JOURNAL CLUB · ENERGIE & TECHNOLOGIE

SMR & Fusion

Comeback oder Nebelkerze? — ein kritischer Blick auf die Renaissance der Kernenergie

September 2026

AGENDA

Was wir heute besprechen

01	Warum die Debatte gerade jetzt zurückkehrt
02	Framing-Kritik, die Industrie-These — und ein Förder-Exkurs
03	SMR: Technologie und Realitätscheck
04	Fusion: Technologie, Wirkungsgrad, Zeitplan
05	Akteure, Fazit und Diskussionsfragen

01 · KONTEXT

Warum kommt die Diskussion gerade jetzt wieder auf?

Energiepreise & Geopolitik

Nahost-Konflikt und Iran-Krise treiben die Energiepreise. Beim Kernenergie-Gipfel am 10. März 2026 erklärt EU-Kommissionspräsidentin von der Leyen den Rückgang des Atomanteils (1990: ~33 %, heute: ~15 %) zum „strategischen Fehler" und ruft eine „Renaissance der Kernenergie" aus.

KI & Rechenzentren

Der explodierende Strombedarf von KI-Rechenzentren treibt Big-Tech-Konzerne zu SMR-Ankündigungen: Google, Amazon, Microsoft. Kritiker sehen darin überwiegend PR statt belastbarer Pläne.

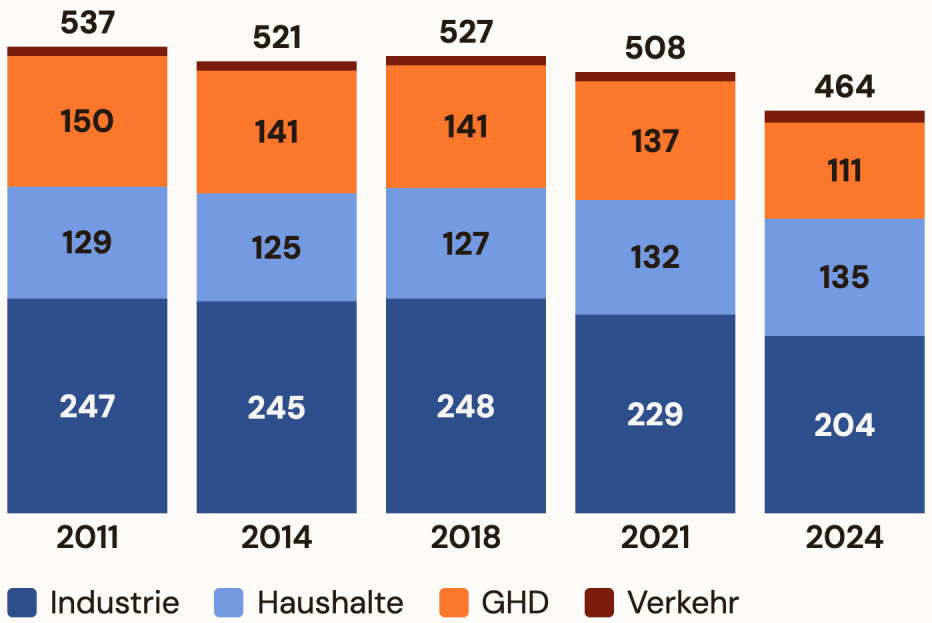
Beide Stränge — Versorgungssicherheit und KI-Boom — verschmelzen aktuell zu einer gemeinsamen „Atomkraft-Comeback"-Erzählung.

EXKURS · STROMBEDARF: RÜCKBLICK

Stromverbrauch seit 2007: erst Stagnation, dann Rückgang

Brutto: **625 TWh (2007) → 526 TWh (2025)**, -16 %. 2022/23 niedrigster Verbrauch seit der Wiedervereinigung.

Netto-Stromverbrauch nach Sektoren, TWh



Effizienzgewinne

Ohne Effizienzgewinne wäre der Stromverbrauch 2024 um etwa ein Drittel höher (UBA).

Strukturwandel

Industrie wandert aus energieintensiven Branchen ab: rund -7 von -9 Mtoe Endenergie (2010–2023).

Krisen und Preise

Corona, Gaskrise und hohe Preise drückten 2020 und 2022/23 den Verbrauch.

Gegenläufig

Mehr Wohnungen, Geräte und Einwohner wirken steigernd; 2024 erstmals wieder +1,8 %.

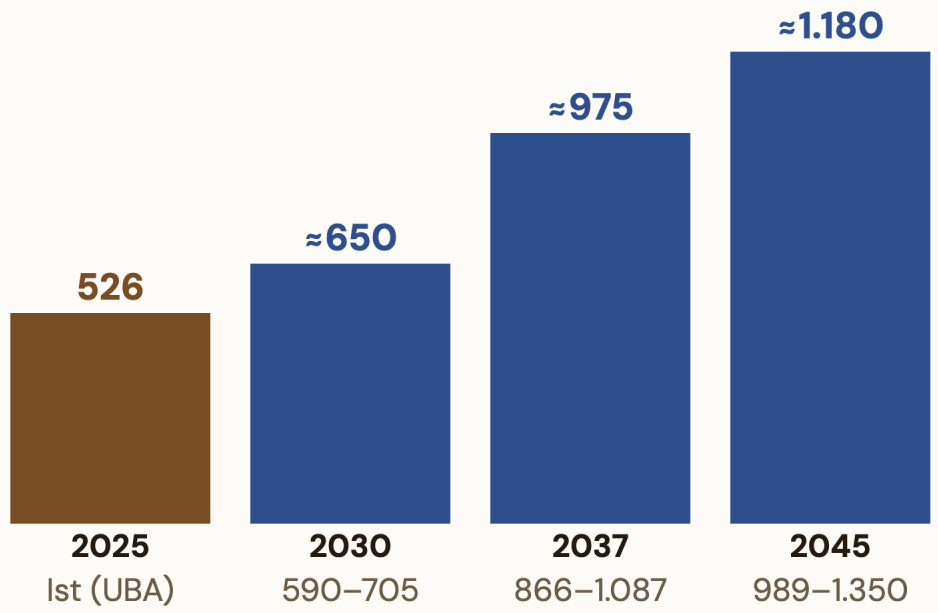
Balken: Netto-Letztverbrauch nach BDEW, TWh aus den gerundeten Prozentanteilen berechnet. GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen. Die Ursachen beziehen sich teils auf die gesamte Endenergie (ODYSSEE-MURE); eine reine Strom-Zerlegung liegt nicht vor. Quellen: UBA, BDEW, ODYSSEE-MURE.

EXKURS · STROMBEDARF: AUSBLICK

Prognose bis 2045: Strombedarf mehr als doppelt so hoch

Bruttostromverbrauch, TWh (Ø der Prognosen)

≈ 2,2-fach bis 2045



Elektrolyse (grüner Wasserstoff)

Bis zu 80 GW Elektrolyseleistung 2045; in einer Studie ein Viertel des gesamten Stromverbrauchs.

?

Industrie, Wärme und Verkehr

Strom steigt in der Industrie von 31 % auf 54 % der Endenergie; dazu Wärmepumpen und E-Mobilität.

Rechenzentren

Heute rund 21 TWh, bis 2037 laut BNetzA 40–90 TWh: nur ein kleiner Teil des Gesamtzuwachses.

Einordnung

Meist normative Klimaneutralitäts-Szenarien, die zeigen, was nötig wäre. Die Bundesregierung rechnet für 2030 mit deutlich weniger als früher (≈590 statt 750 TWh).

!

Ø = einfacher Mittelwert der Szenario-Mitten (2030: Regierung, Monitoring, BEE; 2037: NEP 2023/2025; 2045: NEP 2023/2025, Ariadne, Schöb); darunter die Spanne.

02 · FRAMING

„Die Bevölkerung ist dafür" — eine Irreführung

Zustimmungswerte zu „moderner, sicherer Kernenergie" verwischen einen entscheidenden Unterschied zwischen zwei sehr verschiedenen Technologien.

- **SMR sind auch nur kleine AKW.** Physikalisch bleibt es Kernspaltung — mit denselben ungelösten Grundfragen (Uranabhängigkeit, Endlagerung, Sicherheit), nur in kleinerem Maßstab und bislang kaum kommerziell erprobt.
- **Fusion: ja — aber sehr langfristig.** ITER erzeugt frühestens 2035 erstmals Strom, der Nachfolger DEMO nicht vor ~2050. Realistische Expertenschätzungen: „nach 2050, wenn überhaupt."
- In der öffentlichen Debatte werden beide Technologien oft undifferenziert zusammengeworfen — obwohl die eine eine Gegenwartstechnologie mit alten Problemen ist und die andere Jahrzehnte entfernte Grundlagenforschung.

03 · THESE

Eine Aktion der Industrie, um das zentrale Geschäftsmodell zu erhalten?

Große, zentrale Kraftwerke sind kapitalintensive Infrastruktur mit langer Lebensdauer — ein Geschäftsmodell, das durch dezentrale Erneuerbare + Speicher unter Druck gerät. Die Datenlage stützt Skepsis gegenüber den aktuellen Ankündigungen:

175/180

untersuchte AKW-Projekte weltweit über Budget oder Zeitplan

5 → 17+ J.

Flamanville 3 (Frankreich): geplante vs. tatsächliche Bauzeit

3,3 → 19 Mrd. €

Flamanville 3: Kostenexplosion von ursprünglich auf zuletzt

> *„Die tatsächlichen SMR-Investitionen von Big Tech sind nur ein Bruchteil eines Prozents der jährlichen Rechenzentrums-Ausgaben — ein Indiz für PR statt operativer Pläne."*
>
> — Bulletin of the Atomic Scientists, Juli 2026

EXKURS · FÖRDERMITTEL VS. ERGEBNIS

Subventionen im Stromsektor: Atomkraft, Kohle und Erneuerbare im Vergleich

Atomenergie

249 Mrd. €

1955–2022, Stromsektor (real, Preisbasis 2019)

Steinkohle

337 Mrd. €

gesamt, davon 192 Mrd. € Stromsektor · 1970–2016 (real, Preisbasis 2016)

Braunkohle

73 Mrd. €

1970–2016, Stromsektor (real, Preisbasis 2016)

Erneuerbare

304 Mrd. €

2000–2021, EEG-Differenzkosten (Preisbasis 2022) + laufende Bundeszuschüsse seit 2022

Anteil an Bruttostromerzeugung	1990	2000	2010	2015	2020	2023	2024	2025
Atomenergie	27,7 %	29,4 %	22,2 %	14,2 %	11,2 %	1,4 %	0 %	0 %
Erneuerbare	3,6 %	6,6 %	16,8 %	29,3 %	44,3 %	52,6 %	54,9 %	56 %

Steinkohle: 337 Mrd. € Gesamtförderung, davon 192 Mrd. € (56,9 %) dem Stromsektor zugerechnet; Braunkohle: Stromanteil (73 von 100 Mrd. €). Summen nicht nach Einzeljahren aufgeschlüsselt. Kohleanteil am Strommix hier nicht in der Zeitreihe, sank aber im selben Zeitraum deutlich zugunsten der Erneuerbaren. Letzte drei AKW am 15.4.2023 abgeschaltet, seither 0 %. 2025 vorläufiger Jahreswert. Zahlen nicht 1:1 vergleichbar — unterschiedliche Basisjahre, Förderdefinitionen und Zeiträume. Quellen: FÖS 2020 (Atom), FÖS 2017 „Was Strom wirklich kostet" (Kohle), AG Energiebilanzen, AGEE-Stat/BMWK, Bundestag WD 5-039/23.

07 · EINORDNUNG

Wirkungsgrad im Vergleich — Rohstoff bis Steckdose

Gesamtwirkungsgrad inkl. Umwandlung im Kraftwerk und Netzverlusten (~5 %); zeigt, wo Kernspaltung und Fusion technisch einzuordnen sind.

Methode	Gesamtwirkungsgrad	Stromerzeugung
Wasserkraft	80–95 %	Turbine direkt
Erdgas (GuD)	45–58 %	kocht Wasser
Windkraft*	35–50 %	Turbine Direkt
Kohle	30–40 %	kocht Wasser
Kernspaltung (AKW / SMR)	30–35 %	kocht Wasser
Fusion (DEMO, geschätzt — spekulativ)	30–40 %	kocht Wasser
Biomasse	20–30 %	meist über Gasmotor (Blockkaraftwerk)
Photovoltaik*	15–22 %	Direkt Photovoltaik

* Wind & PV ohne vorgelagerte Brennstoffkette — Wert bezieht sich nur auf die Umwandlung der einfallenden Energie.

Der Wirkungsgrad bei den fossilen Energieträger ist weitgehend ausgereizt

Der Wirkungsgrad bei der Photovoltaik steigt gegenwärtig noch an, physikalisch möglich sind bis zu 80%. Realistisch sind etwa 40% in absehbarer Zukunft

04 · TECHNOLOGIE

SMR — vier Bauarten, ein Prinzip

Zentrale Komponenten (Reaktordruckbehälter, Dampferzeuger, Kühlkreislauf) werden in ein einzelnes, fabrikgefertigtes Modul integriert — max. ca. 300 MW pro Einheit.

Leichtwasserreaktor | Gasgekühlter Hochtemperaturreaktor | Flüssigmetallgekühlt | Salzschmelzereaktor

Vorteile

- Kürzere Bauzeit durch Serien-/Fabrikfertigung
- Kleineres radioaktives Inventar pro Modul
- Passive Sicherheitssysteme (ohne Fremdstrom)
- Flexible, auch dezentrale Standortwahl

Nachteile

- Verlust von Skaleneffekten → höhere Kosten pro MW
- Abfallmenge pro Energieeinheit teils höher
- Neue Risiken: Common-Cause-Fehler
- Kaum kommerzielle Referenzprojekte

Ein Nuklearreaktor ist einfach ein Wasserkocher der zur Uni gegangen ist

05 · REALITÄTSCHECK

SMR: Versprechen vs. Betrieb

Wann / Wo	Was
Seit 2020, Russland	Akademik Lomonossow — schwimmendes SMR-Kraftwerk, einziges regulär operative Projekt weltweit
China	HTR-PM — Demonstrationsanlage, Hochtemperaturreaktor
USA, bis 2023	NuScale — erstes großes westliches Vorzeigeprojekt, nach Kostenexplosion eingestellt
UK	Rolls-Royce SMR — bevorzugter Partner von Great British Energy, noch kein Betrieb
EU, Ziel	Erste SMR „frühestens Anfang der 2030er Jahre"; Marktprognose mehrere hundert Mrd. € bis 2035

Der World Nuclear Industry Status Report 2025 widmet SMR ein eigenes Kapitel — Fazit unabhängiger Beobachter: bislang überwiegend eine Technologie auf dem Papier, nicht im Netz.

06 · TECHNOLOGIE

Fusion — drei konkurrierende Wege

Verschmelzung statt Spaltung: kein Kettenreaktionsrisiko, kaum langlebiger Abfall, nahezu unbegrenzter Brennstoff — aber extrem hohe technische Hürden (Plasma bei >100 Mio. °C).

Tokamak

Magnetischer Einschluss. Referenzprojekt: ITER (Südfrankreich, internationales Konsortium).

Stellarator

Proxima Fusion (Ausgründung Max-Planck-Institut) optimiert die Stellarator-Bauweise.

Laserfusion

Focused Energy (Darmstadt/USA) und Marvel Fusion (München) — Trägheitseinschluss per Laser.

Fusion: Ankündigung vs. Expertenmeinung

Jahr	Meilenstein
2026	ITER: erste Plasmazündung geplant
2035	ITER: erste Stromerzeugung geplant
~2037	Focused Energy: erstes Demo-Kraftwerk (Firmen-Prognose)
~2050	DEMO (ITER-Nachfolger) — realistischer als kommerzieller Start

> *„Es braucht noch ein paar Jahrzehnte Forschung."*
>
> — Kim Budil, Lawrence Livermore National Laboratory

- Ungelöste Technik: nötig wären >10 Laserzündungen/Sekunde für Dauerbetrieb — heute liegt die Praxis bei ~1×/Tag.
- Finanzierungslücken: Marvel Fusion benötigt 350 Mio. € für eine Demoanlage — das Fünffache des bisher eingeworbenen Kapitals.
- Risiko: Überoptimismus kann Investitionen in Erneuerbare verzögern.

09 · AKTEURE

Wer propagiert das aktuell?

POLITIK / EU

EU-Kommission & Mitgliedstaaten

Von der Leyen (März 2026): 200 Mio. € Investitionsgarantie für SMR (aus ETS-Einnahmen) — soll Investoren absichern, ist kein Fördergeld. Euratom-Arbeitsprogramm 2026–27: 330 Mio. € (222 Fusion / 108 Kernspaltung).

NUKLEARINDUSTRIE

Reaktorhersteller & Versorger

NuScale, Rolls-Royce SMR, Kairos Power, X-energy, TerraPower, Rosatom, CNNC — etablierte und neue Anbieter zentraler, kapitalintensiver Infrastruktur.

BIG TECH / KI

Google, Amazon, Microsoft

SMR-Deals zur Deckung des KI-Rechenzentrums-Strombedarfs — laut Bulletin of the Atomic Scientists größtenteils PR statt belastbarer Pläne.

FUSION-STARTUPS & KAPITAL

Focused Energy, Marvel Fusion, Proxima, Gauss Fusion

Finanziert durch Venture Capital plus staatliche Förderung; EU stellt >5 Mrd. € für Fusionsforschung inkl. ITER bereit.

200 Mio. €
Direkte EU-Investitionsgarantie speziell für SMR

241 Mrd. €
Geschätzter Investitionsbedarf bis 2050 (SMR + Großreaktoren)

Die EU deckt damit direkt nur rund 0,08 % des von ihr selbst bezifferten Bedarfs.

10 · FAZIT

Comeback oder Nebelkerze?

SMR

- Keine neue Physik — kleinere Reaktoren, dieselben Grundfragen
- Wirtschaftlichkeit bislang nicht belegt
- Weltweit nur 2 reale Betriebsprojekte

Fusion

- Physikalisch überzeugend, kaum Abfall/Kettenreaktionsrisiko
- Aber: realistisch nicht vor 2050 relevant
- Keine Antwort auf die aktuelle Energiepreiskrise

Beide Narrative helfen aktuell auch, Investitionen in Erneuerbare, Netze und Speicher als „übereilt" erscheinen zu lassen und zentrale Geschäftsmodelle zu verteidigen.

DISKUSSIONSFRAGEN

- Wie bewerten wir die direkte EU-Förderung (200 Mio. € von 241 Mrd. € geschätztem Bedarf) im Verhältnis zum Erneuerbaren-Ausbau?
- Ist die Uran-/Rosatom-Abhängigkeit ein unterschätztes geopolitisches Risiko?
- Wie seriös sind Big-Tech-SMR-Ankündigungen tatsächlich?

Atomreaktoren sind auch nur Wasserkocher, die zur Uni gegangen sind

QUELLEN

Quellen & Ausgangsmaterial

- ingenieur.de — „Was Sie über SMR-Reaktoren jetzt wissen sollten"
- World Nuclear Industry Status Report 2025 (worldnuclearreport.org)
- Bulletin of the Atomic Scientists — „Data centers powered by next-gen nuclear?" (Juli 2026)
- NucNet — „Von der Leyen Sets Out EU SMR Strategy With €200M Guarantee" (März 2026)
- EU-Vertretung Deutschland — 330 Mio. € Euratom-Förderung (19.3.2026); iwr.de — Euratom-Arbeitsprogramm 2026–2027
- RiffReporter — „Kernfusion in zehn Jahren Strom?"
- European Commission, DG Energy — SMR-Strategie (10.3.2026) & „5 things you should know about nuclear energy" (19.5.2026)
- FÖS — „Gesellschaftliche Kosten der Atomenergie in Deutschland" (2020) — 249 Mrd. € Förderung 1955–2022
- AG Energiebilanzen; AGEE-Stat/BMWK — Bruttostromerzeugung nach Energieträgern
- Wissenschaftliche Dienste des Bundestags, WD 5-039/23 — Förderung erneuerbarer Energien
- Umweltbundesamt — Stromverbrauch; Energieverbrauch und Energieeffizienz in Zahlen; BDEW — Nettostromverbrauch nach Verbrauchergruppen (2024)
- ODYSSEE-MURE — Germany profile (Fraunhofer ISI/Enerdata); Netzentwicklungsplan Strom 2037/2045 (Version 2023 und 2025)
- Ariadne-Szenarienreport (2021); Schöb (FZ Jülich/RWTH) — THG-neutrale Transformationsstrategien; Monitoringbericht zur Energiewende (BMWE, Sept. 2025); Bitkom/Borderstep — Rechenzentren