



FACTSHEET (10/2021) IM AUFTRAG VON GREEN PLANET ENERGY EG

Atomenergie ist nicht die Lösung

Von Isabel Schrems und Swantje Fiedler unter Mitarbeit von Sophia Wallraff

Nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima im Jahr 2011 hatte der Bundestag **mit breiter Mehrheit** (erneut) den Atomausstieg bis zum Jahr 2022 beschlossen. In der politischen und medialen Debatte werden jedoch immer wieder Stimmen laut, welche diesen Beschluss im Nachhinein kritisieren und sich für eine Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke aussprechen (Lehming 2021).

Bei der Stromerzeugung aus Atomenergie entstehen deutlich weniger CO₂-Emissionen als bei der Nutzung von Kohle oder Erdgas. **Trotzdem ist sie mit vielen Risiken, Schwierigkeiten und Kosten verbunden.**

In diesem Factsheet wird anhand von vier Argumenten erläutert, weshalb die weitere Nutzung von Atomenergie **keine sinnvolle Option** darstellt und der Atomausstieg wie geplant umgesetzt werden sollte:

1. Die weitere Nutzung von Atomenergie würde den Ausbau erneuerbarer Energien behindern,
2. Atom ist die teuerste Energiequelle,
3. Eine Laufzeitverlängerung würde die ungelöste Endlagerproblematik verschärfen,
4. Ein Weiterbetrieb älterer Reaktoren wäre mit hohen Risiken verbunden.

1 Atomenergie und erneuerbare Energien passen nicht zusammen

Die weitere Nutzung von Atomenergie kann die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien sowie den weiteren Ausbau einer flexiblen Speicherinfrastruktur behindern.

Während erneuerbare Energien wetter- und tageszeitlich-bedingten Schwankungen unterliegen, können Atomkraftwerke nicht flexibel hoch- und heruntergefahren werden. Atomkraftwerke sind auf einen Dauerbetrieb ausgelegt. Das kann dazu führen, dass bei hoher Windkraftproduktion immer wieder **Windkraftanlagen vom Netz genommen werden müssen**, um dieses nicht zu überlasten – die schlecht regelbaren Atom- und Kohlekraftwerke laufen dagegen weiter (BMU 2009; BUND u. a. 2018).

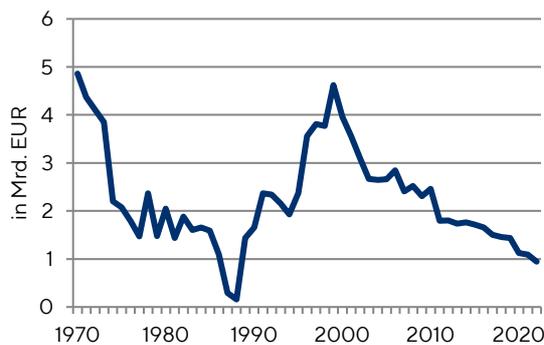
Der Ausbau erneuerbarer Energien muss **stark vorangerieben werden**, um möglichst schnell eine klimaneutrale Energieversorgung zu ermöglichen. Eine längere Nutzung der Atomenergie würde die notwendigen Investitionen in erneuerbare Energien dagegen ausbremsen (Heinrich Böll Stiftung/Green European Foundation 2010).

2 Atom ist die teuerste Energiequelle

Seit Beginn der 2000er sind die Kosten von Wind- und Photovoltaik (PV)-Anlagen rapide gefallen. Mittlerweile sind Windkraftanlagen an Land und PV-Freiflächenanlagen (auch ohne die Berücksichtigung externer Kosten) die günstigsten Formen der Stromerzeugung (Fraunhofer ISE 2021).

Die Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergien bleiben dagegen seit den 1960er Jahren auf einem ähnlichen Niveau. Der Bau und Betrieb von Atomreaktoren war **stets von hohen staatlichen Subventionen abhängig** – und ohne diese nicht rentabel. Über den Zeitraum 1970 bis 2022 wird die Stromerzeugung aus Atomenergie voraussichtlich durchschnittlich mit **2,3 Mrd. EUR jährlich** durch Finanzhilfen und Steuervergünstigungen gefördert (FÖS 2020) (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: Entwicklung der staatlichen Förderung der Stromerzeugung durch Finanzhilfen und Steuervergünstigungen (real) 1970-2022



Quelle: (FÖS 2020)

Eine Analyse des (DIW 2019) zeigt, dass die privatwirtschaftliche Grundlage für eine kommerzielle Nutzung der Atomenergie von Anfang an nicht gegeben war. Auch die wenigen derzeitigen Investitionen in Atomkraftwerke in Europa und OECD-Ländern werden **zu Verlusten führen** – voraussichtlich in bis zu zweistelliger Milliardenhöhe. So zeigen verschiedene Beispiele, dass der Bau neuer Atomkraftwerke mit sehr hohen Kosten verbunden ist – die im Vorfeld oftmals unterschätzt werden. Die Kosten des Olkiluoto-3 Atomkraftwerks in Finnland wurden ursprünglich auf drei Milliarden EUR geschätzt. Nun betragen sie über elf Milliarden EUR. Umgerechnet ergibt sich daraus ein Preis von 7.200 EUR pro kW. Auch die Kosten beim Atomkraftwerk Vogtle in Georgia, USA stiegen von ursprünglich geplanten 14 Milliarden US-Dollar (2013) auf 29 Milliarden US-Dollar (2017) an, was umgerechnet 9.400 US-Dollar pro kW bzw. etwa 8000 EUR pro kW bedeutet (DIW 2019; Wealer u. a. 2018).

Betrachtet man die **gesamtgemeinschaftlichen Kosten der Nutzung von Atomenergie**, wird deutlich, dass neben den hohen staatlichen Förderungen auch hohe externe Kosten anfallen. Diese gehen u.a. auf das Risiko eines nuklearen Unfalls zurück. Wie hoch die **externen Kosten von Atomenergie** tatsächlich ausfallen, ist schwer zu quantifizieren. Weltweit gibt es keine Organisation, welche Versicherungen für den Fall eines Atomunfalls anbietet (DIW 2019). Zwar existieren Anforderungen an die Haftungs- und Deckungsvorsorge der Atomkraftwerksbetreiber, allerdings sind diese zu gering, um die erwarteten Kosten eines nuklearen Unfalls tatsächlich abzudecken. Im Falle eines nuklearen Unfalls wäre **ein Großteil der Kosten von der Gesellschaft zu tragen** (FÖS 2017).

In der Methodenkonvention des Umweltbundesamtes (UBA) ist kein eigener Wert für die externen Kosten von Atomenergie angegeben. Die sonstigen verfügbaren Schätzungen gehen teilweise sehr weit auseinander, da dazu Annahmen zur Wahrscheinlichkeit und zu den Folgekosten eines nuklearen Unfalls getroffen werden müssen. Schätzungen gehen von 0,1 ct/kWh bis zu 320 ct/kWh aus. In der Analyse von (FÖS 2020) wird daher **eine Spannweite der externen Kosten der Atomenergie** angegeben. Für den unteren Wert der Bandbreite wird auf die Hilfslösung des UBA in der Methodenkonvention zurückgegriffen und Atomenergie der Satz der externen Kosten des schlechtesten fossilen Brennstoffs – Braunkohle – zugeordnet. Dieser beträgt laut UBA Methodenkonvention **22,70 ct/kWh** (UBA 2020). Der obere Wert der Bandbreite basiert auf einer breiten Literaturschau und Expertenbefragung und beträgt **34,3 ct/kWh** (FÖS 2020). Nur ein kleiner Teil der externen Kosten ist durch den Europäischen Emissionshandel (EU ETS) und die Energiesteuer **bereits eingepreist** (siehe (FÖS 2021)).

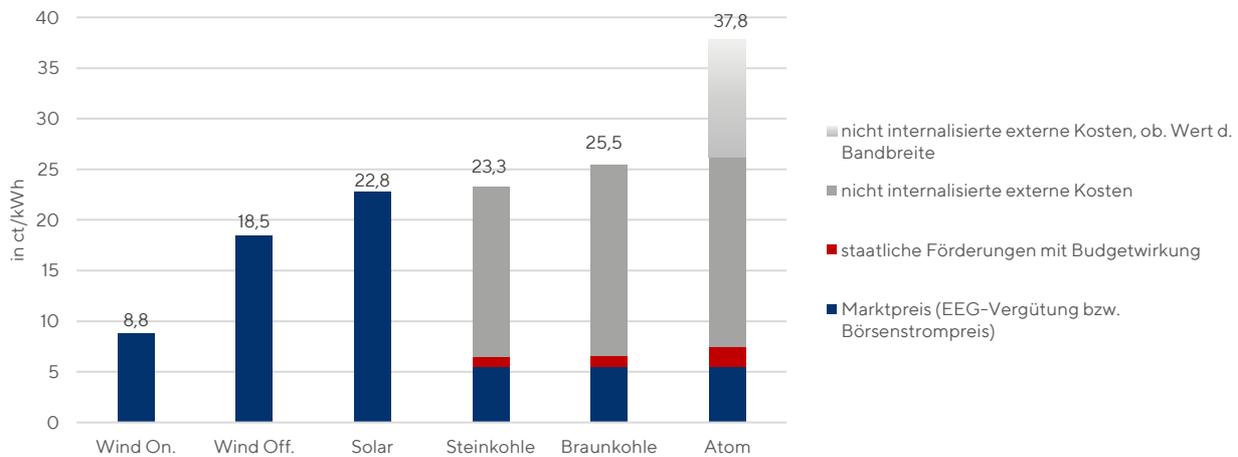
Wenn man diese „versteckten“ Kosten durch staatliche Förderungen und externe Kosten einbezieht, wird deutlich, dass Atomenergie (auch aus abgeschriebenen Kraftwerken) keine kostengünstige Energiequelle ist.

Abbildung 2 zeigt, dass die gesamtgemeinschaftlichen Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie **am höchsten** ausfallen – sogar höher als die gesamtgemeinschaftlichen Kosten der Stromerzeugung aus Stein- und Braunkohle. Während sich die gesamtgemeinschaftlichen Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien auf die EEG-Vergütung in Höhe von durchschnittlich 8,8 ct/kWh (Wind Onshore), 18,5 ct/kWh (Wind Offshore) und 22,8 ct/kWh (Solar) beschränken, fallen bei der Nutzung von Stein- und Braunkohle sowie Atomenergie staatliche Förderungen und hohe nicht-internalisierte externe Kosten an.

In Summe ergeben sich gesamtgemeinschaftliche Kosten der Stromerzeugung aus Steinkohle in Höhe von 23,3 ct/kWh, aus Braunkohle in Höhe von 25,5 ct/kWh und aus

Atomenergie in Höhe von bis zu 37,8 ct/kWh (FÖS 2020; FÖS 2021).¹

Abbildung 2: Gesamtgesellschaftliche Kosten der Stromerzeugung im Jahr 2021 im Vergleich



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von (FÖS 2020; FÖS 2021)

3 Eine Laufzeitverlängerung würde die ungelöste Endlagerproblematik verschärfen

Die Frage nach einem geeigneten Endlagerstandort für hoch radioaktive Atomabfälle ist in Deutschland **bis heute ungelöst**. Bis 2031 soll ein Standort gefunden werden, welcher die bestmögliche Sicherheit bietet (siehe Standortauswahlgesetz – StandAG (Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz 2017)). Bis dieses in Betrieb genommen werden kann, wird es daher noch einige Jahrzehnte dauern.

Weltweit wird lediglich in Finnland bereits ein Endlager für hoch radioaktive Atomabfälle errichtet. Zudem wurde in Schweden und Frankreich bereits ein Endlagerstandort festgelegt. In der Vergangenheit sind **viele Standortauswahlverfahren gescheitert** (Heinrich-Böll-Stiftung u. a. 2019).

Deutschland verfügt über große Mengen an radioaktiven Abfällen. Bis Ende 2019 sind bereits mehr als **15.500 Tonnen hochradioaktive Abfälle** angefallen (vgl. Tabelle 1). Zum Vergleich: Dies entspricht dem Gewicht von rund 1.000 Pkw. Wie Tabelle 1 zeigt, wurde davon rund die Hälfte zur Wiederaufbereitung weiterverschickt, während die andere Hälfte in zentralen Zwischenlagern oder

Reaktorstandorten zwischengelagert wird (Heinrich-Böll-Stiftung u. a. 2019).

Tabelle 1: Hochradioaktiver Atommüll in Deutschland Ende 2019

Art der Lagerung	Ort	Menge
Zwischenlagerung (trocken)	Lager an Kraftwerksstandorten	5.890 Tonnen
Zwischenlagerung (trocken)	ZLN, Ahaus, Gorleben	675 Tonnen
Zwischenlagerung (nass)	Reaktorlagerbecken an Kraftwerksstandorten	2.539 Tonnen
Verschifft zur Wiederaufbereitung (Stand 2016)	Nach Großbritannien, Frankreich und Belgien (85 Tonnen zudem in Karlsruhe aufbereitet)	6.343 Tonnen
ohne Rücknahme exportiert	Nach Russland, Schweden und Ungarn	327 Tonnen

Quelle: (Heinrich-Böll-Stiftung u. a. 2019; BMU 2021)

Zudem werden rund **125.000 m³ an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen** im ganzen Land zwischen-

¹ Vereinfachend wird angenommen, dass die staatlichen Förderungen mit Budgetwirkung im Jahr 2021 auf dem

gleichen Niveau gewährt werden wie im Jahr 2019 (siehe (FÖS 2020)).

gelagert (BMU 2021). Dies entspricht dem Volumen von 50 Olympia-Schwimmbecken mit jeweils 2.500 m³.

Eine Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke in Deutschland würde das bestehende Problem verstärken. Es würde **noch mehr Atommüll** produziert werden, für welchen künftig ein Endlager benötigt wird.

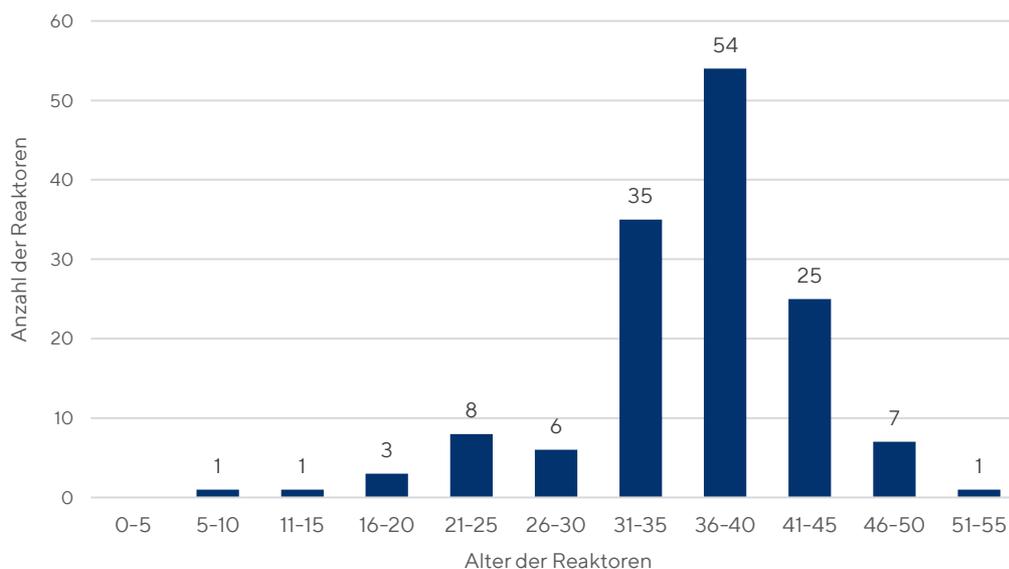
4 Weiterbetrieb älterer Reaktoren wäre mit hohen Risiken verbunden

Atomkraftwerke sind technisch auf eine Betriebsdauer von 30 bis 40 Jahren ausgelegt. Mehr als 90 Prozent der Atomreaktoren, welche momentan in Europa noch im Betrieb sind, laufen bereits seit **mehr als 30 Jahren** (siehe Abbildung 3). Ihr weiterer Betrieb ist mit wachsenden Risiken verbunden (International Nuclear Risk Assessment Group 2021). Über die Zeit kann es zu einer **erheblichen Materialbelastung und -ermüdung** kommen (z.B. von Reaktor-druckbehältern). Die Technik wird dadurch störanfälliger (Öko-Institut e. V. 2020).

Die **Anforderungen an Sicherheitsstandards** lagen bei Planung und Inbetriebnahme der bestehenden Anlagen zudem auf einem deutlich niedrigeren Niveau als heute. Einige Faktoren wie extreme Wetterbedingungen, welche aufgrund der Klimakrise ein reales Szenario darstellen, wurden bei dem Bau der Reaktoren zudem nicht berücksichtigt (Öko-Institut e. V. 2020).

Damit besteht heute ein **erhöhtes Risiko für schwere Unfälle**, welches durch eine Laufzeitverlängerung nochmals signifikant erhöht werden würde.

Abbildung 3: Alter der Atomreaktoren in Europa



Quelle: (IAEEA PRIS 2021; International Nuclear Risk Assessment Group 2021)

LITERATURVERZEICHNIS

- BMU (2009): Hindernis Atomkraft. Die Auswirkungen einer Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke auf erneuerbare Energien. Abrufbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_atomkraft.pdf. Letzter Zugriff am: 14.4.2020.
- BMU (2021): Verzeichnis radioaktiver Abfälle (Bestand zum 31. Dezember 2019 und Prognose). Abrufbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/20210805_verzeichnis_radioaktiver_abfaelle.pdf. Letzter Zugriff am: 06.10.2021
- BUND, BWE, Umweltinstitut München, ausgestrahlt (2018): Atomkraftwerke schneller abschalten – Leitungen für Erneuerbare Energien freimachen!. Abrufbar unter: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/atomkraft/atomkraft_leitungen_freimachen_offener_brief_koalitionsverhandlungen.pdf. Letzter Zugriff am: 23.9.2021.
- Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz (2017): Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Abrufbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/standag_2017/. Letzter Zugriff am: 22.9.2021.
- DIW (2019): Zu teuer und gefährlich: Atomkraft ist keine Option für eine klimafreundliche Energieversorgung. Abrufbar unter: https://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw_01.c.670481.de. Letzter Zugriff am: 31.3.2020.
- FÖS (2017): Nukleare Haftungs- und Deckungsvorsorge. Abrufbar unter: <https://foes.de/pdf/2017-04-FOES-Kurzanalyse-Atomhaftung.pdf>. Letzter Zugriff am: 14.4.2020.
- FÖS (2020): Gesellschaftliche Kosten der Atomenergie in Deutschland. Abrufbar unter: https://foes.de/publikationen/2020/2020-09-FOES_Kosten_Atomenergie.pdf. Letzter Zugriff am: 22.9.2021.
- FÖS (2021): Gesellschaftliche Kosten von Kohlestrom heute bis zu dreimal so teuer wie Kosten von Strom aus erneuerbaren Energien. Abrufbar unter: https://foes.de/publikationen/2021/2021-09-FOES_Factsheet_Kostenvergleich_Kohle_EE.pdf. Letzter Zugriff am: 22.9.2021.
- Fraunhofer ISE (2021): Stromgestehungskosten erneuerbare Energien. Abrufbar unter: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html>. Letzter Zugriff am: 16.8.2021.
- Heinrich Böll Stiftung, Green European Foundation (2010): Systems for change: Nuclear power vs. energy efficiency + renewables?. Abrufbar unter: https://pl.boell.org/sites/default/files/froggatt-schneider_systems_for_change.pdf. Letzter Zugriff am: 23.9.2021.
- Heinrich-Böll-Stiftung, SES energiestiftung.ch, The Greens/EFA in the European Parliament, Ökologie & Frieden. Altner-Combecher Stiftung, et al. (2019): The nuclear waste report 2019 Focus Europe. Abrufbar unter: https://www.boell.de/sites/default/files/2019-11/World_Nuclear_Waste_Report_2019_Focus_Europe_0.pdf. Letzter Zugriff am: 22.9.2021.
- IAEEA PRIS (2021): Power Reactor Information System. Abrufbar unter: <https://pris.iaea.org/PRIS/home.aspx>. Letzter Zugriff am: 22.9.2021.
- International Nuclear Risk Assessment Group (2021): Risiken von Laufzeitverlängerungen alter Atomkraftwerke. Abrufbar unter: https://www.nuclearfree.eu/wp-content/uploads/2021/04/IN-RAG_Risiken_von_Laufzeitverlaengerungen_alter_Atomkraftwerke_Langfassung.pdf. Letzter Zugriff am: 22.9.2021.
- Lehming, M. (2021): Plant die CDU den Ausstieg vom Ausstieg?. Artikel vom: Der Tagesspiegel. Abrufbar unter: <https://www.tagesspiegel.de/politik/laschet-und-merz-zur-atomkraft-plant-die-cdu-den-ausstieg-vom-ausstieg/27614860.html>. Letzter Zugriff am: 21.9.2021.
- Öko-Institut e. V. (2020): #FaktencheckAtomkraft 1: Hilft Atomstrom beim Klimaschutz?. Abrufbar unter: <https://blog.oeko.de/faktencheckatomkraft-1-hilft-atomstrom-hilft-beim-klimaschutz/>. Letzter Zugriff am: 22.9.2021.
- UBA (2020): Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten. Kostensätze. Stand 12/2020. Abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-12-21_methodenkonvention_3_1_kostensaetze.pdf. Letzter Zugriff am: 24.2.2021.
- Wealer, B., Kemfert, C., Gerbaulet, C., von Hirschhausen, C. (2018): Cost Estimates and Economics of Nuclear Power Plant Newbuild: Literature Survey and Some Modeling Analysis. Jg. IAEE Energy Forum Special Issue, S. 43-45.

IMPRESSUM

Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS)
Geschäftsführende Vorständin: Carolin Schenuit
Foto: © lassedesignen – stock.adobe.com