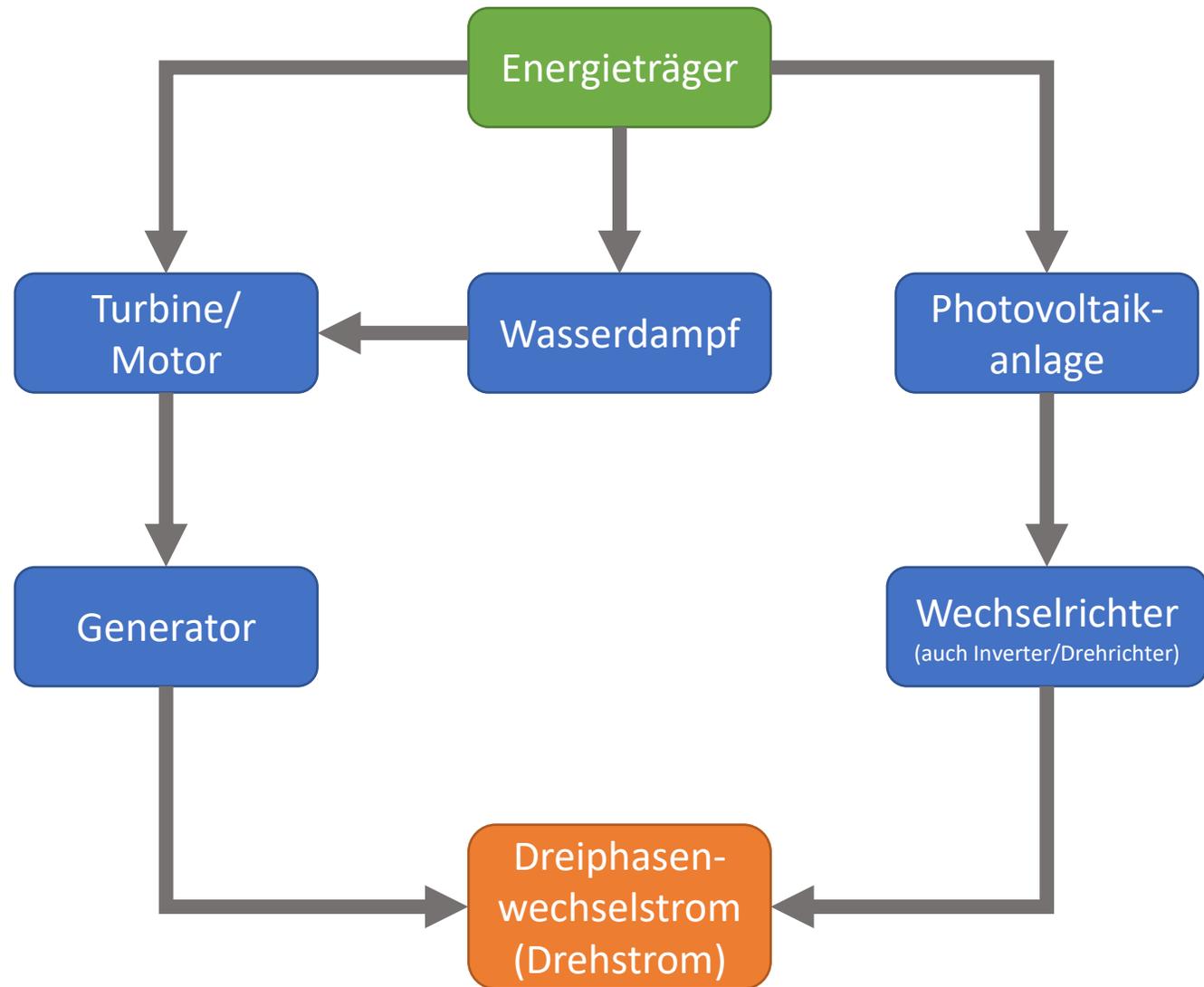




ATOMKRAFT?
JA BITTE

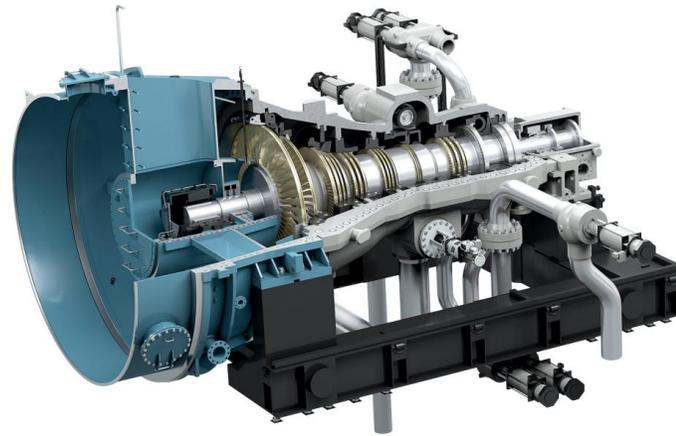
Wie funktioniert eigentlich... Strom?

Wie funktioniert eigentlich... Strom?

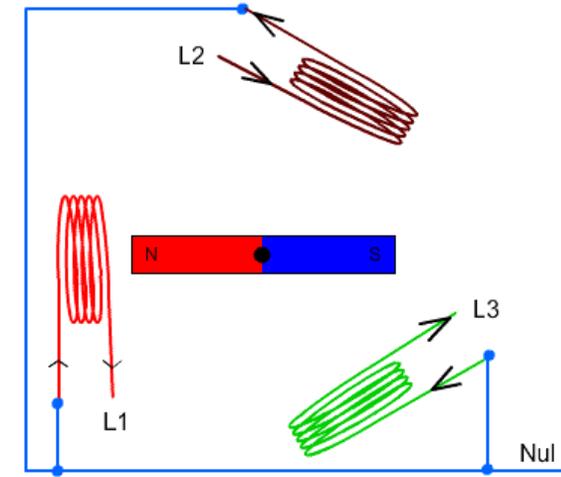


Wie funktioniert eigentlich... Strom?

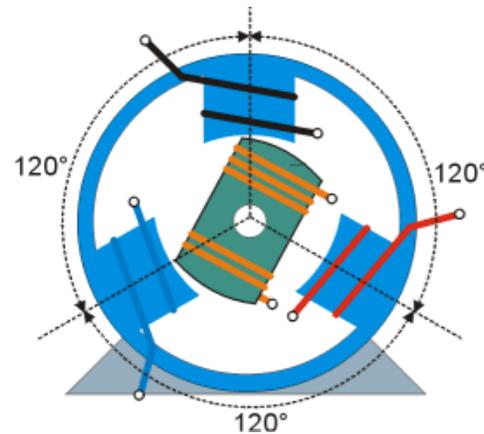
Turbine



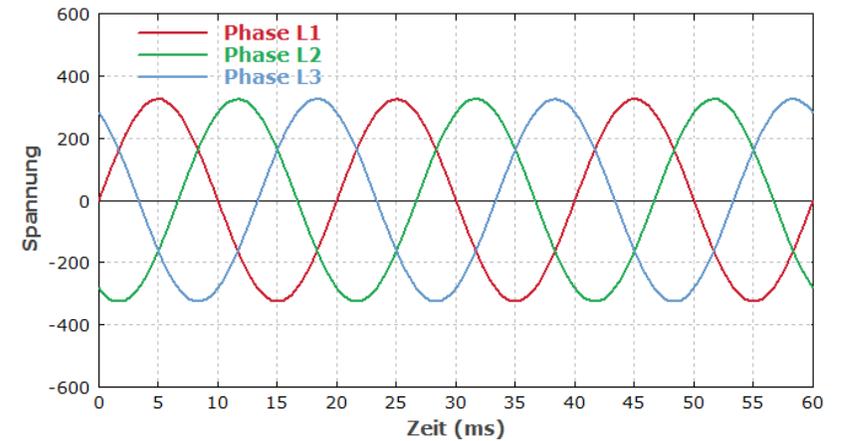
Grundprinzip Induktion



Generator



Dreiphasenwechselstrom



Wie
funktioniert
eigentlich...
Strom?

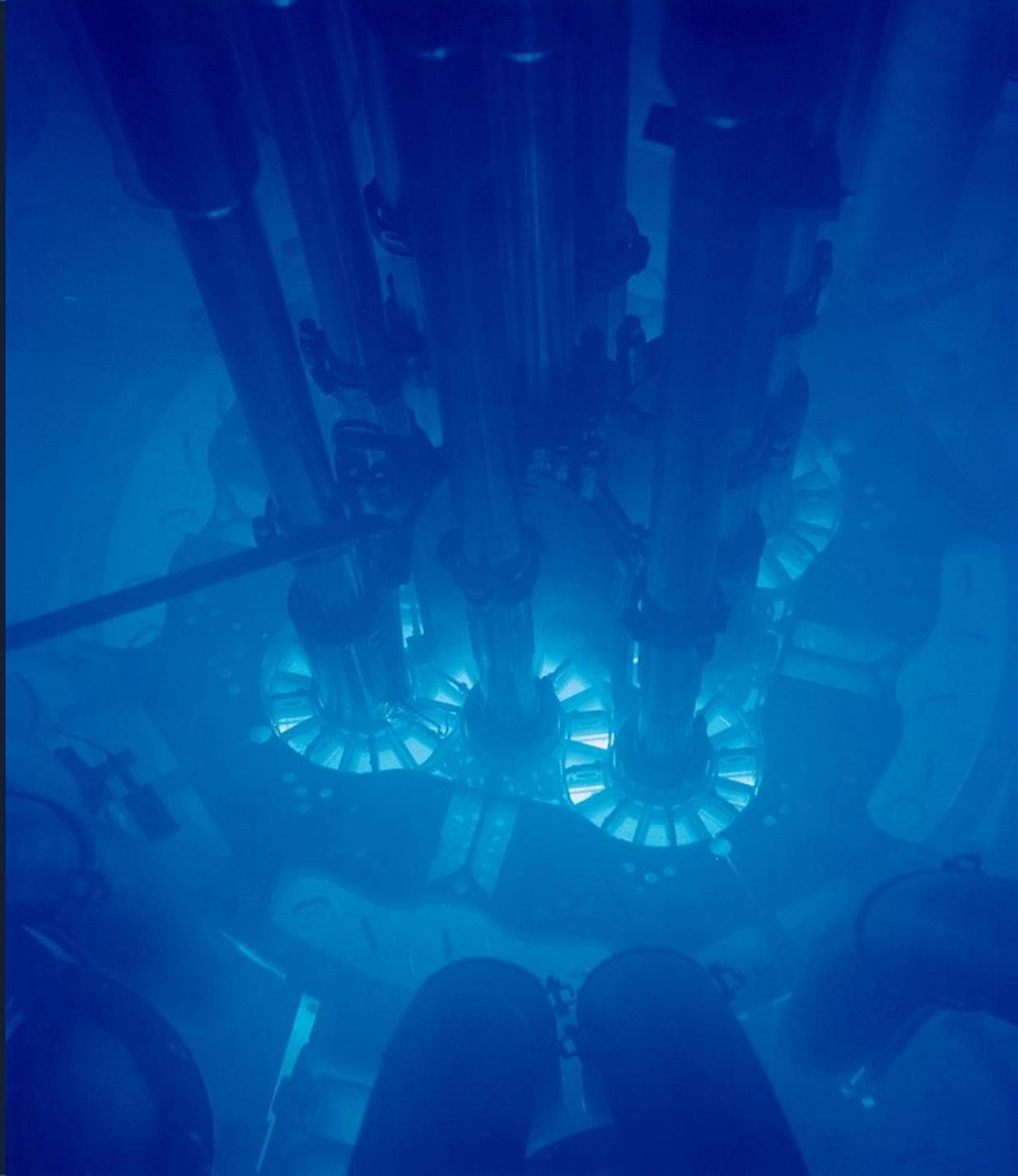


Wie funktioniert eigentlich... Strom?

Kurz:

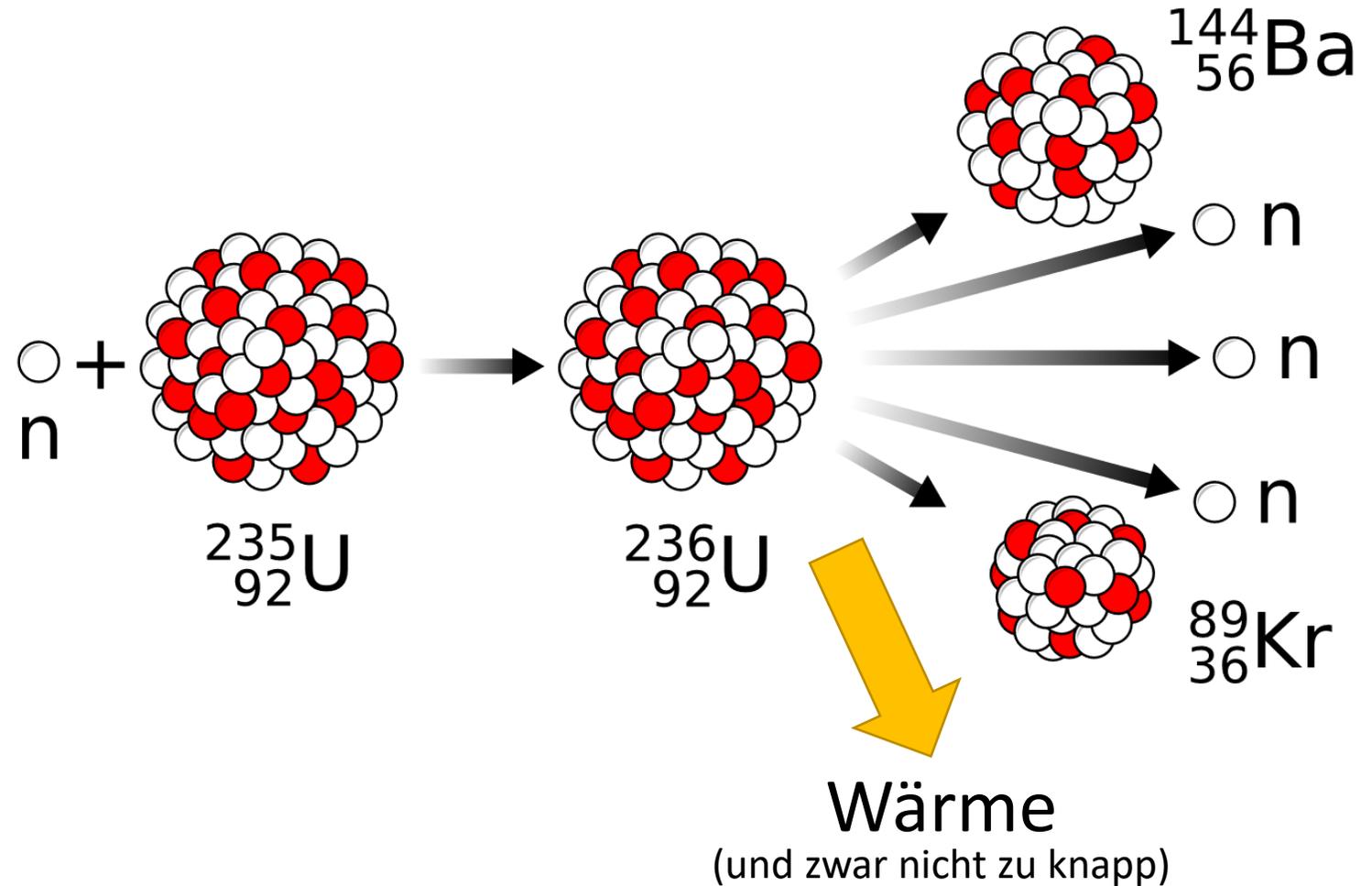
- mehr als 98% der globalen Stromproduktion basiert darauf, dass sich etwas dreht (Drehstrom)
- mehr als 80% der globalen Stromproduktion basiert darauf, Wasser zu verdampfen

Wie funktioniert ein
nuklearer
Wasserkocher?



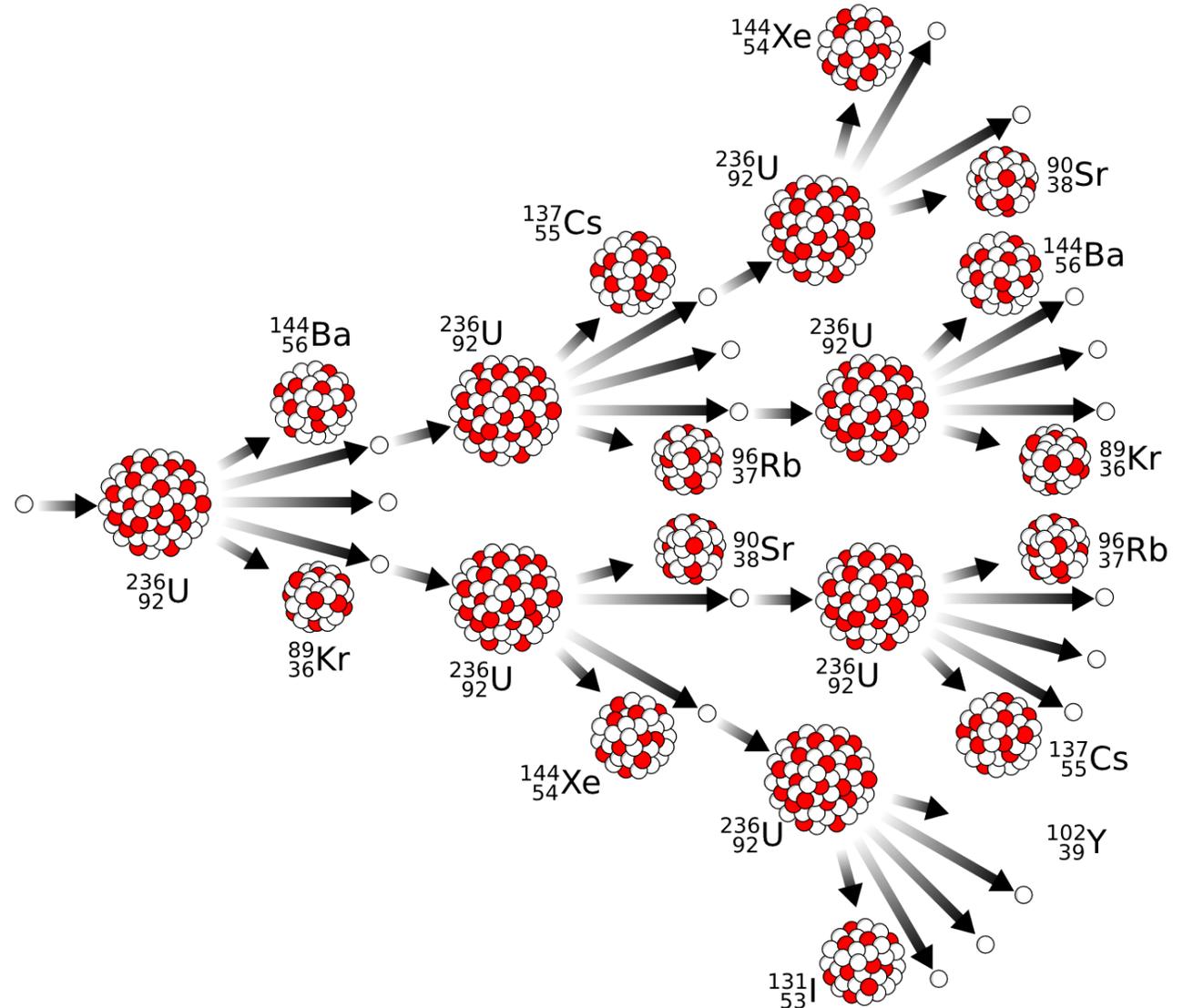
Wie funktioniert ein nuklearer Wasserkocher?

Fissionsreaktion/Kernspaltung



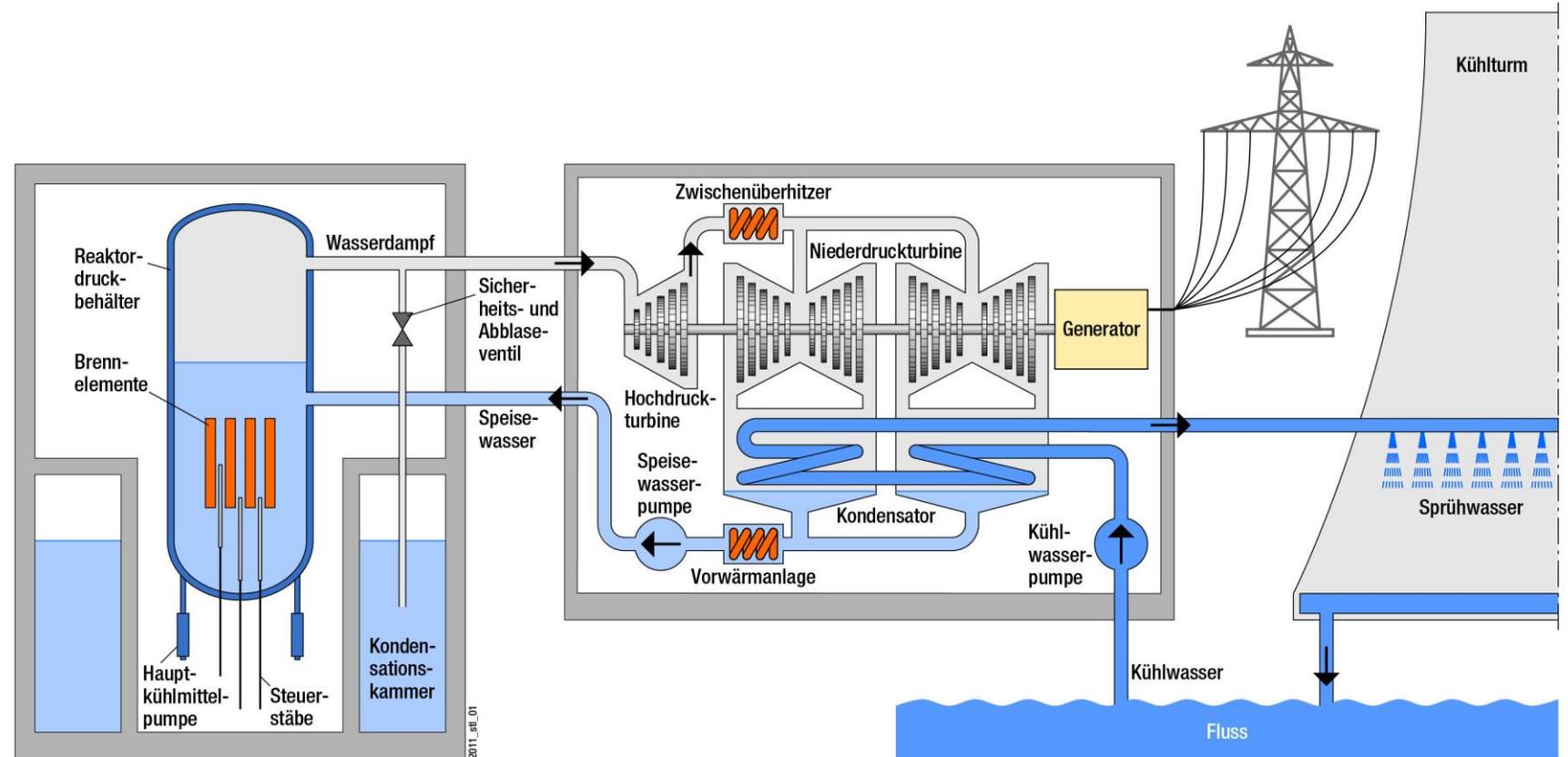
Wie funktioniert ein nuklearer Wasserkocher?

Kettenreaktion



Wie funktioniert ein nuklearer Wasserkocher?

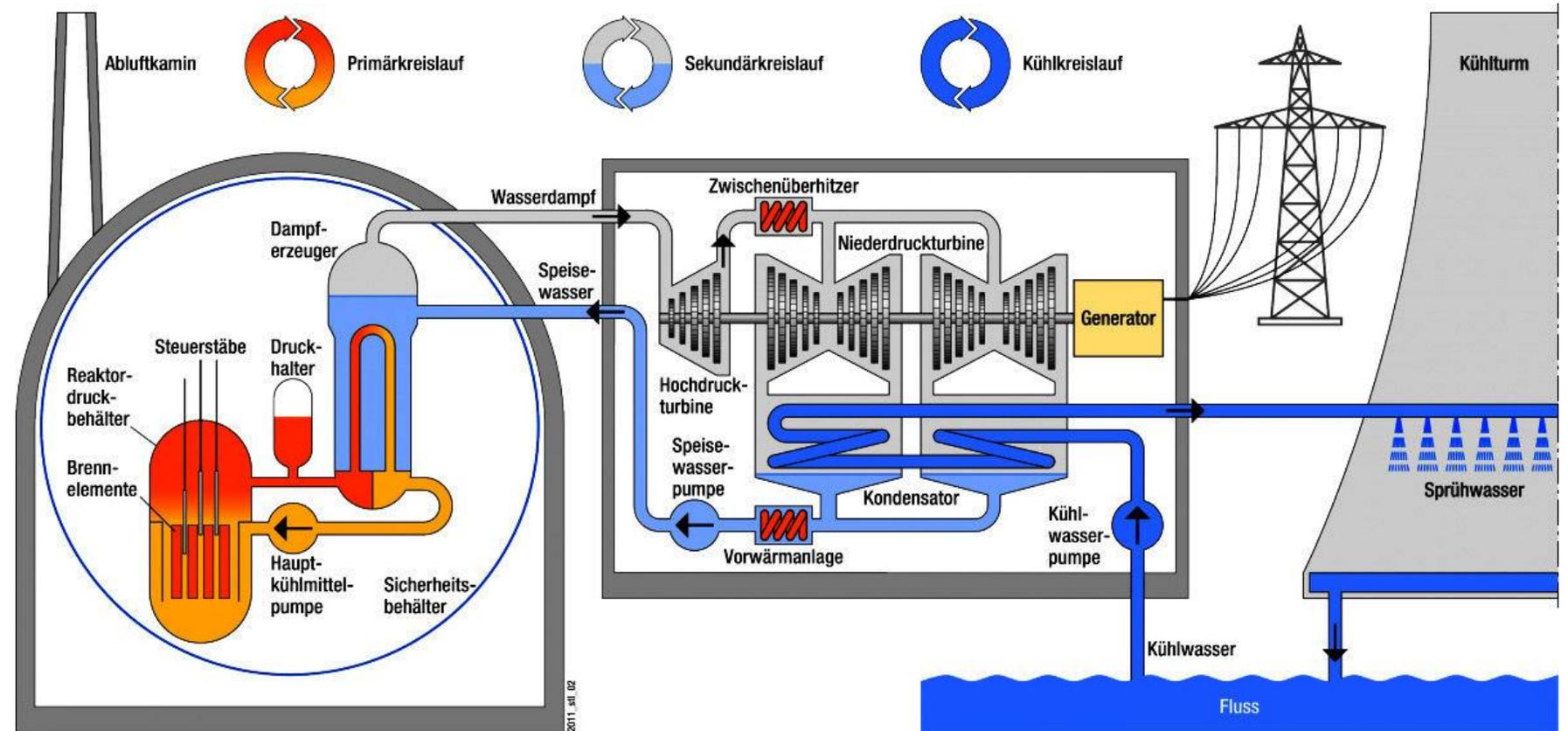
Beispiel: Siedewasserreaktor (SWR)



Wie funktioniert ein nuklearer Wasserkocher?

Beispiel: Druckwasserreaktor (DWR)

häufigste Reaktorart in Deutschland



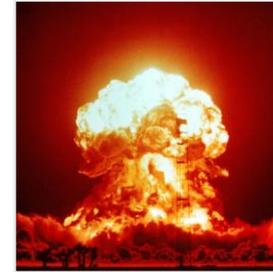
Die Probleme mit der Kernkraft

Die Probleme mit der Kernkraft



Strahlenbelastung

Missbrauch



Unfälle

Endlagerung



Die Probleme
mit der
Kernkraft
Strahlenbelastung

Was ist Strahlung?



α radiation

Helium-4 Kern
(2 Protonen + 2 Neutronen)



β radiation

Elektronen (β^-)
Positronen (β^+)



γ radiation

Photonen

Die Probleme mit der Kernkraft Strahlenbelastung

Exposition	Erklärung
64000 mSv	Von Albert Stevens über den Verlauf seines Lebens aufgenommene effektive Gesamtstrahlendosis, nachdem ihm im Zuge eines Experiments ohne sein Wissen oder Einverständnis 131 kBq Plutonium injiziert wurden. Er starb 20 Jahre nach der Injektion im Alter von 79 Jahren an einer Herzkrankheit. Quelle: The Plutonium Files (Eileen Welsome)
17000 mSv	Beim Tokaimura Unfall 1999 von Hisashi Ouchi aufgenommene Strahlendosis. Er verstarb 83 Tage später.
> 8000 mSv	Nur geringe Überlebenschancen ohne medizinische Hilfe, wenn die Dosis über einen kurzen Zeitraum aufgenommen wurde
3000 – 4000 mSv	50%ige Sterberate nach 3-6 Wochen ohne medizinisches Eingreifen
1000 mSv	Bei akuter Exposition: akute Strahleneffekte (z. B. Übelkeit, Kopfschmerzen, Erbrechen); Maximal festgestellte Dosis bei Aufräumhelfern in Tschernobyl (Liquidatoren)
400 mSv	Grenzwert (maximal zulässige Dosis) für die Berufslebensexposition bei beruflich strahlenexponierten Personen in Deutschland (z. B. Kernkraftwerkmitarbeitern)
120 mSv	Durchschnittliche Strahlenbelastung der Tschernobyl-Helfer (Liquidatoren)
100 mSv	Unterer Schätzwert des Schwellenwerts für die Schädigung eines ungeborenen Kindes
2-3 mSv pro Jahr	Durchschnittliche jährliche Strahlenexposition in Deutschland aus natürlichen Quellen (kosmische Strahlung, terrestrische Strahlung, Radon etc.)
2 mSv pro Jahr	Durchschnittliche jährliche Strahlenexposition in Deutschland aus künstlichen Quellen (vorwiegend Medizin)
0,3 mSv pro Jahr	Grenzwert für die jährliche Strahlenbelastung in der Umgebung von Kernanlagen (tatsächlich durchschnittlich 0,0003 mSv in 5 km Umkreis)
0,0001 mSv	Durchschnittliche Strahlenbelastung durch den Verzehr einer Banane (Bananen enthalten Kalium, das zu 0,01% aus dem radioaktiven Kaliumisotop K-40 besteht)

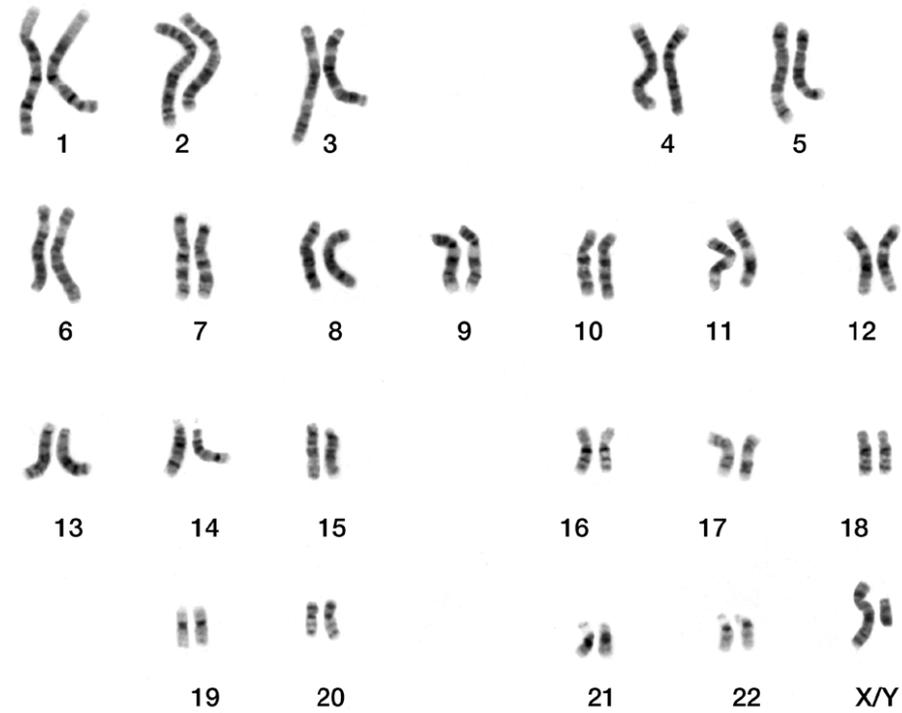
$$1 \text{ Sv} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Datenquellen: Quarks.de, Bundesamt für Strahlenschutz, WHO, Internationale Atomenergiebehörde)

Die Probleme mit der Kernkraft

Strahlenbelastung

Was passiert bei 17000mSv?



normales Karyogramm



Hisashi Ouchi

Die Probleme mit der Kernkraft

Missbrauch

Kann man aus Kernbrennstoff
Atombomben herstellen?

Ja.

Aber es ist kompliziert.

Die Probleme mit der Kernkraft

Missbrauch

Kann man aus Kernbrennstoff Atombomben herstellen?

- Anreicherungsgrad in Kernreaktoren ist typischerweise 2-5%
 - Kernwaffen benötigen einen Anreicherungsgrad von über 90%
 - Kernreaktoren können genutzt werden, um waffenfähiges Spaltmaterial (z. B. Plutonium 239 aus Uran 238) zu „erbrüten“, was dann aber wiederum angereichert werden muss
- prinzipiell ja, aber mit viel Aufwand verbunden (siehe Iran)
- die größten Länder, die Atomkraft ausbauen wollen (China, Indien, Russland), haben schon Atombomben

größere Gefahr: „schmutzige Bombe“ (Terrorismus)

Die Probleme mit der Kernkraft Unfälle

Die Großen zwei



Ursachen:

- menschliches Versagen
 - Reaktortest, während Reaktor „xenonvergiftet“ war
 - Missachtung von Sicherheitsvorschriften
- schlechtes Reaktordesign, z. B.
 - kein Containment
 - Steuerstäbe mit Graphitspitzen
 - positiver Dampfblasenkoeffizient

Tote direkt:

- 2 durch Explosion
- 29 durch Strahlenexposition

Tote gesamt:

- je nach Quelle 4000 (WHO) bis 60.000 (Fairlie & Sumner), Stand 2006



Ursachen:

- Tsunami
- Fehler im Anlagendesign (Generatoren für die Kühlwasserpumpen hätten besser geschützt sein müssen)
- menschliches Versagen (Reaktorbau in Tsunamigebiet)

Tote direkt:

- 1 durch Strahlenexposition

Tote gesamt:

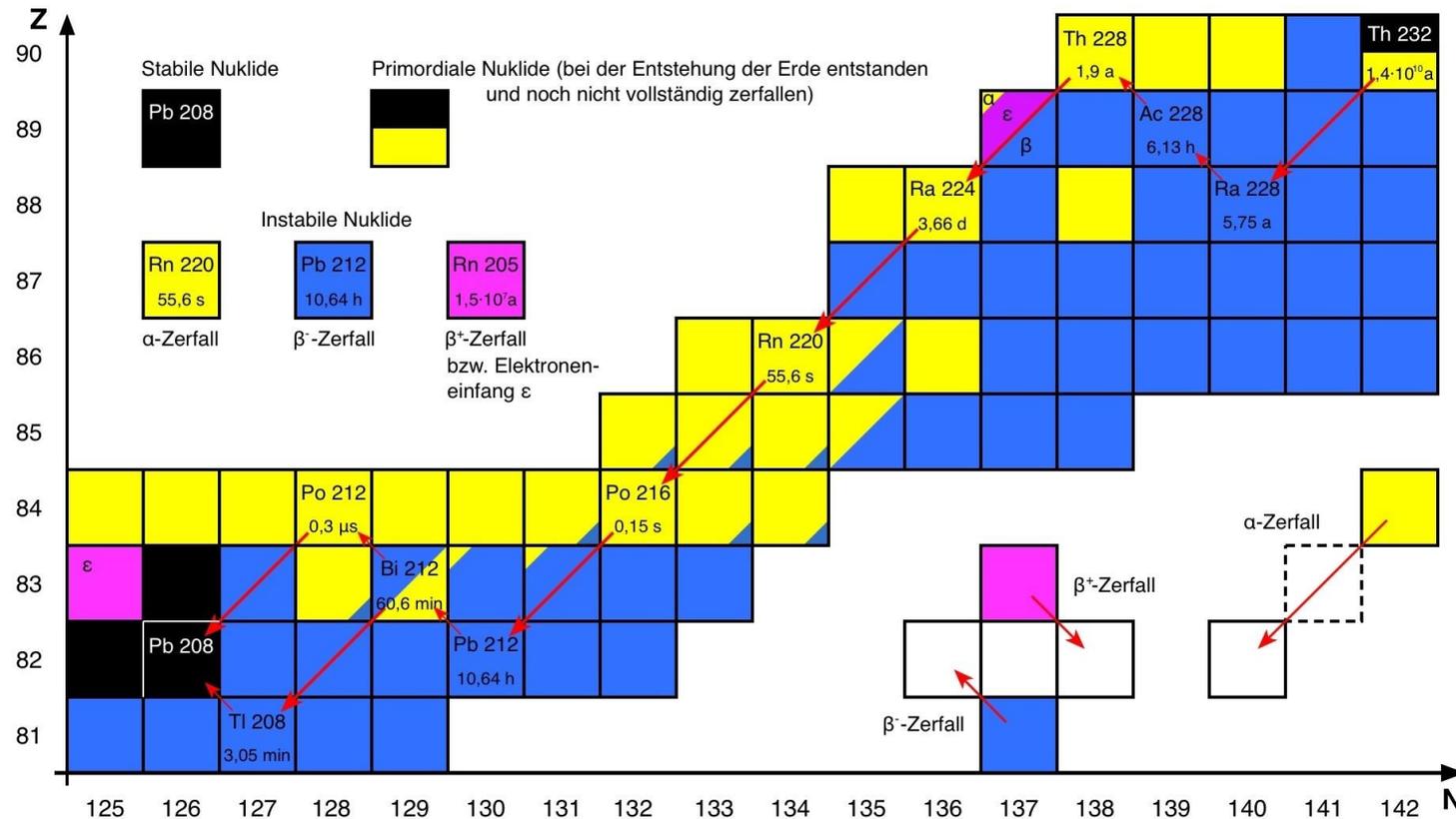
- je nach Quelle 574 (WHO), davon 573 durch den Evakuierungsstress, Stand 2016

Die Probleme mit der Kernkraft Endlagerung

Was macht Atommüll so gefährlich?

Die Spaltprodukte (und damit der Atommüll) können ihrerseits instabil/radioaktiv sein und damit teilweise über Jahre weiterhin gefährlich sein und Hitze und Strahlung erzeugen.

Beispiel Zerfallsreihe Thorium-232:



Die Probleme mit der Kernkraft Endlagerung

Ein großes Problem

Generationenaufgabe

Deutschland steigt schrittweise aus der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung aus. Das letzte Kernkraftwerk geht spätestens 2022 vom Netz. Doch wohin mit den radioaktiven Abfällen? Die Suche nach einem geeigneten Standort für ein Atommüllendlager ist eine Generationenaufgabe.

- bundesregierung.de



Die Probleme mit der Kernkraft

Endlagerung

Lösungsansätze

- Thorium-Reaktoren (thermische Brüter)
- Dual-Fluid-Reaktoren
- Transmutation

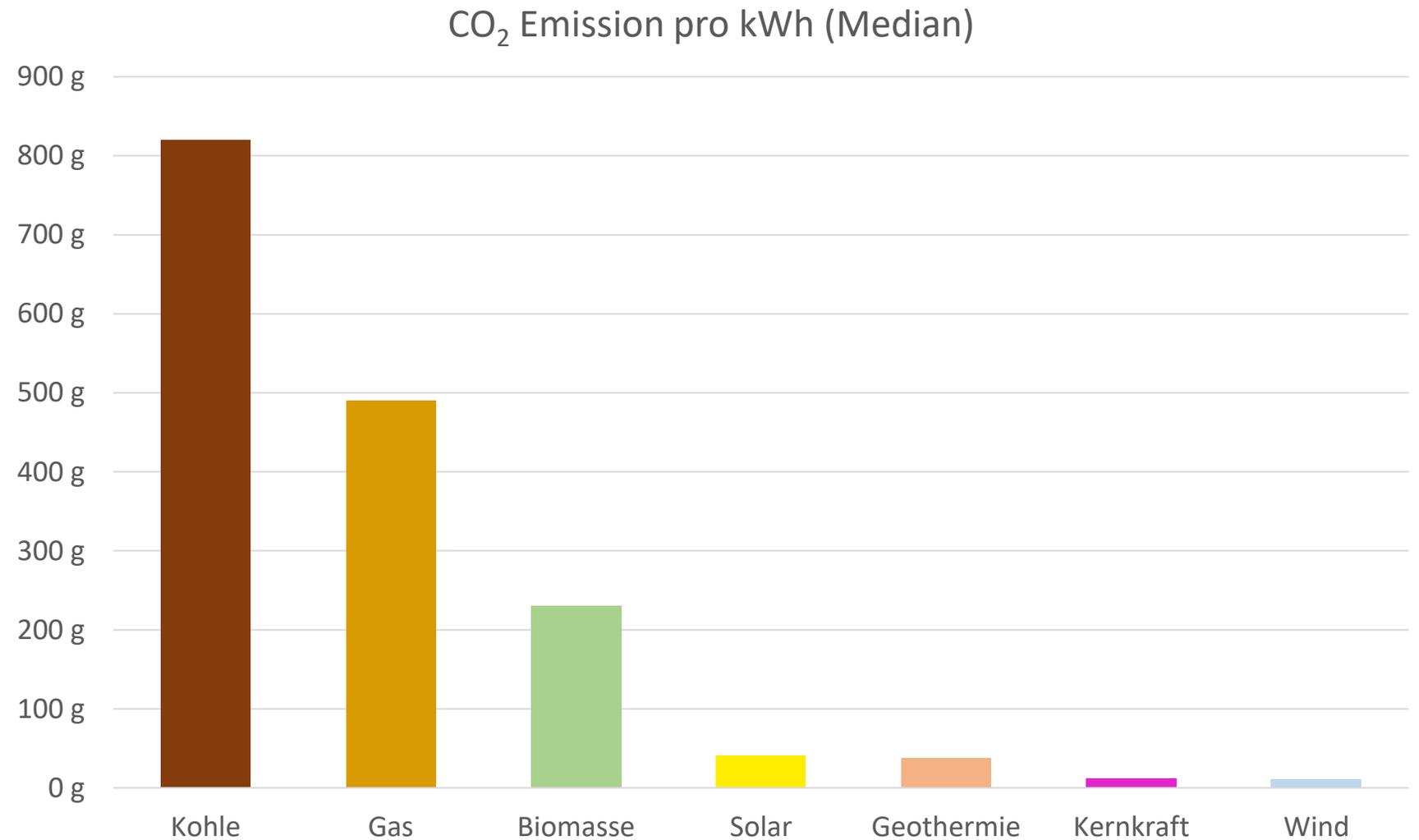
Aber: Forschung und Entwicklung sind in Deutschland schwer zu finanzieren aufgrund der negativen öffentlichen Meinung und damit politischer Unwilligkeit.

Warum Atomkraft dennoch sinnvoll ist

Warum
Atomkraft
dennoch
sinnvoll ist
Klimawandel



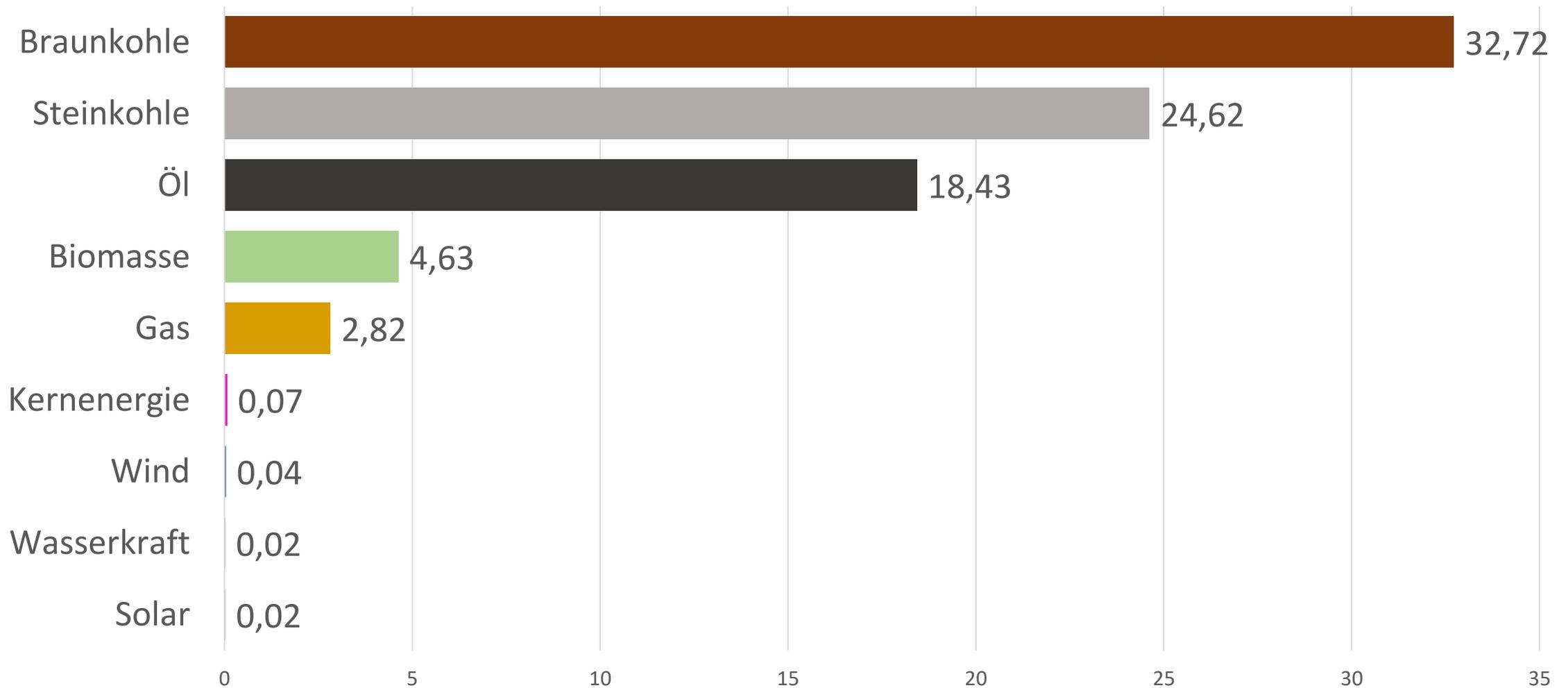
Warum
Atomkraft
dennoch
sinnvoll ist
Klimawandel



Datenquelle: IPCC 2014

Warum der verfrühte Atomausstieg
Menschenleben kostet

Todesrate* je produzierter TWh nach Energiequelle

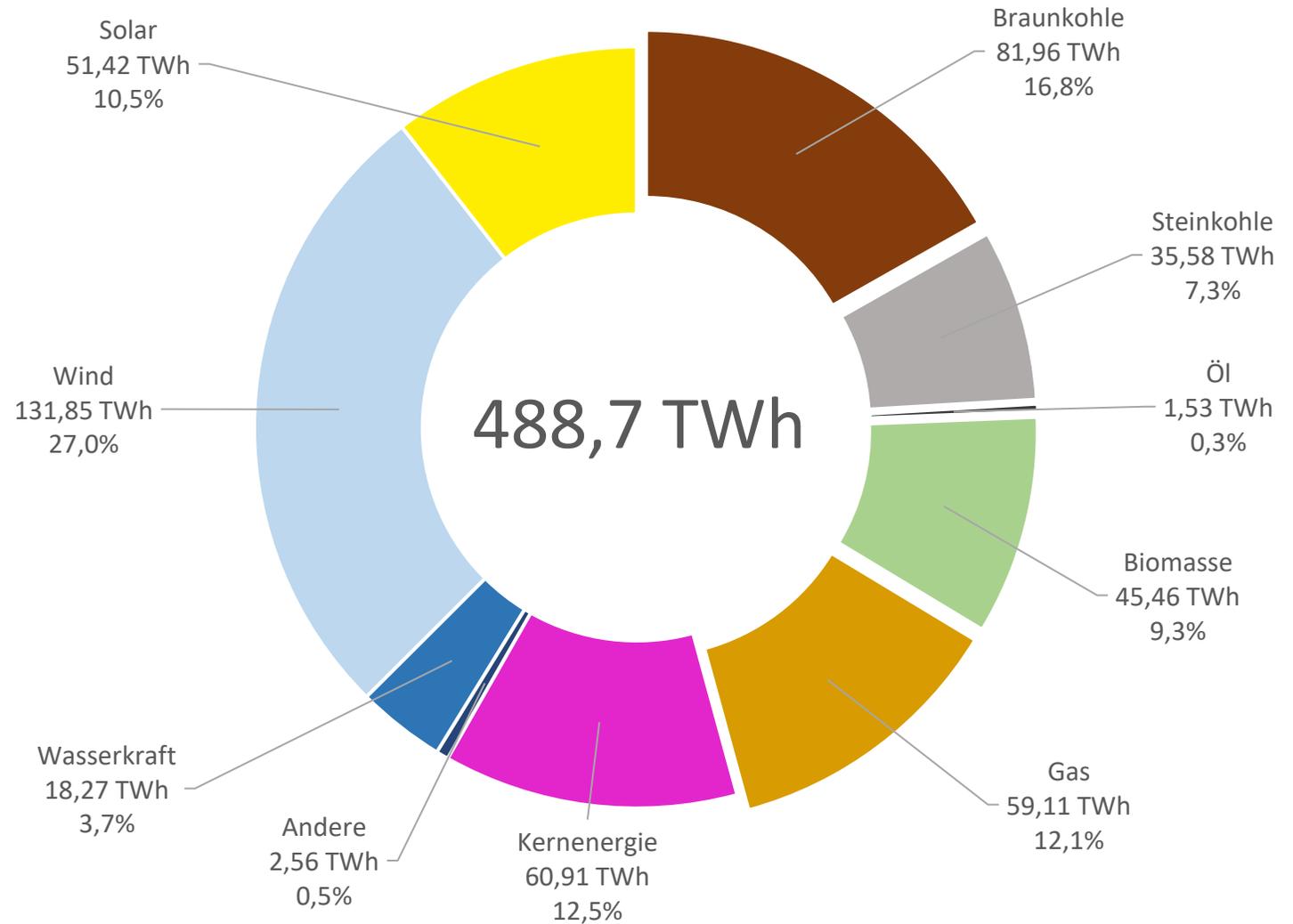


Datenquelle: <https://ourworldindata.org/grapher/death-rates-from-energy-production-per-twh>
Our World in Data ist ein Projekt des Global Change Data Lab, welches in der Universität Oxford sitzt

* Todesursachen: Luftverschmutzung, Treibhausgasemissionen, Unfälle (z. B. beim Abbau oder im Fall von Kernenergie: Atomare Unfälle - Tschernobyl und Fukushima sind mit eingerechnet)

Der Strommix in Deutschland

öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland 2020



Datenquelle: Fraunhofer ISE 2021

Beispiel Dortmund

Stromverbrauch* Dortmund 2018: 40,315 TWh**

davon laut Strommix in Deutschland

- 16,8% Braunkohle (6,77 TWh)
- 7,2% Steinkohle (2,90 TWh)
- 0,3% Öl (0,12 TWh)
- 9,3% Biomasse (3,75 TWh)
- 12,1% Gas (4,88 TWh)

→ 326,42 verfrühte Todesfälle

Mit Kernenergie wären es 1,29 gewesen.

* ausschließlich Strom, Wärme ist nicht mit eingerechnet, d.h. inklusive Wärme wären die Zahlen noch höher

** Datenquelle: https://www.dortmund.de/media/p/immobilienwirtschaft/downloads_immobilienwirtschaft/energieberichte_iw/Energiebericht_2018.pdf

Die Idiotie der deutschen Politik

Moderne Kraftwerke bilden Brücke

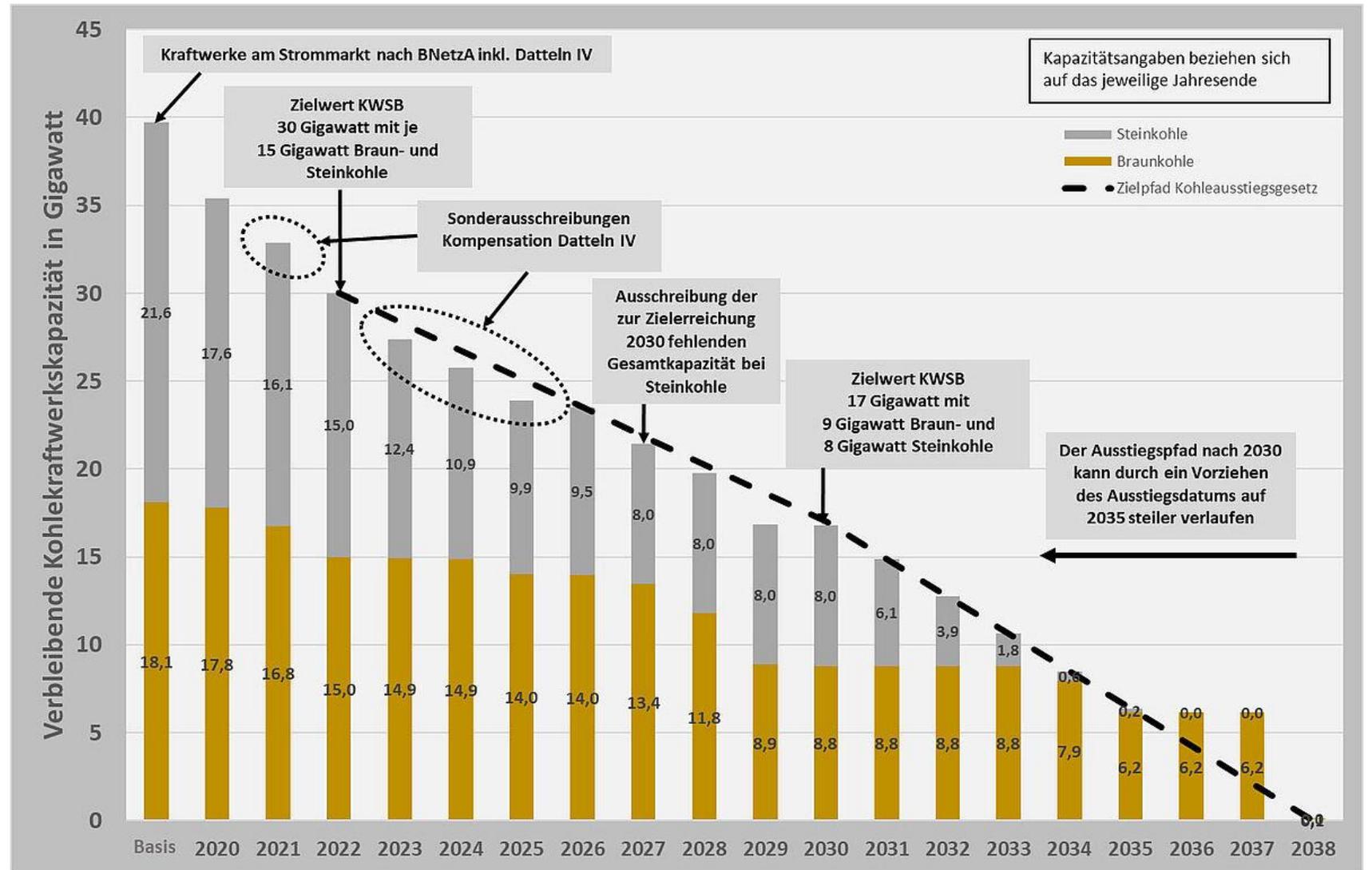
Die konventionelle Stromerzeugung bleibt im deutschen Energiemix mittelfristig unverzichtbar. Denn die Energiewende wollen wir bei zugleich zuverlässiger und bezahlbarer Energieversorgung schaffen. Das ist ein Pfund des Wirtschaftsstandortes Deutschland, was nicht zuletzt auch zur Sicherung unseres Wohlstandes beiträgt.

Stromversorgung gesichert

*Die Produktionskapazitäten der bereits stillgelegten Kernkraftwerke konnten bislang durch bestehende Reserven ersetzt werden. Die verbleibenden Kernkraftwerke werden in den nächsten Jahren nach und nach durch den Zuwachs der erneuerbaren Energien, **die bereits im Bau befindlichen fossilen Kraftwerke**, Lastmanagement, Stromspeicher und zusätzliche hocheffiziente und flexible **Gaskraftwerke** (Kraft-Wärme-Kopplung, Gas-und-Dampf-Kraftwerke, Gasturbinen) ersetzt.*

Die Idiotie der deutschen Politik

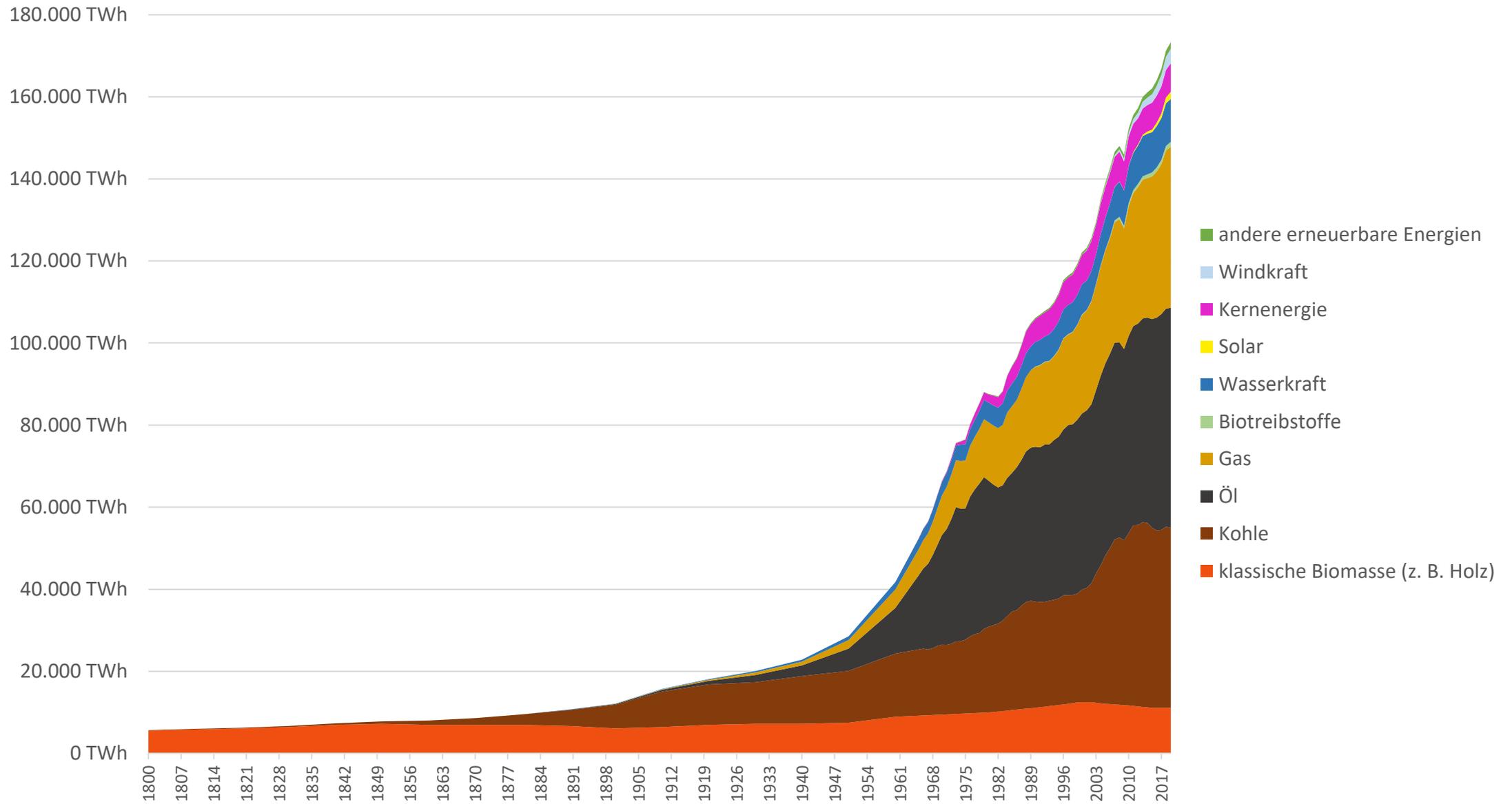
15 Jahre Dreck atmen hat noch niemandem geschadet...



Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Wie sieht es global aus?

globaler Energieverbrauch



Wie sieht es global aus?

Luftverschmutzung in China

Mehr als eine Million Feinstaub-Tote pro Jahr

deutschlandfunk.de

Air pollution is the principal environmental factor driving disease, with around 400 000 premature deaths attributed to ambient air pollution annually in the EU. Poor indoor air quality related to the burning of solid fuels results in nearly 26 000 premature deaths annually across the EEA-39 (1). There is early evidence to suggest that long term exposure to air pollution may increase susceptibility to COVID-19, with further research needed.

European Environment Agency (EEA)

Air pollution kills an estimated seven million people worldwide every year. WHO data shows that 9 out of 10 people breathe air that exceeds WHO guideline limits containing high levels of [pollutants](#), with low- and middle-income countries suffering from the highest exposures. WHO is supporting countries to address air pollution.

WHO

Warum nicht gleich erneuerbare Energien?

Warum nicht gleich erneuerbare Energien?

Beispiel: Wind

Beispiel: Wind

- ein modernes Windrad erzeugt bis 2-5 MW an Land, bis zu 15 MW Offshore
- Atomreaktor Brokdorf (Abschaltung geplant zum 31.12.2021): 1410 MW
- Kohlekraftwerk Bergkamen: 717 MW

29.715 Windenergieanlagen in Deutschland, Gesamtoutput: 55.772 MW (Stand Juni 2021)
→ durchschnittliche Leistung eines in Deutschland betriebenen Windkrafttrades: 1,88 MW
→ um ein Kraftwerk (Kohle oder nuklear) zu ersetzen, werden hunderte (!) Windräder benötigt

Probleme bei der Umsetzung:

- Aufbau benötigt Zeit
- Kosten
- Flächen müssen gefunden werden
- Genehmigungsverfahren
- Naturschutz (Stichwort: Vögel)
- Geräuschbelastung

Fazit

Was man mitnehmen sollte

1. Kernenergie ist weitaus besser als ihr Ruf. Das Verbrennen fossiler Brennstoffe tötet stetig, unauffällig, aber in riesigen Massen. Kernenergieunfälle sind dagegen Einzelphänomene mit gravierenden und offensichtlichen Folgen und daher öffentlichkeitswirksamer.
2. Kernenergie zugunsten erneuerbarer Energien abzuschaffen ist sinnvoll.
3. Kernenergie zugunsten fossiler Brennstoffe abzuschaffen ist absolut verantwortungslos, befeuert den Klimawandel und kostet Menschenleben.
4. Angesichts des Klimawandels müssen schwere Entscheidungen getroffen werden. Die Risiken der Atomenergie sind verglichen mit den Konsequenzen der Nutzung fossiler Energieträger minimal.
5. Die öffentliche Meinung zur Atomenergie ist zum Großteil negativ, weshalb die Politik fossilen Brennstoffen den Vorzug gibt.