

Günstige, stabile Stromerzeugung und erhebliche CO₂-Reduktion durch den französischen Kernenergiepark

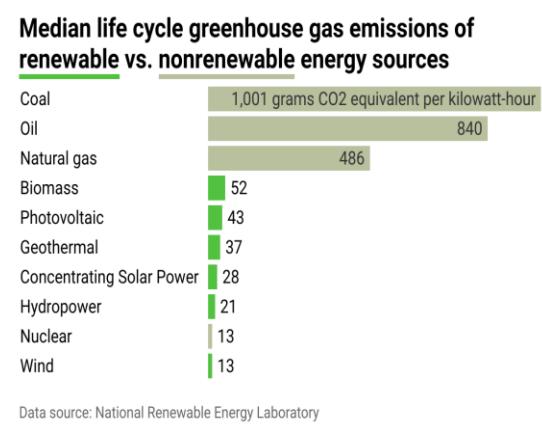
Vergleich mit der Stromerzeugung in der Türkei und in Deutschland

Zusammenfassung

Frankreich verfügt im Jahr 2025 über den weltweit zweitgrößten Kernenergiepark nach den Vereinigten Staaten. Er umfasst 57 Kernreaktoren an 18 Standorten mit einer installierten Gesamtleistung von rund 61,4 Gigawatt. Die Kernenergie deckt etwa 65–70 % der gesamten Stromerzeugung des Landes und macht Frankreich damit zum OECD-Land mit dem höchsten Anteil an Kernenergie an der Stromproduktion.

Diese Arbeit untersucht das auf Kernenergie basierende Stromerzeugungssystem Frankreichs aus historischer, technischer und wirtschaftlicher Perspektive. Dabei werden die Struktur des bestehenden Reaktorparcs, die Bedeutung des im Jahr 2025 in Betrieb gegangenen EPR-Reaktors Flamanville 3 sowie die für die Zeit nach 2035 geplanten Neubau- und Laufzeitverlängerungsprogramme (EPR2) analysiert.

Die Abbildung (links) zeigt die Treibhausgasemissionen verschiedener Stromerzeugungsquellen pro erzeugter Kilowattstunde, angegeben in Gramm CO₂-Äquivalent. Während die Stromerzeugung aus Kohle die höchsten Emissionen verursacht, sind die Emissionen von Kern- und Windenergie im Vergleich dazu sehr gering.



Das rechte Bild: Kernkraftwerk Flamanville mit drei Reaktoren der Leistungsklassen 1300, 1300 und 1600 MWe (EPR) ist das leistungsstärkste in Frankreich.

Im zweiten Teil unserer Studie werden die installierten Gesamtleistungen, die jährliche Stromerzeugung (in TWh, Terawattstunden) sowie die CO₂-Emissionen Frankreichs, der Türkei und Deutschlands vergleichend analysiert. Dabei wird der Einfluss unterschiedlicher Energieerzeugungsoptionen auf die jeweilige Kohlenstoffintensität der Stromerzeugung herausgearbeitet.

Im Mittelpunkt steht der Vergleich zwischen dem auf Kernenergie gestützten französischen Modell, der überwiegend fossil geprägten Stromerzeugung der Türkei sowie dem nach dem Atomausstieg entstandenen, stark erneuerbaren Stromsystem Deutschlands.

Als zentrales Ergebnis lässt sich festhalten, dass Frankreich durch den Einsatz von Kernenergie eine kostengünstige und stabile Stromerzeugung bei gleichzeitig erheblicher CO₂-Reduktion erreicht.

1. Einleitung

Die Hinwendung Frankreichs zur Kernenergie erhielt mit dem **Plan Messmer** im Jahr 1974, als Reaktion auf die Ölrisen der 1970er-Jahre, einen klaren institutionellen Rahmen. Ziel war es, die nationale Versorgungssicherheit zu gewährleisten, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern, den Importbedarf zu senken und ein stabiles, eigenständiges Stromsystem aufzubauen.

Die umfangreichen Investitionen in die Kernenergie erhöhten nicht nur die Versorgungssicherheit, sondern trugen langfristig auch zu einer kostengünstigen Stromerzeugung mit geringer Preisvolatilität bei.

Heute verfolgt die französische Kernenergiepolitik mehrere Ziele gleichzeitig: die Sicherung der Energieversorgung, die Bekämpfung des Klimawandels sowie die Wahrung der Wettbewerbsfähigkeit auf dem europäischen Strommarkt. Aufgrund des hohen Kapazitätsfaktors der Kernkraftwerke nehmen diese eine zentrale Rolle in der Grundlastversorgung ein und tragen – gemeinsam mit dem wachsenden Anteil erneuerbarer Energien – wesentlich zur Stabilität des Stromsystems bei. Frankreich zählt damit zu den wenigen Ländern, die seit Jahrzehnten ein kohlenstoffarmes und zugleich wirtschaftlich gut kalkulierbares Stromsystem betreiben.

2. Allgemeine Merkmale des französischen Kernreaktorparks: installierte Leistung und Erzeugungskapazität (2025)

Im Jahr 2025 beträgt die installierte Gesamtleistung der 57 in Betrieb befindlichen Kernreaktoren rund 61,4 GW. Der überwiegende Teil des Reaktorparks besteht aus Druckwasserreaktoren (Pressurized Water Reactors, PWR), die sich drei Leistungsklassen zuordnen lassen: 900 MWe, 1.300 MWe und 1.450 MWe.

Ergänzt wird der bestehende Reaktorpark durch den 1.650 MWe starken EPR-Reaktor am Standort Flamanville 3, der als erster kommerziell betriebener **Reaktor der Generation III+** in Frankreich gilt.

Die jährliche Stromerzeugung aus Kernenergie liegt im langjährigen Durchschnitt bei etwa 330–350 TWh. **Dadurch ist Frankreich einer der größten Stromexporteure Europas; die jährlichen Nettoexporte belaufen sich auf rund 50–60 TWh.**

3. Geografische Verteilung der Kernkraftwerke und Reaktorstruktur

Die Standorte der französischen Kernkraftwerke wurden nach technischen und infrastrukturellen Kriterien ausgewählt, insbesondere im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Kühlwasser (Meeresküsten und große Flüsse), die Anbindung an das nationale Stromübertragungsnetz sowie die Nähe zu großen Verbrauchscentren.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über alle Kernkraftwerksstandorte in Frankreich sowie deren Reaktorstruktur im Jahr 2025.

Insgesamt umfasst der französische Kernenergiepark 57 Reaktoren an 18 Standorten mit einer installierten Gesamtleistung von etwa 61,4 GW:

Ort	Standorte	Reaktortyp (Anzahl)	Geamt ca. (GW)
Gravelines	Hauts-de-France	PWR-1300 ×6	~5,4
Paluel	Normandie	PWR-1300 ×4	~5,2
Cattenom	Grand Est	PWR-1300 ×4	~5,2
Flamanville	Normandie	PWR-1300 ×2 + EPR ×1	~3,3
Blayais	Nouvelle-Aquitaine	PWR-900 ×4	~3,6
Bugey	Auvergne-Rhône-Alpes	PWR-900 ×2, PWR-1300 ×2	~3,6
Chinon	Centre-Val de Loire	PWR-900 ×4	~3,6
Civaux	Nouvelle-Aquitaine	PWR-1450 ×2	~3,0
Cruas	Auvergne-Rhône-Alpes	PWR-900 ×4	~3,6
Dampierre	Centre-Val de Loire	PWR-900 ×4	~3,6
Golfech	Occitanie	PWR-1300 ×2	~2,6
Nogent-sur-Seine	Grand Est	PWR-1300 ×2	~2,6
Penly	Normandie	PWR-1300 ×2	~2,6
Saint-Alban	Auvergne-Rhône-Alpes	PWR-1300 ×2	~2,6
Saint-Laurent	Centre-Val de Loire	PWR-900 ×2	~1,8
Tricastin	Auvergne-Rhône-Alpes	PWR-900 ×4	~3,6
Belleville	Centre-Val de Loire	PWR-1300 ×2	~2,6
Toplom		57 reaktor / 18 Standorte	~61,4

4. Strategische Bedeutung des Europäischen Druckwasserreaktors Flamanville 3 (EPR)

Mit einer elektrischen Leistung von 1.650 MWe ist Flamanville 3 der leistungsstärkste Kernreaktor Frankreichs. Das Erreichen der Volllast im August 2025 gilt als technologischer Meilenstein für den französischen Nuklearsektor. Trotz erheblicher Kostensteigerungen und Verzögerungen – die Gesamtkosten belaufen sich auf etwa 13,2 Mrd. Euro – ermöglichte das Projekt erstmals die kommerzielle Nutzung der EPR-Technologie in Frankreich. Zudem lieferte es wertvolle technische und organisatorische Erfahrungen für die geplante Umsetzung der EPR2-Reaktoren.

5. Zukünftige Perspektive: Das EPR2-Programm

Die französische Regierung und der Energieversorger EDF haben ein neues Kernenergieprogramm angekündigt, das den Bau von sechs EPR2-Reaktoren vorsieht. Ziel ist es, die alternde Reaktorflotte schrittweise zu erneuern und den langfristigen Strombedarf Frankreichs zu decken.

Die geplante installierte Gesamtleistung des Programms beträgt etwa 9,6 bis 10 GW. Als Standorte sind unter anderem Penly, Gravelines und Bugey vorgesehen. Die Inbetriebnahme der ersten Reaktoren ist für den Zeitraum zwischen 2035 und 2037 geplant.

6. Strategische und wirtschaftliche Bewertung

Die Kernenergie erfüllt in Frankreich drei zentrale strategische Funktionen:

1. Sicherung der Energieversorgung und Verringerung der Importabhängigkeit,
2. Beitrag zur Erreichung der Klimaziele durch CO₂-arme Stromerzeugung,
3. Förderung von Hochtechnologie und qualifizierter Beschäftigung im Rahmen der nationalen Industriepolitik.

Hohe Kapazitätsfaktoren und niedrige Grenzkosten der Kernkraftwerke tragen dazu bei, die französischen Strompreise weitgehend vor Schwankungen auf den Märkten für fossile Brennstoffe zu schützen. Gleichzeitig schaffen sie insbesondere für energieintensive Industrien langfristige Wettbewerbs- und Investitionsvorteile.

7. Vergleich mit der Stromerzeugung in der Türkei und in Deutschland

Stromerzeugungsstruktur der Türkei

Die Stromerzeugung in der Türkei basiert überwiegend auf fossilen Energieträgern wie Kohle und Erdgas. Darüber hinaus spielt die Wasserkraft eine wichtige Rolle im Energiemix. Im Jahr 2024 betrug die installierte Gesamtleistung rund 105 GW, während die jährliche Stromerzeugung etwa 330 TWh erreichte.

Obwohl seit den 1970er-Jahren wiederholt Initiativen zum Bau von Kernkraftwerken in der Türkei unternommen wurden, verhinderten wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen lange Zeit entsprechende Investitionen. Erst im Jahr 2010 wurde der Bau des Kernkraftwerks Akkuyu mit vier Reaktoren à 1.200 MW im sogenannten *Build-Own-Operate*-Modell an das russische Unternehmen Rosatom vergeben. Die schrittweise Inbetriebnahme der Reaktoren ist ab 2026 vorgesehen. Darüber hinaus befinden sich auch Small Modular Reactors (SMR) in der Planungsphase.

Stromerzeugungsstruktur Deutschlands

Deutschland begann in den 1970 er-Jahren mit dem Aufbau und Betrieb seiner Kernkraftwerksflotte. Diese wurde jedoch im Zuge der energiepolitischen

Neuausrichtung schrittweise stillgelegt; im April 2023 wurden die letzten drei Kernreaktoren endgültig abgeschaltet.

Insgesamt unterscheidet sich das französische, auf Kernenergie basierende Stromerzeugungsmodell deutlich von den Systemen in der Türkei und in Deutschland. Während die Türkei weiterhin eine vergleichsweise hohe CO₂-Intensität der Stromerzeugung aufweist, ist Deutschland trotz des starken Ausbaus erneuerbarer Energien nach wie vor auf Kohle- und Gaskraftwerke zur Sicherung der Versorgungssicherheit angewiesen.

Tabelle 2. Stromerzeugung und CO₂-Kennzahlen (ca. 2025)

Einwohner: Frankreich: 68 Mio.; Türkei und Deutschland jeweils ca. 86 Mio.)

Land	(GW)	Gesamt (TWh)	Gesamt (gCO ₂ /kWh)	CO ₂ Emission (MegaTonne/a)
Frankreich	~140 (Nuklear ~61)	~480	~30	~380
Türkei	~105	~330	~450	~550
Deutschland	~230	~500	~400	~670

GW: Installierte Leistung ; **TWh:** Erzeugter Strom im Jahr

Diese Zahlen verdeutlichen, dass Frankreich dank des hohen Anteils an Kernenergie ein CO₂-armes und zugleich preislich stabiles Stromsystem betreibt.

8. Schlussfolgerung

Im Jahr 2025 befindet sich das französische Kernenergiesystem in einer Übergangsphase zwischen einem ausgereiften, langjährig betriebenen Reaktorpark und der Einführung neuer Kerntechnologien. Die Inbetriebnahme von Flamanville 3 sowie das angekündigte EPR2-Programm unterstreichen die zentrale Bedeutung der Kernenergie für die langfristige Energie- und Klimastrategie Frankreichs. Die Kernenergie liefert Frankreich nicht nur CO₂-armen Strom, sondern trägt auch wesentlich zur Versorgungssicherheit, zur Preisstabilität auf dem Strommarkt sowie zur industriellen Wettbewerbsfähigkeit des Landes bei.

Der Vergleich mit der Türkei und Deutschland verdeutlicht die langfristigen Auswirkungen energiepolitischer Technologieentscheidungen. Das französische Beispiel zeigt, dass eine hohe Stromerzeugung bei gleichzeitig niedrigen CO₂-Emissionen in einem Energiesystem möglich ist, in dem Kernenergie und erneuerbare Energien integriert zusammenwirken. In diesem Sinne ist die Kernenergie für Frankreich nicht lediglich eine Stromerzeugungstechnologie, sondern ein strategisches Instrument der Klima-, Wirtschafts- und Energiepolitik.

Yüksel Atakan, Dr., Dipl.-Phys. E-Mail: ybatakan4@gmail.com 28.12.2025

Literatur

- [1] RTE, *Bilan électrique 2024*, <https://www.rte-france.com/analyses-tendances/bilan-electrique>
- [2] EDF, *Parc de production nucléaire*, <https://www.edf.fr/groupe-edf/produire-une-énergie-respectueuse-du-climat/nucleaire>
- [3] IAEA, *PRIS Country Statistics – France*,
<https://pris.iaea.org/pris/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=FR>
- [4] ASN, *Rapports annuels de sûreté nucléaire*, <https://www.asn.fr/l-asn-informe/rapports-annuels>
- [5] Ministère de la Transition énergétique, *Politique nucléaire*, <https://www.ecologie.gouv.fr/politique-nucleaire>
- [6] IEA, *Electricity Information*, <https://www.iea.org/data-and-statistics>
- [7] TÜİK, *Enerji İstatistikleri*, <https://data.tuik.gov.tr>
- [8] World Bank, *CO₂ Emissions Data*, <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT>

(aus dem Türkischen übersetzt)