioaktiven Abfällen** zugeordnet. Die zweite Kategorie umfasst die **sonstigen radioaktiven Abfälle**, die jeweils nach ihrem Verarbeitungszustand zugeordnet werden und als schwach- und mittelradioaktiver Abfälle bezeichnet werden (siehe Tabelle 2). Vor allem die hochradioakti-

42 Welt-Atommüll-Bericht 2019 – Fokus Europa (September 2020), S. 102, [https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr\\_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf](https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf) (Hervorhebung durch Autor).

ven Abfälle sind Bestandteil der Kernenergie Diskussion und der Endlagerproblematik. Die Bedeutung der Endlagerungsproblematik hochradioaktiver Abfälle ist zwischen den Interessengruppen umstritten.<sup>43</sup>

Tabelle 2: Kategorisierung schwach- und mittelradioaktiven Abfälle<sup>44</sup>

| <b>BEZEICHNUNG</b>                   | <b>VERARBEITUNGSZUSTAND</b>  |
|--------------------------------------|--|
| <b>ROHABFÄLLE</b>                    | Unverarbeitete, teilweise vorsortierte, radioaktive Abfälle in ihrer Entstehungsform.  |
| <b>VORBEHANDelte ABFÄLLE</b>         | Radioaktive Rohabfälle, die vorbehandelt wurden und für die weitere Behandlungsschritte vorgesehen sind.   |
| <b>KONDITIONIERTE ABFALLPRODUKTE</b> | In Innenbehältern verpackte Abfallprodukte, die in standardisierte, zur Endlagerung vorgesehene Behältergrundtypen (Endlagerbehälter) eingebracht werden sollen. Die Produkte werden i. d. R. nach qualifizierten Verfahren hergestellt. Ihre Verarbeitung ist abgeschlossen und unterliegt bis auf eine ggf. erforderliche Nach Trocknung voraussichtlich keiner physikalischen oder chemischen Veränderung durch Behandlungsschritte mehr. Diese Abfälle müssen allerdings für die Endlagerung noch in einen Endlagerbehälter verpackt werden. |
| <b>ENDLAGERGEBINDE</b>               | In standardisierten Endlagerbehältern verpackte Abfallprodukte (mit oder ohne Innenbehälter). Die Produkte werden i. d. R. nach qualifizierten Verfahren hergestellt.  |

#### 4.6.2. International

Die Daten der IAEA (zit. nach Statista) zur weltweiten Entstehung von Atommüll zeigen, in welchen Bereichen nuklearer Müll im Jahr 2015 angefallen ist (siehe Abbildung 4). Demnach entsteht der größte Teil des Abfalls bei der Kraftwerksstilllegung und Sanierung, gefolgt von Militärischen Anwendungen und der Stromerzeugung.

43 Siehe statt vieler nur: Welt-Atommüll-Bericht 2019 – Fokus Europa (September 2020), S. 3, [https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr\\_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf](https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf) („große, wachsende und bisher unbewältigte Herausforderungen radioaktiver Abfälle“); World-Nuclear.org (April 2021), Radioactive Waste Management, <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/radioactive-waste-management.aspx> („Used nuclear fuel may be treated as a resource or simply as waste. Nuclear waste is neither particularly hazardous nor hard to manage relative to other toxic industrial waste.“).

44 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (August 2008), Verzeichnis radioaktiver Abfälle, S. 6ff., [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Nukleare\\_Sicherheit/verzeichnis\\_radioaktiver\\_abfaelle\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/verzeichnis_radioaktiver_abfaelle_bf.pdf).



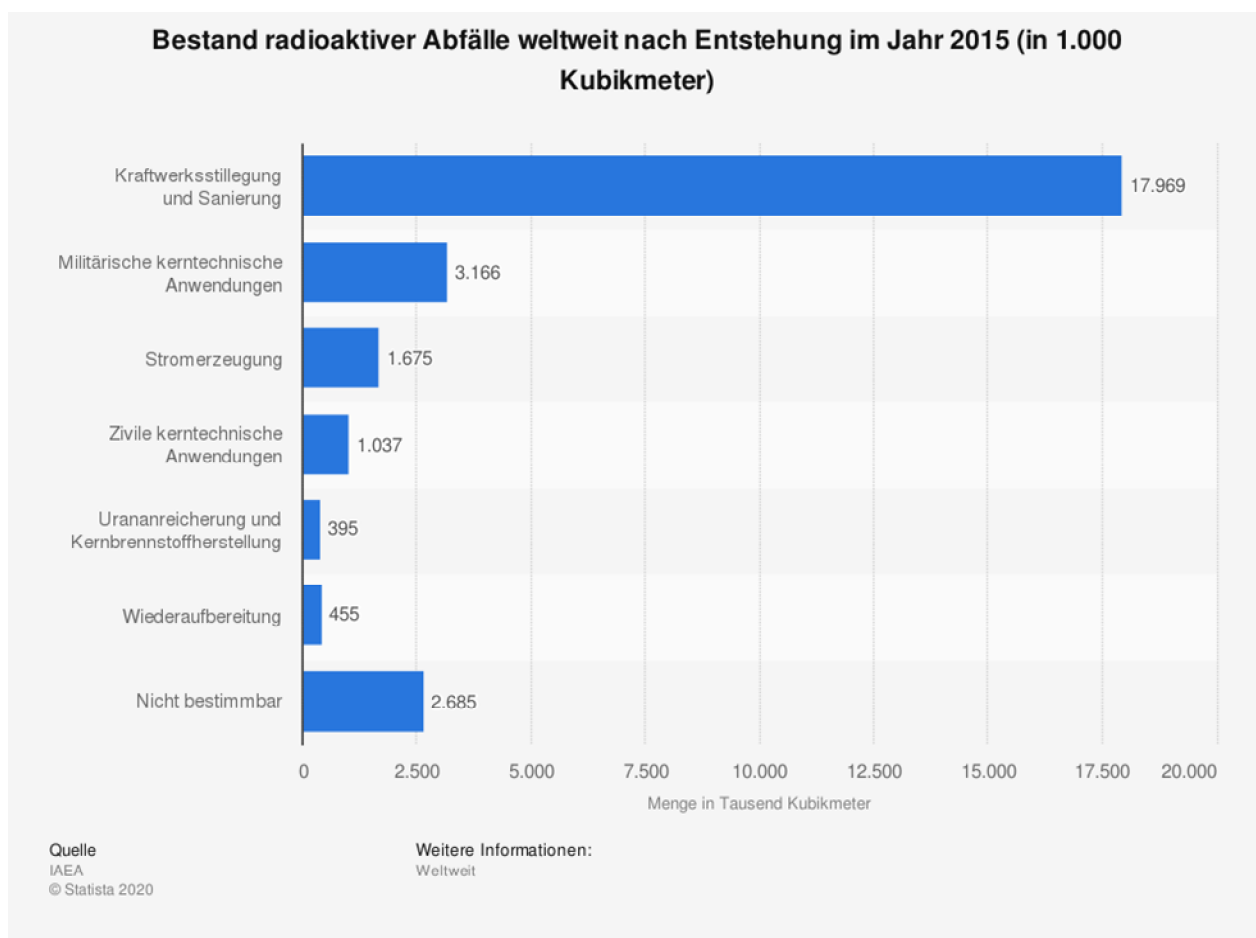


Abbildung 4: Bestand radioaktiver Abfälle weltweit nach Entstehung im Jahr 2015 (in 1.000 Kubikmeter)<sup>45</sup>

Eine aktuellere Übersicht zu atomaren Altlasten der internationalen Kernenergiegewinnung ist vor allem über den „Welt-Atommüll-Bericht“ verfügbar. Der Bericht wird von mehreren eher kernenergiekritischen Organisationen getragen. Die Ergebnisse basieren auf dem Verschnitt von Datenquellen und Annahmen.

Demnach wurden in den vergangenen 70 Jahren große Mengen radioaktiven Abfalls aus der nuklearen Stromerzeugung angesammelt. 60.000 Tonnen abgebrannter Kernbrennstoffe werden in Europa zwischengelagert. Dieser macht trotz des geringen Volumens den Großteil der Radioaktivität des Atommülls aus. In der gesamten Wirtschaftskette der Atomenergieproduktion fällt jedoch viel mehr an atomarem Abfall an: Dieser teilt sich auf in **Betriebsabfälle**, abgebrannte **Brennelemente** und Reste der **Stilllegung**. Die Entsorgungskommission weist darauf hin, dass in der Stilllegungspraxis in Deutschland der überwiegende Anteil beim Kernkraftwerksrückbau

45 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/279157/umfrage/atommuellmenge-nach-entstehung-weltweit>.

---

nicht radioaktiv und ca. 5 Prozent eingeschränkt freigegeben werden sowie 3 Prozent radioaktiver Abfall sind. Gemessen an der Gesamtmasse eines Kernkraftwerks, fallen somit 5.000 t radioaktiver Abfall an.<sup>46</sup>

Betrachtet über den Lebenszyklus eines Atomkraftwerks (ca. 40 Jahre) und gemessen an der Anzahl der Meiler errechneten die Autoren des Welt-Atommüll-Berichts für die europäischen Atomreaktoren eine Menge von ungefähr **6,6 Millionen m<sup>3</sup>** radioaktive Abfälle über die gesamte Lebensdauer existierender und bereits stillgelegter Kernkraftwerke:

„Mit einem Anteil von **30 Prozent** würde **Frankreich** Europas größter Produzent von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen sein, gefolgt von Großbritannien (20 Prozent), der Ukraine (18 Prozent) und Deutschland (8 Prozent). 75 Prozent der europäischen radioaktiven Abfälle fällt in diesen vier Ländern an.“<sup>47</sup>

Abbildung 5 gibt einen Überblick über die geschätzten Mengen von **nicht-konditionierten**<sup>48</sup> Abfällen pro Land:

---

46 Entsorgungskommission (2018), Freigabe radioaktiver Stoffe und Herausgabe nicht radioaktiver Stoffe aus dem Abbau von Kernkraftwerken, [https://www.entsorgungskommission.de/sites/default/files/reports/Informationspapier\\_ESK66\\_07062018\\_hp.pdf](https://www.entsorgungskommission.de/sites/default/files/reports/Informationspapier_ESK66_07062018_hp.pdf), S. 4.

47 Welt-Atommüll-Bericht 2019 – Fokus Europa (September 2020), S. 41, [https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr\\_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf](https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf) (Hervorhebung durch Autor).

48 Die „Konditionierung“ ist die Bedingung für die Zwischenlagerung und gegebenenfalls den Transport zu einem Endlager, siehe <https://www.bge.de/de/asse/themenschwerpunkte/themenschwerpunkt-rueckholung/die-abfall-behandlung/>.

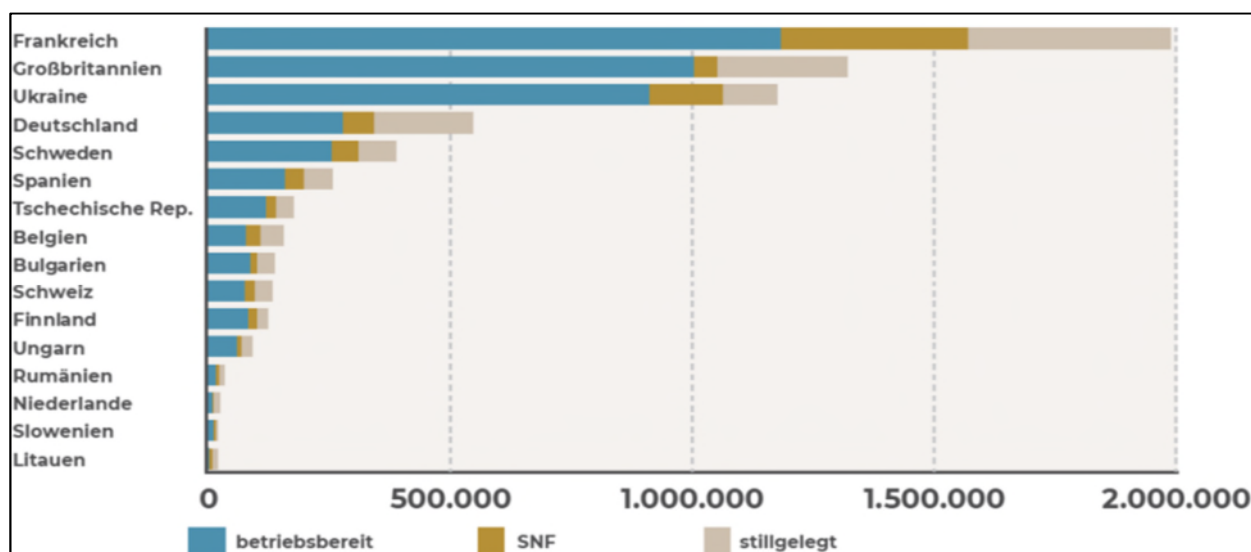


Abbildung 5: Geschätzte Mengen an radioaktiven Abfällen aus dem Betrieb und der Stilllegung der europäischen Reaktoren (im Betrieb und abgeschaltet), und aus dem Management von abgebrannten Brennelementen in m<sup>3</sup> – Stand 31. Dezember 2018<sup>49</sup>

Hoffnungen machen hier Experten, die den ausgebrannten **Brennstäben** ein „zweites Leben“ attestieren. In neuartigen Reaktoren der vierten Generation könnten künftig gebrauchte Brennstoffe durch Beschuss mit Neutronen gespalten werden. So soll Energie gewonnen und nebenbei die Halbwertszeit der radioaktiven Isotope von einigen Millionen auf einige hundert Jahre verringert werden.<sup>50</sup> Ein europäisches Forschungsprojekt plant, bis 2030 in Belgien eine entsprechende Testanlage zu bauen.<sup>51</sup>

Bis diese Technologien einmal entwickelt sein könnten, muss atomarer Müll gelagert werden. Die IAEA kategorisiert Atommüll verschiedenen Kategorien zu.<sup>52</sup> Diese Atommüllkategorien werden bestimmten Endlagerkonzepten zugewiesen. Viele Länder haben eigene Endlagerkonzepte. Allerdings hat bisher **kein Land** offiziell die Endlagerproblematik erfolgreich gelöst. Fortgeschrittene Planungen haben lediglich Finnland, Schweden und Frankreich vorzuweisen. **Finnland** hat

49 Welt-Atommüll-Bericht 2019 – Fokus Europa (September 2020), S. 41, [https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr\\_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf](https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf).

50 DerStandard.de (04.09.2021), Recyceln statt wegsperren: Das lukrative zweite Leben von Atommüll, <https://www.derstandard.de/story/2000128494092/recyceln-statt-wegsperren-das-lukrative-zweite-leben-von-atommuell>.

51 Tagesschau.de (04.09.2021), Löst Transmutation das Atommüll-Problem?, <https://www.tagesschau.de/ausland/europa/belgien-forschungsreaktor-myrrrha-101.html>.

52 Welt-Atommüll-Bericht 2019 – Fokus Europa (September 2020), S. 74, [https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr\\_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf](https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf).

als einziges Land weltweit mit dem Bau des Endlagers „Onkalo“ begonnen.<sup>53</sup> Jedoch zeigt sich in vielen Ländern, dass Standortentscheidungen revidiert werden können und sich die Suche nach Endlagern deutlich hinaus zögert. In Deutschland soll gemäß dem Standortauswahlgesetz ein Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle bis 2031 gefunden werden, das Endlager dann bis 2050 in Betrieb gehen. Tatsächlich wird mit einer Dauer der Endeinlagerung der Nuklearabfälle bis 2080 gerechnet.<sup>54</sup> So lange müssen die Abfälle in Zwischenlagern an den früheren Kernkraftwerksstandorten gelagert werden.

#### 4.6.3. Frankreich

Frankreichs Bau von dutzenden Atomkraftwerken hat zu einer großen Menge an radioaktiven Abfall geführt. Zwar unterhält Frankreich die Wiederaufbereitungsanlage La Hague, dennoch fällt in Frankreich die größte atomare Abfallmenge Europas an:

„Die strategische Wahl eines Managementsystems auf der Grundlage der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen hat zu einem komplexen Bestand von Abfällen verschiedener Kategorien und von radioaktiven Materialien geführt; dies führt zu **ständig wachsenden Mengen** von mittlerradioaktiven bis zu hochradioaktiven, langlebigen Abfällen in Zwischenlagern. [...] Die Endlager sind nur für einige Abfallkategorien in Betrieb (wie: sehr schwachradioaktive (VLLW), schwachradioaktive, kurzlebige (LLW-SL) und mittlerradioaktive, kurzlebige Abfälle (ILW-SL)). Für alle anderen Kategorien fehlen Lösungen.“<sup>55</sup>

Frankreich, plant eine Endlagerung ab Anfang der 2030er Jahre.<sup>56</sup> 1991 hat dazu das französische Parlament ein **Gesetz zur Endlagersuche** beschlossen. Ein Untertagelabor bei Bure (unweit von Nancy) dient seit 1998 für Untersuchungen und Experimente zur Einlagerung in **Tonschichten**. 2012 gab die Regierung bekannt, dass nördlich des Untertagelabors das Endlager für 25 Mrd. Euro entstehen soll. 80.000 Kubikmeter Atommüll an wiederaufbereiteten Brennelementen sollen in Stahlbehältern in 500 m Tiefe in einer Tonformation gelagert werden. Dies entspricht 0,2 Prozent

---

53 Lehtonen, M. (20.05.2021), Das Wunder von Onkalo? Zur unerträglichen Leichtigkeit der finnischen Suche nach einem Endlager, <https://www.bpb.de/apuz/333368/das-wunder-von-onkalo-zur-unertraeglichen-leichtigkeit-der-finnischen-suche-nach-einem-endlager>.

54 Spiegel.de (18.10.2021), Einlagerung von Atommüll könnte erst 2080 abgeschlossen sein, <https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/einlagerung-von-atommuell-koennte-erst-2080-abgeschlossen-sein-a-4b7e5864-929f-4a75-a6e9-fa947a516b04>.

55 Welt-Atommüll-Bericht 2019 – Fokus Europa (September 2020), S. 109 ff., [https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr\\_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf](https://worldnuclearwastereport.org/wp-content/themes/wnwr_theme/content/WNWR-Report-deutsche-Fassung-2209.pdf) (Hervorhebung durch Autor).

56 Siehe dazu die Informationsplattform des Bundesamts für Sicherheit und Nukleare Entsorgung, [https://www.endlagersuche-infoplattform.de/webs/Endlagersuche/DE/Radioaktiver-Abfall/Loesungen-anderer-Laender/loesungen-anderer-laender\\_node.html](https://www.endlagersuche-infoplattform.de/webs/Endlagersuche/DE/Radioaktiver-Abfall/Loesungen-anderer-Laender/loesungen-anderer-laender_node.html).

der Masse des französischen Atommülls, aber aufgrund der hochradioaktiven Elemente 98 Prozent der gesamten Radioaktivität.<sup>57</sup> Die Pilotphase soll 2025 beginnen und ab 2035 in den Regelbetrieb gehen.

\* \* \*

---

57 BR.de (28.09.2020), Atommüll: Die Suche nach einem Endlager in anderen Ländern, <https://www.br.de/nachrichten/wissen/atommuell-die-suche-nach-einem-endlager-in-anderen-laendern,SBbRStO>.