

Atomwaffentechnik und zivil- militärische Verbindungen

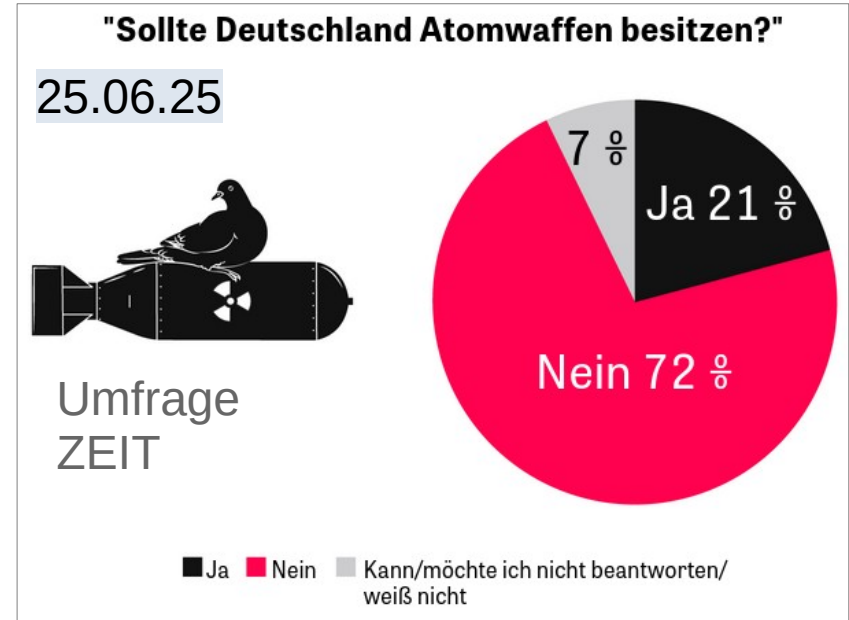
Atommüllkonferenz (18.10.25)

Sophie Kretzschmar

Kernwaffen für Deutschland?



<https://www.oe24.at/welt/deutschland-politik/merz-klare-absage-an-eigene-atomwaffen/626278227>



<https://www.zeit.de/2025/27/atomwaffen-umfrage-nato-aufruestung>

Kernwaffen für Deutschland?

Jens Spahn will, dass Deutschland Atommacht wird

Berlin / Lesedauer: 3 min

29.06.25



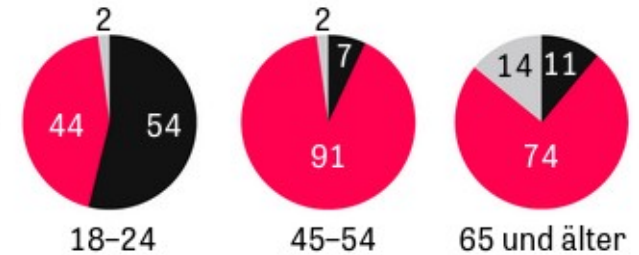
Wir sollten eine Debatte über einen **eigenständigen europäischen nuklearen Schutzschirm** führen." Und dies funktioniere "nur **mit deutscher Führung**".

<https://www.nordkurier.de/politik/jens-spahn-will-dass-deutschland-atommacht-wird-3711678>

25.06.25

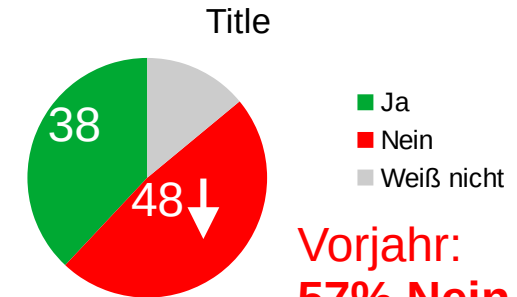
<https://www.zeit.de/2025/27/atomwaffen-umfrage-nato-aufreueung>

Umfrage
ZEIT
Alter in Jahren



12.03.25

Umfrage
t-online



Vorjahr:
57% Nein

https://www.t-online.de/nachrichten/deutschland/innenpolitik/id_100629356/deutsche-atomwaffen-akzeptanz-steigt-laut-exklusiver-umfrage.html

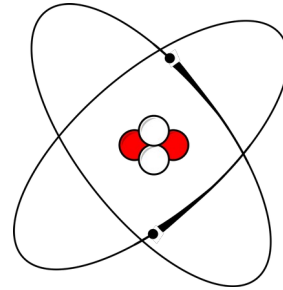
S. Kretzschmar (18.10.25)

Inhalt

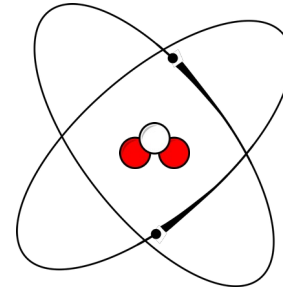
- 1) Wie funktioniert eine Kernwaffe?
- 2) Was braucht man, um eine zu bauen?
Könnte Deutschland morgen eine bauen?
- 3) Wie verheerend wäre der Einsatz taktischer Kernwaffen?

Kernenergie: Grundlagen

- Chemie: Atome
Kernphysik: **Isotope**



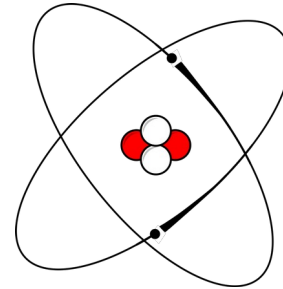
${}^4_2\text{He}$



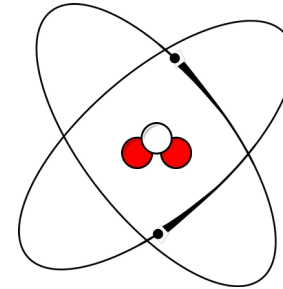
${}^3_2\text{He}$

Kernenergie: Grundlagen

- Chemie: Atome
Kernphysik: **Isotope**



${}^4_2\text{He}$



${}^3_2\text{He}$

Kernspaltung

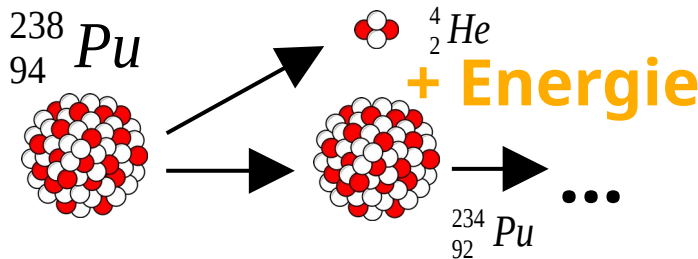
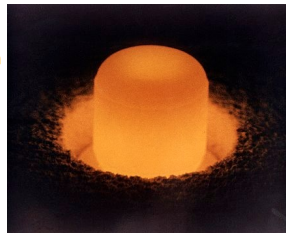


Photo by US DOE /
Public domain



Kernfusion

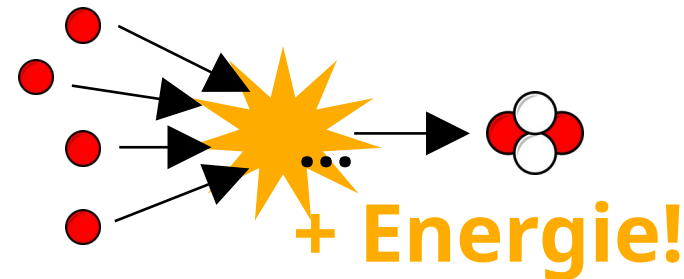
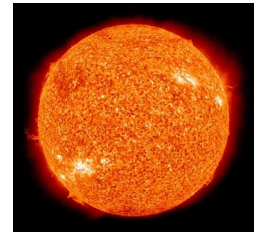
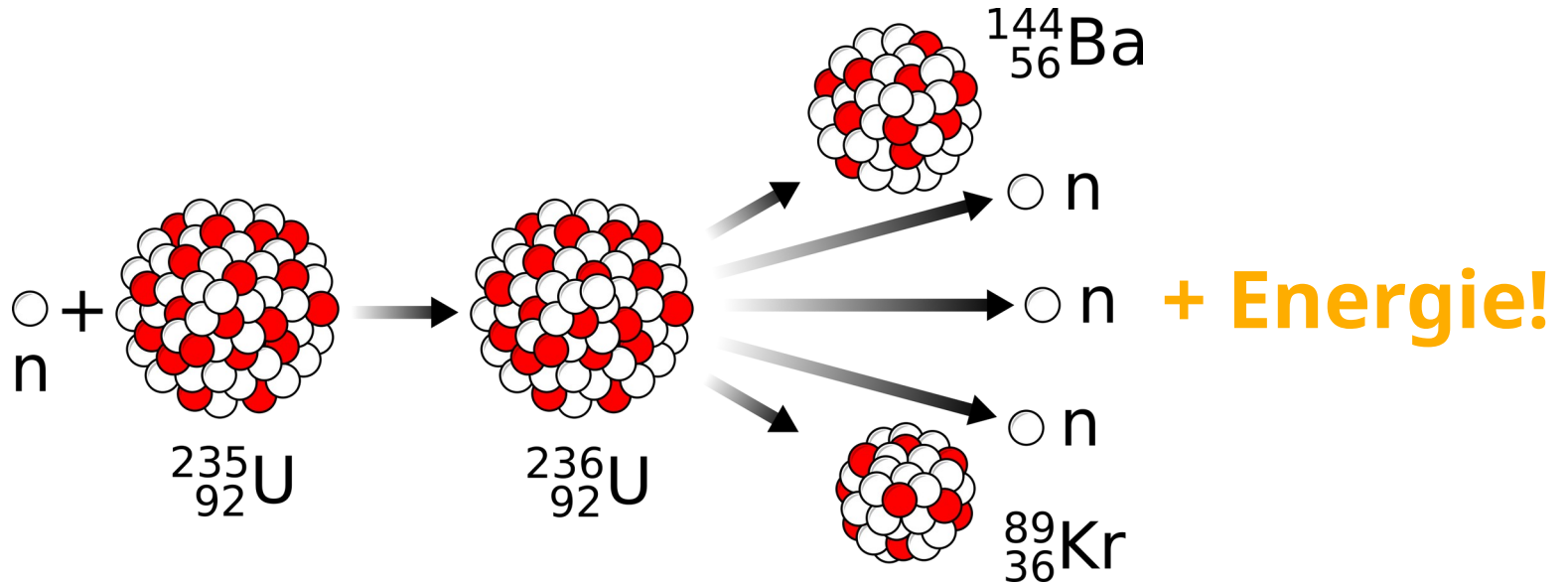


Photo by NASA/SDO
(AIA) / Public domain



Induzierte Kernspaltung

Neutron



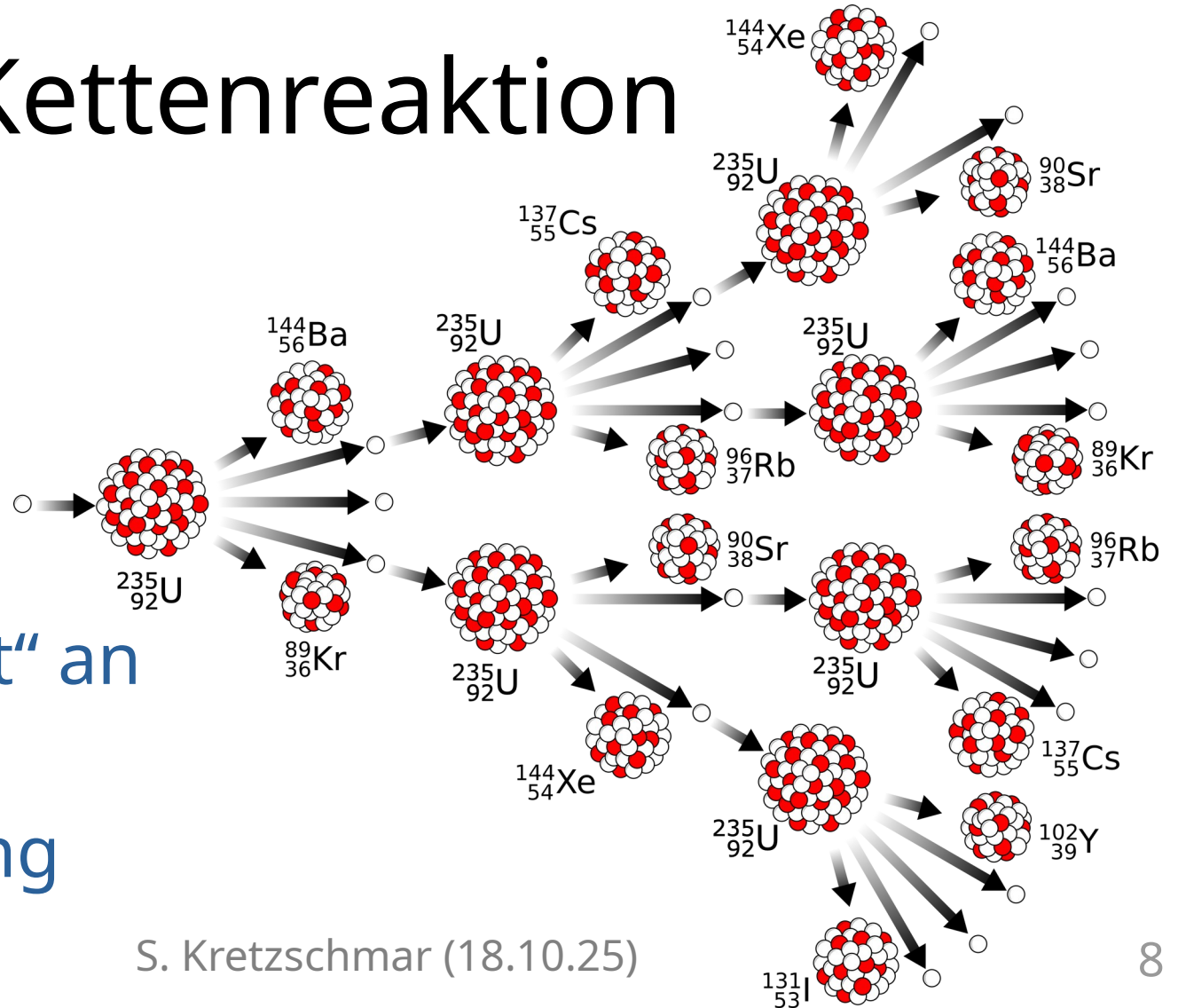
Spaltmaterial:

U-235 oder

Plutonium

Kettenreaktion

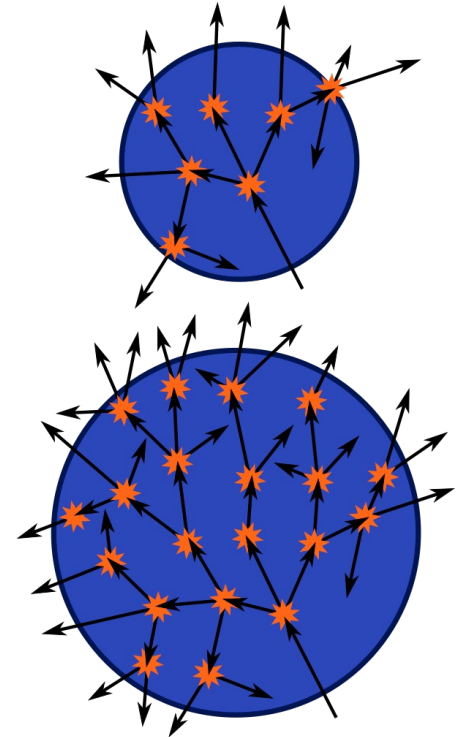
„Schneeballeffekt“ an
Spaltungen &
Energiefreisetzung
→ Explosion



Kritikalität

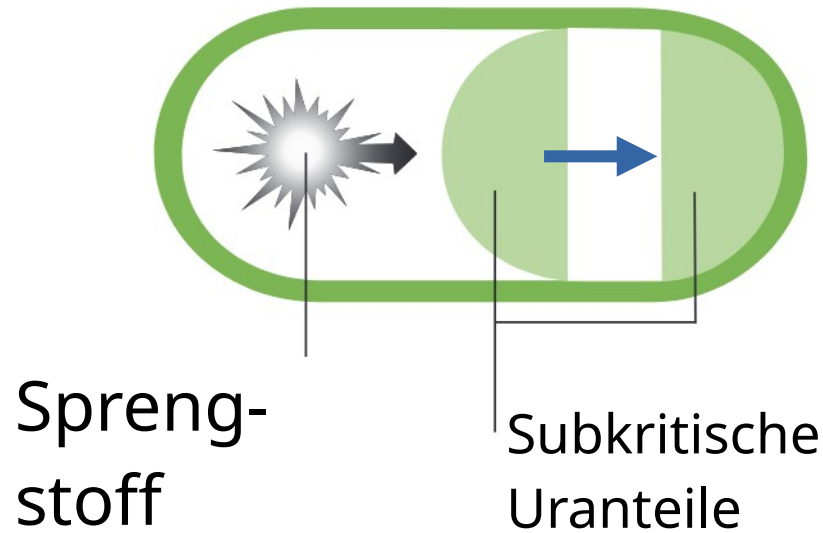
Graphic by Fastfission
edited by SK / public domain

- Spaltmaterialkonfiguration:
 - *Subkritisch*:
Mehr Neutronen verloren als erzeugt
 - *Überkritisch*:
Schneeballeffekt → Explosion
- Zündung:
Schnell überkritischen Zustand einstellen

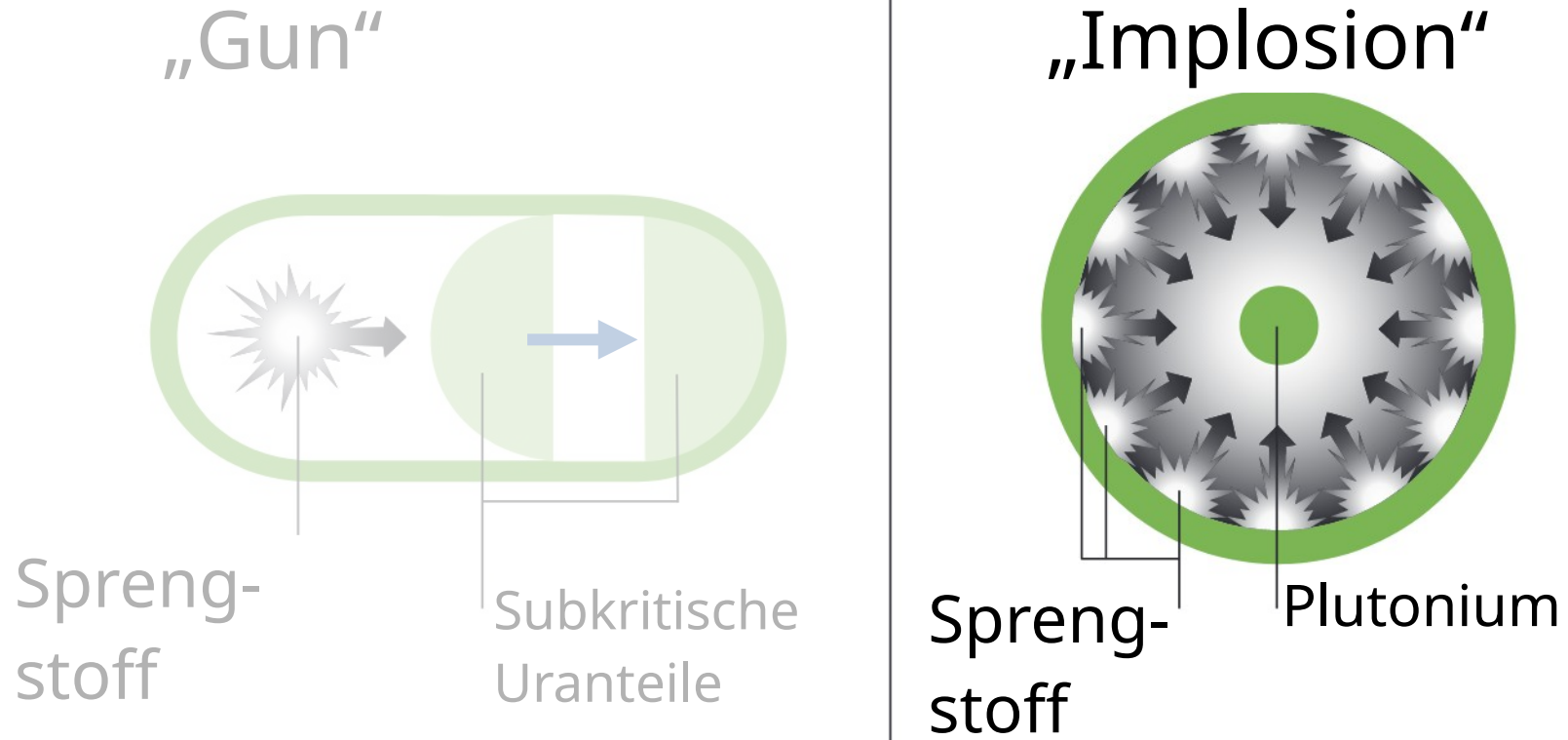


Kernwaffendesigns

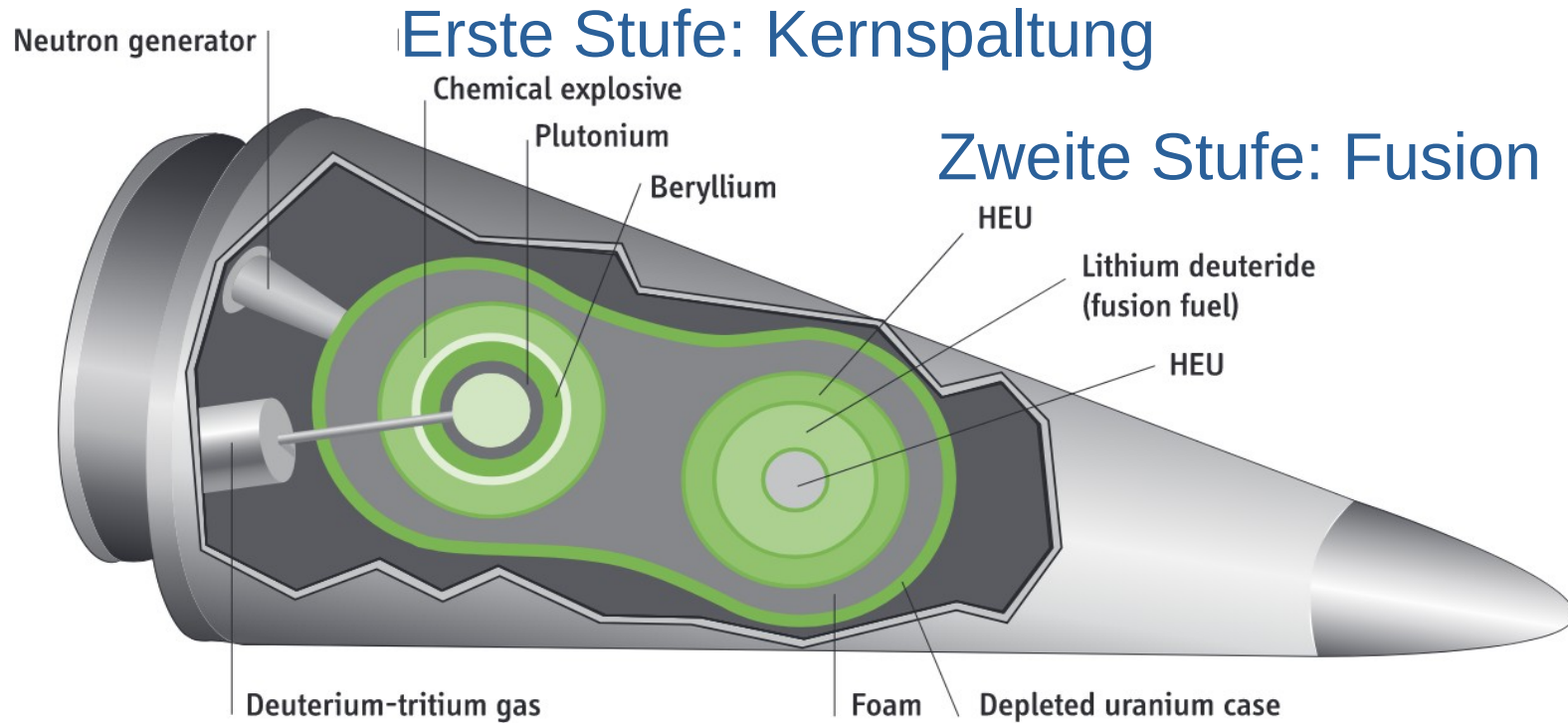
„Gun“



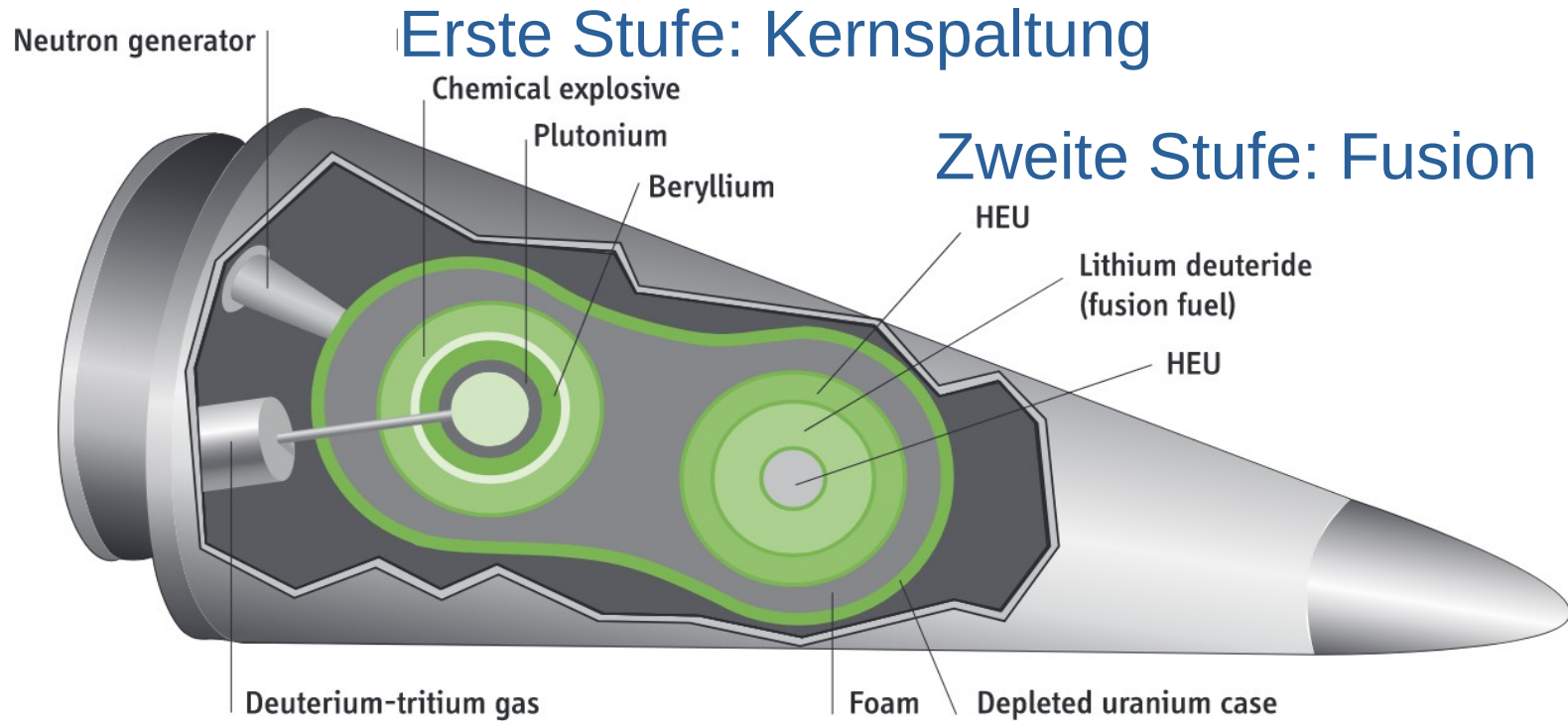
Kernwaffendesigns



Wasserstoffbombe



Wasserstoffbombe



Jedes Design: hoch-angereichertes Uran (HEU) oder Plutonium

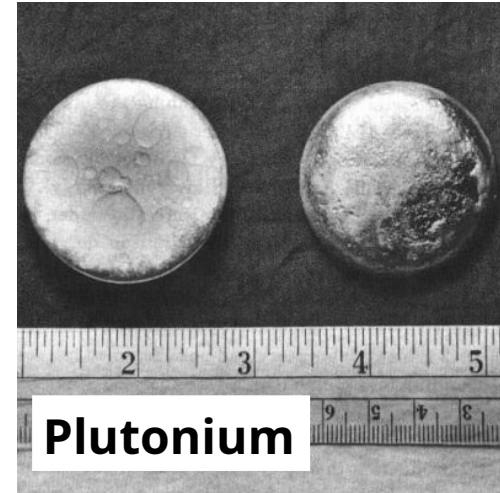
Teil 2: Wie kommt man an das Spaltmaterial?

Spaltmaterial

[Photo](#) by US DOE / public domain



[Photo](#) by US DOE / public domain



Natur-Uran $\xrightarrow{\text{Anreicherung}}$ **Waffenuran
(~90% U-235)**

Uran (U-238) $\xrightarrow{\text{Kern-reaktor}}$ Uran, Plutonium, ... $\xrightarrow{\text{Wieder-aufbereitung}}$ **separiertes Plutonium**

Spaltmaterial

[Photo](#) by US DOE / public domain



Signifikante Menge: 25 kg

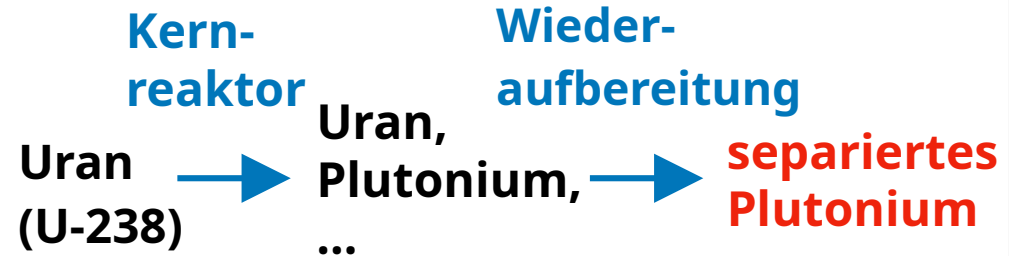
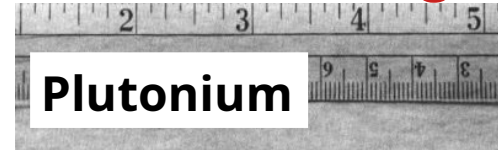
Waffen-Uran



[Photo](#) by US DOE / public domain



Signifikante Menge: 8 kg



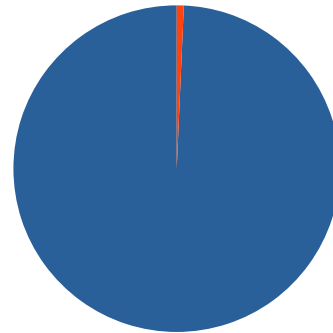
Waffen-Uran



Photo by US Department of Interior / public domain



Natur-Uran:



- U-238 Nicht spaltbar, fängt Neutronen
- U-235 Spaltmaterial

Kernwaffe: ~ 90% U-235 (*angereichert*)

Schwierigkeit: Isotope chemisch gleich!

Waffen-Uran



Konversion:
Uranhexafluorid UF_6



Photo by PD-USGOV /
public domain

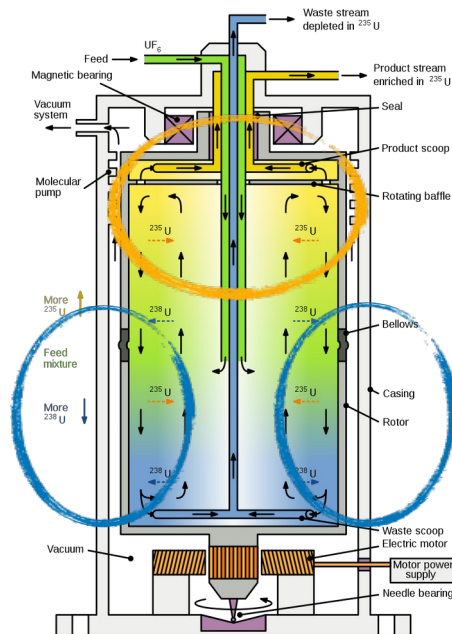
Waffen-Uran



Konversion:
Uranhexafluorid UF_6



Photo by PD-USGOV / public domain



~ mehr
U-235

~ weniger
U-235

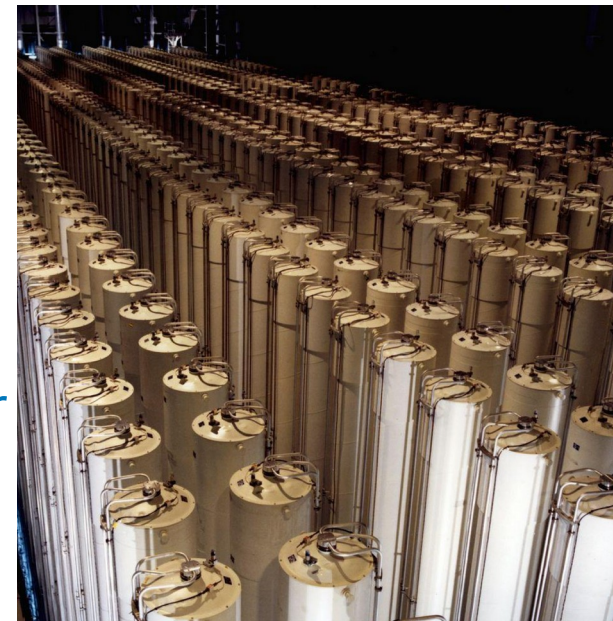


Photo by US DOE / public domain

Graphic by [Inductiveload](#) / public domain

S. Kretzschmar (18.10.25)

Plutonium

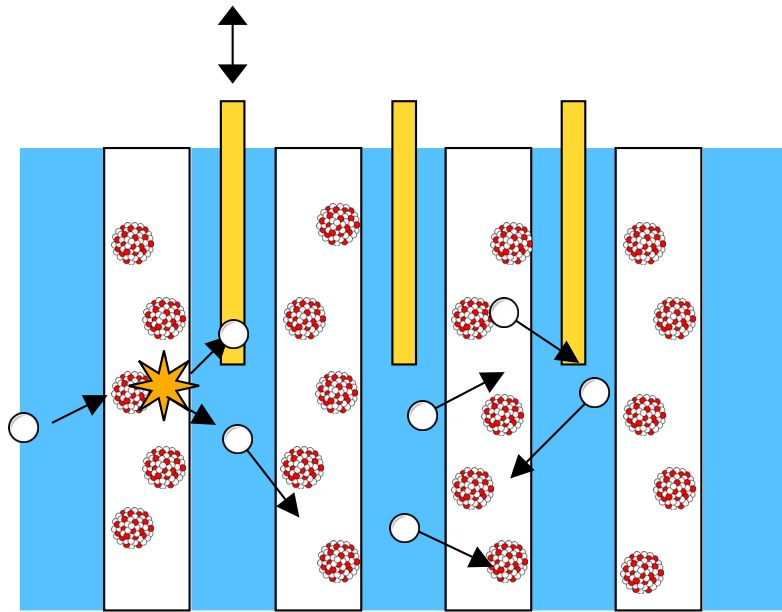
Uran
(U-238)

Kernreaktor
→

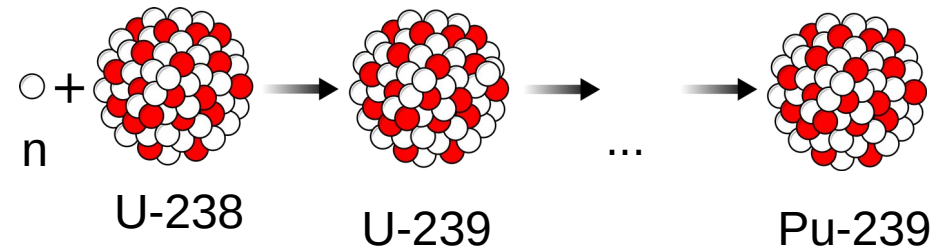
Uran,
Plutonium,
...

Wiederaufbereitung
→

separiertes
Plutonium



- Kernspaltung (spaltbares U-235)
- Neutroneneinfang (U-238)



→ **Bestrahltes Brennelement:**
96% Uran, **1% Plutonium**, 3% Spaltprodukte

Plutonium

Uran
(U-238)

Kernreaktor
→

Uran,
Plutonium,
...

Wiederaufbereitung
→

separiertes
Plutonium

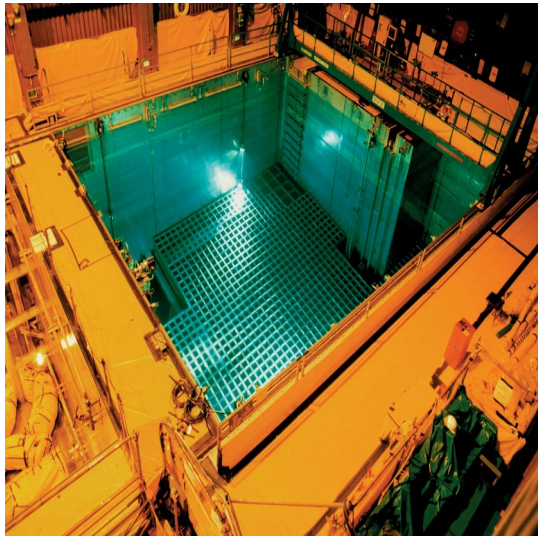


Photo by NRCgov / CC-BY 2.0

Abgebrannter Brennstab



Abklingen/Abkühlen



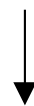
Zerkleinern, Auflösen



PUREX-Verfahren



Uran
(96%)



Plutonium
(1%)



Restliche
Spaltprodukte
(3%)



Photo by Argonne
National Laboratory

Teil 2B: Wie^{1,2} könnte Deutschland eine Atomwaffe bauen?

¹ Falls sich Deutschland **offiziell** dazu entschließt (nicht im Geheimen)

² **Kleine Anzahl** Kernwaffen, **simples** Design

Kernwaffenbau

- **Größte Hürde: Spaltmaterial beschaffen** (bzw. Anlagen dafür bauen)

- **Sprengkopfherstellung:**
 - Metallurgie (Sprengkopfteile fertigen)
 - mit nicht-nuklearen Komponenten zusammenbauen

Kernwaffenbau

- **Größte Hürde: Spaltmaterial beschaffen** (bzw. Anlagen dafür bauen)



(1) Pu aus Atommüll, (2) HEU in Gronau herstellen,
(3) HEU aus Forschungsreaktor-Brennstäben

- **Sprengkopfherstellung:**

- Metallurgie (Sprengkopfteile fertigen)
- mit nicht-nuklearen Komponenten zusammenbauen



Benötigte Zeit: eigene grobe Abschätzung
+ *conversion time* von IAEA's Safeguards Glossar

<https://www.iaea.org/publications/15176/iaea-safeguards-glossary>

Kernwaffenbau

- **Größte Hürde: Spaltmaterial beschaffen** (bzw. Anlagen dafür bauen)



(1) Pu aus Atommüll, (2) HEU in Gronau herstellen,
(3) HEU aus Forschungsreaktor-Brennstäben

- **Sprengkopfherstellung:**

- Metallurgie (Sprengkopfteile fertigen)
- mit nicht-nuklearen Komponenten zusammenbauen



Benötigte Zeit: eigene grobe Abschätzung
+ *conversion time* von IAEA's Safeguards Glossar

<https://www.iaea.org/publications/15176/iaea-safeguards-glossary>

Annahme: nicht-nukleare Komponenten getestet/vorhanden



1) Pu aus Atommüll

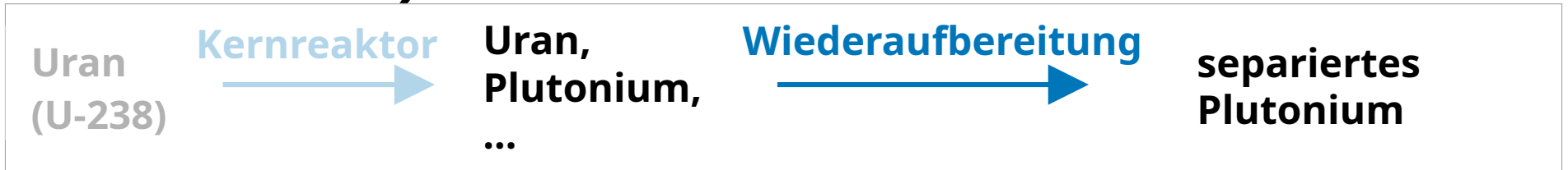


Plutonium:

- 124.6 t „Plutonium, das in abgebrannten Brennelementen aus zivilen Reaktoren enthalten ist“ (IAEA INFCIRC/549/Add.2/28)



1) Pu aus Atommüll



Plutonium:

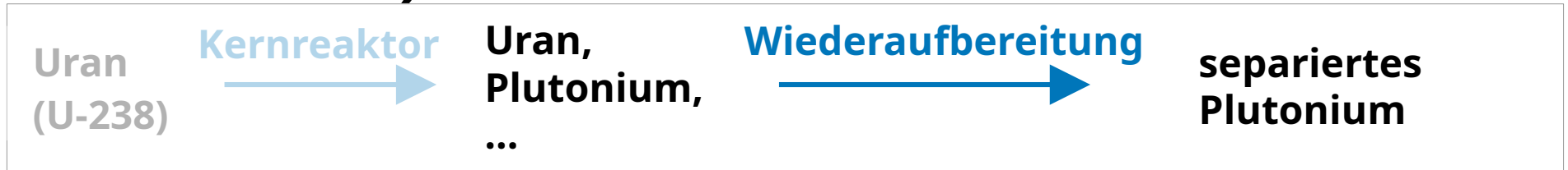
- 124.6 t „Plutonium, das in abgebrannten Brennelementen aus zivilen Reaktoren enthalten ist“ (IAEA INFCIRC/549/Add.2/28)

Wiederaufbereitung:

- Keine Wiederaufbereitungsanlagen (mehr)
- *Jedes Land, das über ausreichende Erfahrung mit komplexen chemischen Prozessen verfügt [...] wäre ohne große Schwierigkeiten in der Lage, eine Pilotanlage [...] zu bauen* (Kokoski, 1995)
- Anlagenbau: **Monate – Jahre (?)**



1) Pu aus Atommüll



Plutonium:

- 124.6 t „Plutonium, das in abgebrannten Brennelementen aus zivilen Reaktoren enthalten ist“ (IAEA INFCIRC/549/Add.2/28)

Wiederaufbereitung:

- Keine Wiederaufbereitungsanlagen (mehr)
- *Jedes Land, das über ausreichende Erfahrung mit komplexen chemischen Prozessen verfügt [...] wäre ohne große Schwierigkeiten in der Lage, eine Pilotanlage [...] zu bauen* (Kokoski, 1995)
- Anlagenbau: **Monate – Jahre (?)**

Herstellung Kernwaffenkomponenten aus bestrahlten Brennelementen:
~ **1-3 Monate** (Tab.2, IAEA Safeguards Glossary)



2) Uran anreichern



Anreicherungsanlage Gronau

- 3500t SWU/year (~ 100x Kapazität vom Iran)
- Gelagertes UF_6 (Lagerkapazität: 10k t UF_6)
→ O(10t) HEU pro Jahr, O(10kg) pro Tag
(nach Umstellungszeit) ~ **Tage**

Photo by UAA Nee | CC BY-SA 2.0



Herstellung Kernwaffenkomponenten aus HEU in Mischung:

~ **1-3 Wochen** (Tab.2, IAEA Safeguards Glossary)

Dekonversion: Lingen (?)



3) HEU aus FR-Brennstoff



A) Forschungsreaktor FRM-II bei Garching

Brennelement: U_3Si_2 (~ 8kg 93% U-235).

→ Uran chemisch abtrennen

Herstellung Kernwaffenkomponenten aus HEU in Mischung:

~ **Woche**



Photo by M Schmalfuß
| CC BY-SA 3.0 de



3) HEU aus FR-Brennstoff



A) Forschungsreaktor FRM-II bei Garching

Brennelement: U_3Si_2 (~ 8kg 93% U-235)

→ Uran chemisch abtrennen

Herstellung Kernwaffenkomponenten aus HEU in Mischung:

~ Woche

B) Bestrahlte Brennelemente von Forschungsreaktoren

Abgebrannte Brennelemente: 88% U-235

→ Uran chemisch abtrennen

Herstellung Kernwaffenkomponenten aus HEU in Mischung:

~ Wochen - Monate



Photo by M Schmalfuß
| CC BY-SA 3.0 de

R. Grossi (DG IAEAO)

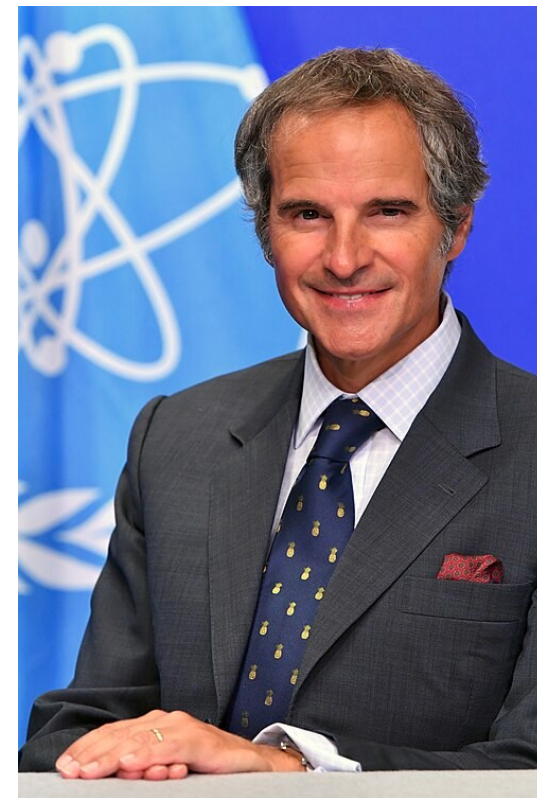
09.07.25



*Wenn Deutschland eine solche Entscheidung treffen würde, **wie lange würde es dauern, eine Atombombe zu bauen?***

Sehr wenig. Vielleicht wäre es eine **Frage von Monaten**. Deutschland verfügt über das **nötige nukleare Material** und **weiß, wie es geht**. Es **verfügt über die gesamte Technologie**.

Doch das sind rein hypothetische Annahmen. [...] Die europäischen Länder haben klar erklärt, dass sie die **Bestimmungen des NVV** verteidigen werden. [Sie] sind zu dem Schluss gekommen, dass eine Welt, in der jeder Atomwaffen besitzen kann, zur Katastrophe führen würde.



<https://www.rp.pl/polityka/art42671231-czy-grozi-nam-nowy-czarnobyl-dyrektor-maea-uspokaja>

S. Kretzschmar (18.10.25)

Photo by Dean Calma /
IAEA | CC BY 2.0

32

R. Grossi (DG IAEAO)

09.07.25



Irrsinnsdebatte deutsche Atomwaffe...

Auch, wenn es technisch möglich ist:

→ Kosten überwiegen Nutzen, **egal, aus welcher Perspektive**

verteidigen werden. [Sie] sind zu dem Schluss gekommen, dass eine Welt, in der jeder Atomwaffen besitzen kann, zur Katastrophe führen würde.



<https://www.rp.pl/polityka/art42671231-czy-grozi-nam-nowy-czarnobyl-dyrektor-maea-uspokaja>

S. Kretzschmar (18.10.25)

Photo by Dean Calma /
IAEA | CC BY 2.0

Kleine Kernwaffen?

“TNT- Äquivalent”:

1kT = 1 kt TNT = 1000 t TNT

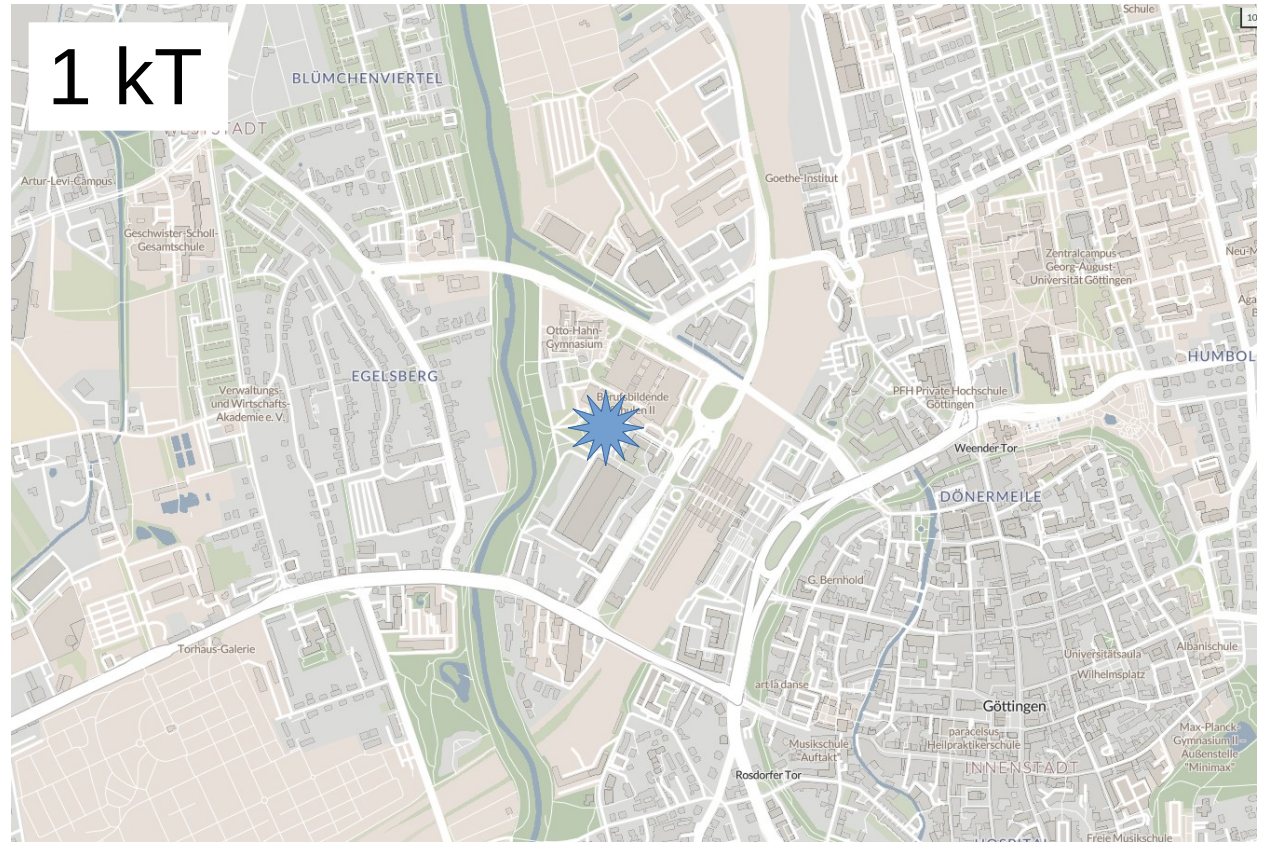
nicht-nuklearer Sprengstoff:

< 0,01 kT (Beirut, 2020: 1kT)

Nagasaki/Hiroshima: ~ 20 kT

B83 (US-Arsenal): 1 300 kT

Tsar-Bombe: 50 000 kT

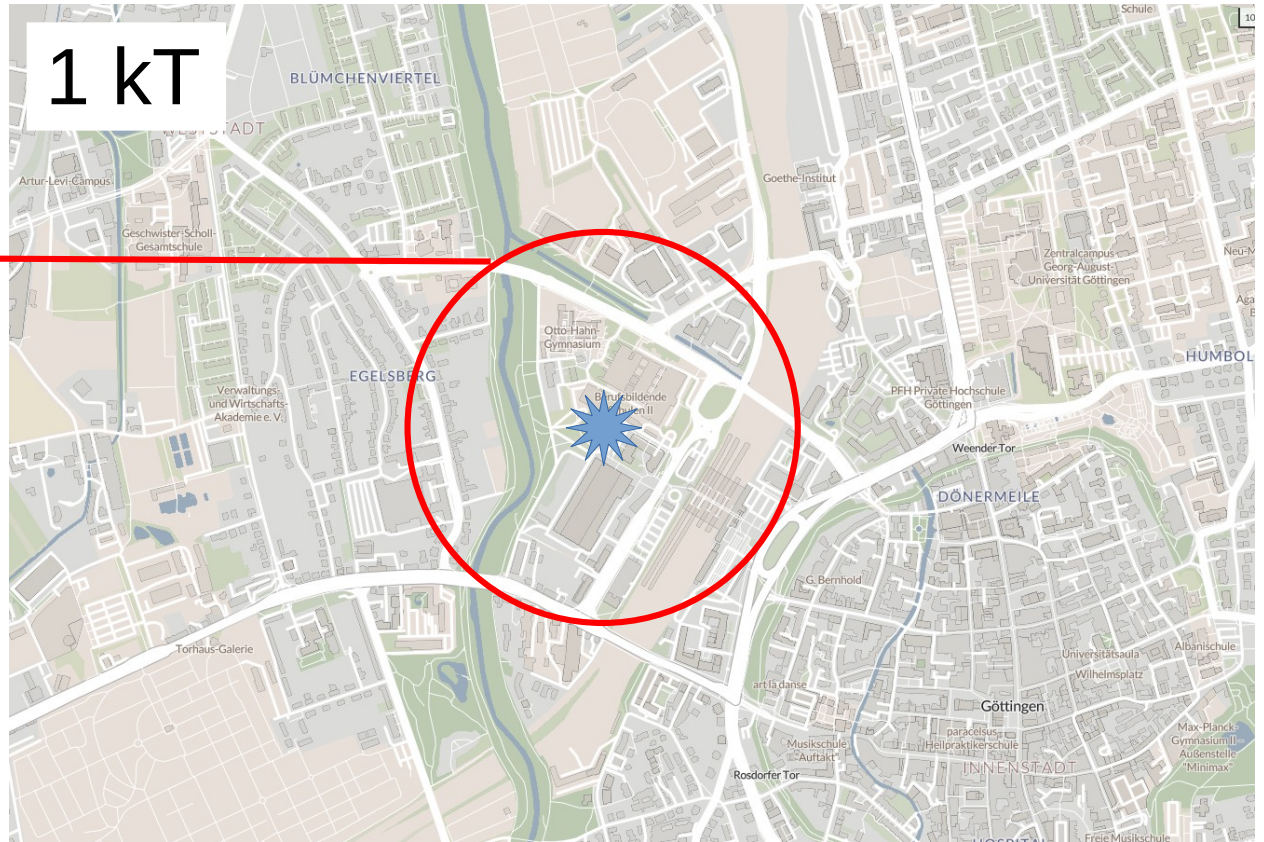


Kleine Kernwaffen?

Druckwelle:

Gebäudeschäden, 98%
sterben durch Druckwelle

1 kT



Kleine Kernwaffen?

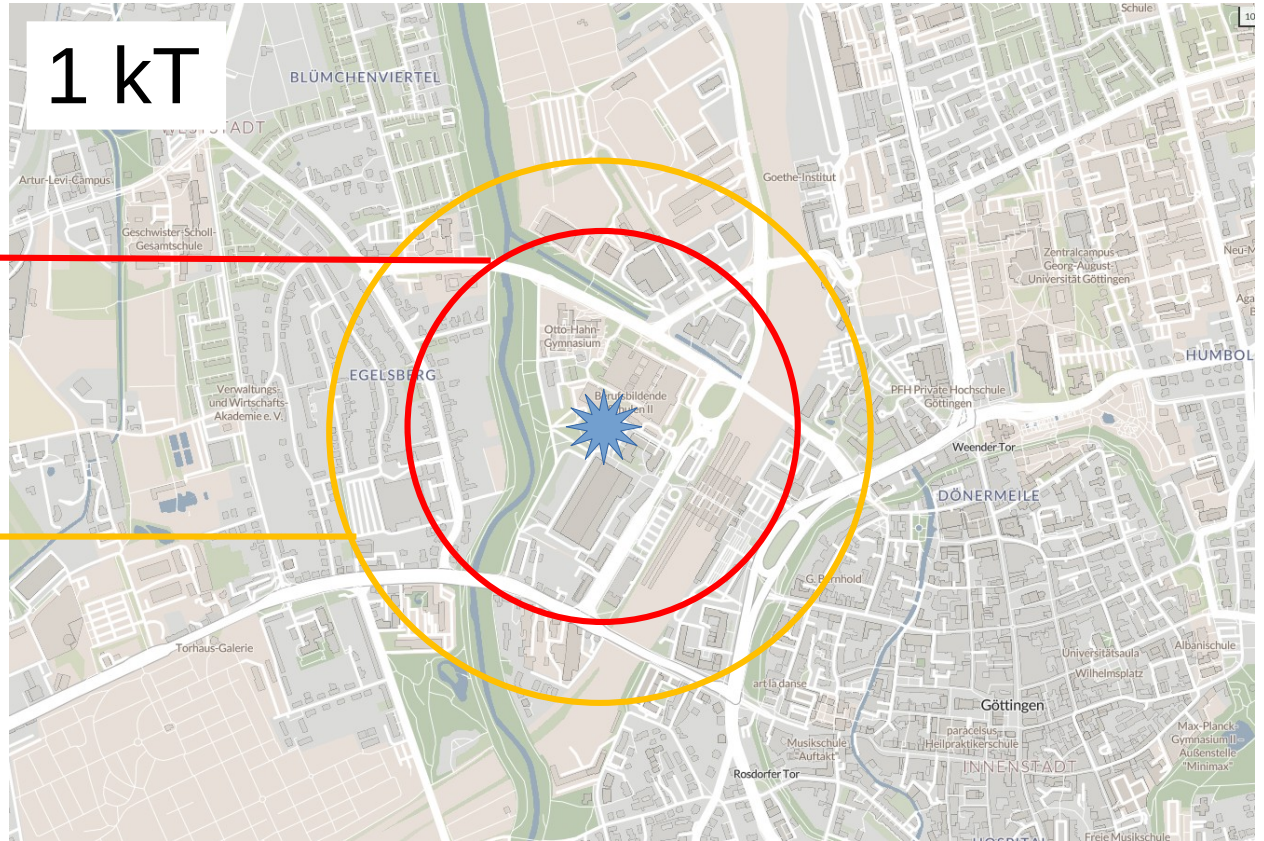
1 kT

Druckwelle:

Gebäudeschäden, 98%
sterben durch Druckwelle

Thermische Strahlung:

Entzündet brennbare
Materialien, große Feuer,
Verbrennungen 3. Grades



Kleine Kernwaffen?

1 kT

Druckwelle:

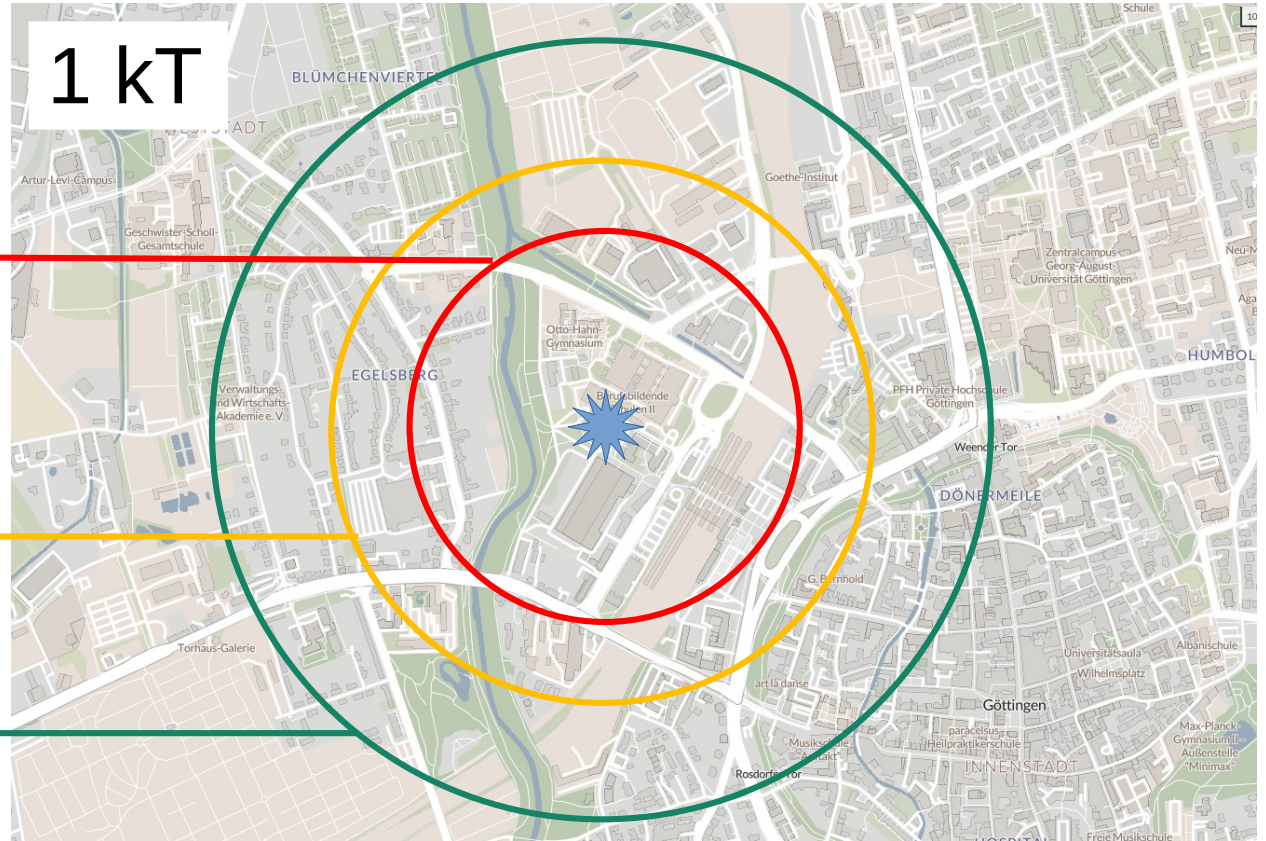
Gebäudeschäden, 98%
sterben durch Druckwelle

Thermische Strahlung:

Entzündet brennbare
Materialien, große Feuer,
Verbrennungen 3. Grades

Ionisierende Strahlung:

Strahlenkrankheit,
50% sterben innerhalb von
30 Tagen



Kleine Kernwaffen?

1 kT

Druckwelle:

Gebäudeschäden, 98% sterben durch Druckwelle

Thermische Strahlung:

Entzündet brennbare Materialien, große Feuer, Verbrennungen 3. Grades

Ionisierende Strahlung:

Strahlenkrankheit, 50% sterben innerhalb von 30 Tagen



Es gibt keine *kleinen* Nuklearwaffen.

Zusammenfassung

- **Kernwaffenexplosion:** Kernspaltungs-Kettenreaktion
- **Bau:** hoch angereichertes Uran oder Plutonium
- **Wie lange** würde Deutschland brauchen?
Grossi: „eine Frage von Monaten“
- **Aber:** Kosten überwiegen (egal welchen) Nutzen

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Kontakt: Sophie Kretzschmar
nvd@k-mar.de

Quellen / Literatur zum Weiterlesen

Literatur

- (EN) **Wie braucht man, um aus verschiedenen Ausgangsmaterialien eine Kernwaffe herzustellen?** TABLE 2, S. 31 in IAEA (2022) IAEA safeguards glossary. 2022 edition. Vienna: International Atomic Energy Agency. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB2003_web.pdf
- (EN) **Kann man Plutonium aus einem kommerziellen Atomkraftwerk für Atomwaffen nutzen?** Jones, G. S. (2019). Reactor-grade plutonium and nuclear weapons: Ending the debate. *The Nonproliferation Review*, 26(1-2), 61-81. <https://doi.org/10.1080/10736700.2019.1603497>
- (EN) **Kann man mittelhoch angereichertes Uran für Atomwaffen nutzen?** Kemp, R. S., Lyman, E. S., Deinert, M. R., Garwin, R. L., & Von Hippel, F. N. (2024). The weapons potential of high-assay low-enriched uranium. *Science*, 384(6700), 1071-1073. <https://doi.org/10.1126/science.ado8693>
- (EN) **Wieviel Plutonium und hoch angereichertes Uran gibt es in Deutschland Ende 2024?** Communication Received from Germany Concerning its Policies Regarding the Management of Plutonium (2025). INFCIRC /549/Add.2 28. <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1998/infcirc549a2-28.pdf>
- (DE) **Was sind Proliferations und Sicherheitsrisiken der Nutzung von hoch angereichertem Uran im FRMII?** Liebert, W. et al. (2017) Gutachterliche Stellungnahme zum Forschungsreaktor München II (FRM-II). Universität für Bodenkultur (BOKU) Wien. https://www.researchgate.net/publication/380847089_Gutachterliche_Stellungnahme_zum_Forschungsreaktor_Munchen_II_FRM-II

Literatur

- (EN) Warum liefert Russland das HEU für den FRM-II? Warum stammt das Uran wohl nicht aus abgerüsteten Kernwaffen?

Glaser, A. and Podvig, P. (2017) Production of new highly enriched uranium in Russia for the FRM-II in Germany, IPFM Blog. https://fissilematerials.org/blog/2017/11/production_of_new_highly_.html

BACKUP

Reaktor-Plutonium

- Waffenfähiges Plutonium: weniger als 7% Pu-240
- Reaktor-Plutonium: mehr als 19% Pu-240 (+ andere Isotope)

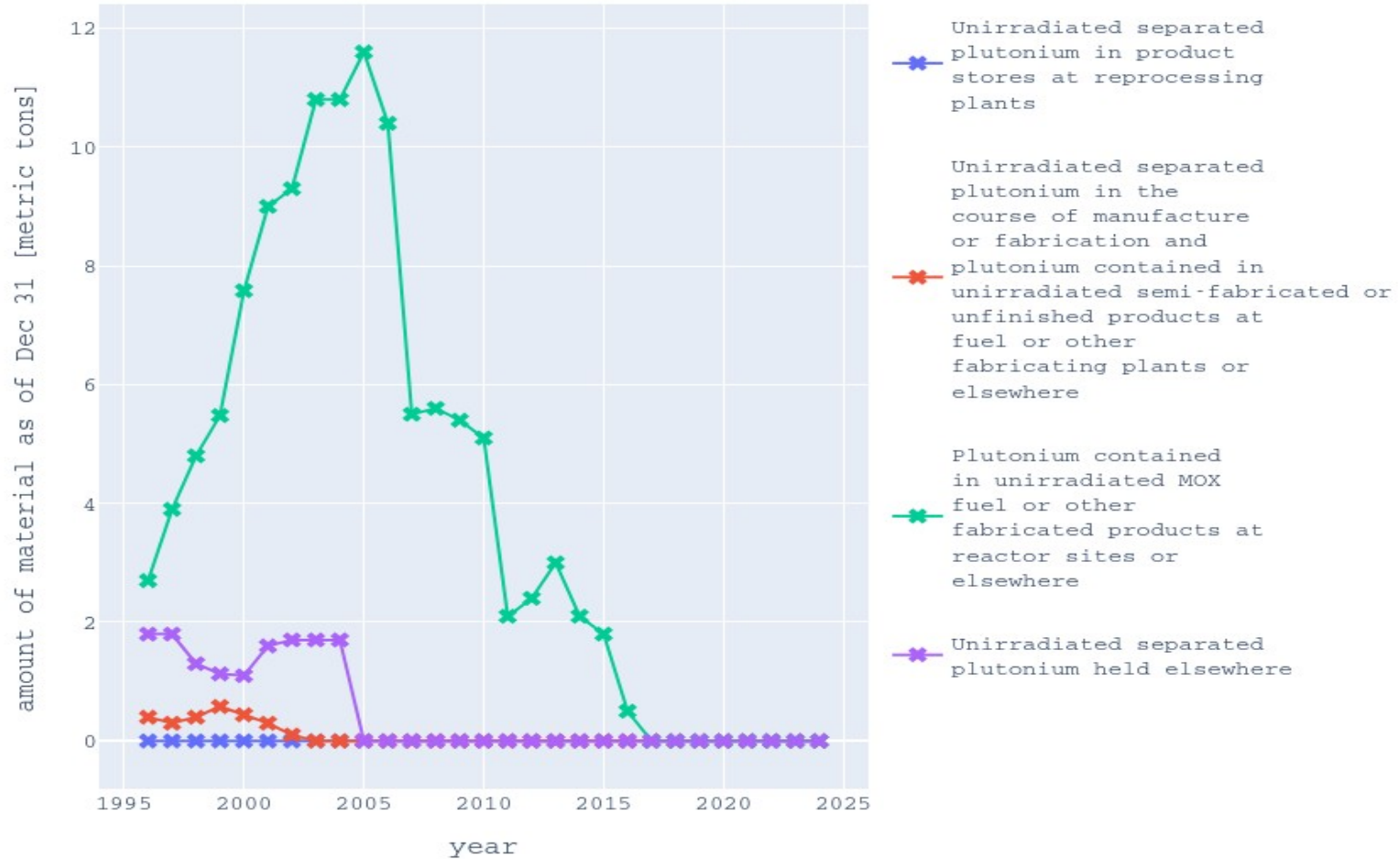
“Reaktor-Plutonium nicht geeignet für Waffen”

z.B. erhöhter Anteil an Pu-240: Hohe spontane Zerfallsrate (inkl. Neutronen)

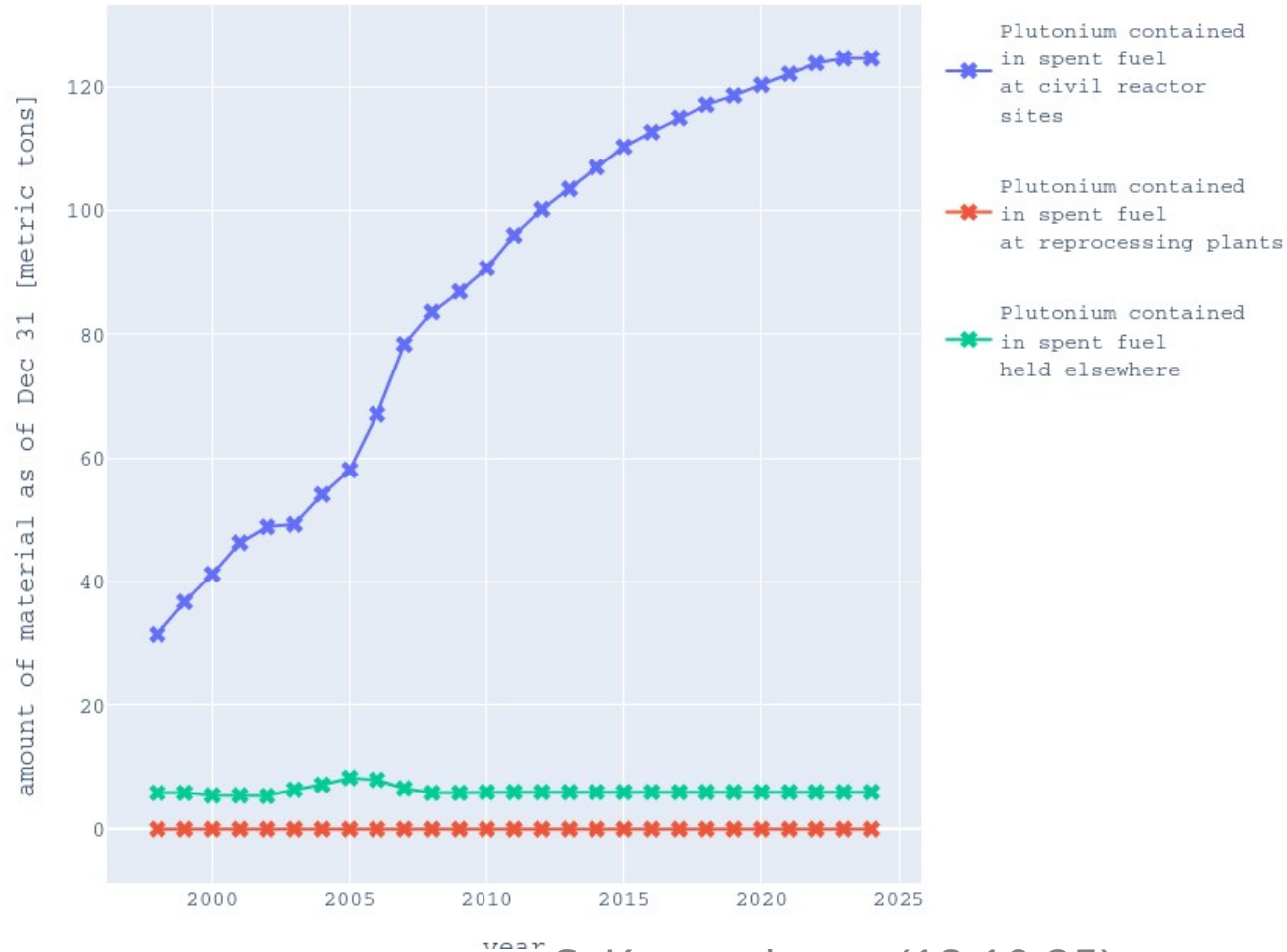
→ Mögliche Frühdetonation Tritium hinzufügen (Boosting)

→ “Plutonium is Plutonium”.

Annex B: Annual Figures for Holdings of Civil Unirradiated Plutonium



Annex C: Estimated Amounts of Plutonium in Spent Civil Reactor Fuel



S. Kretzschmar (18.10.25)

Annex D: Estimated Amounts of Highly Enriched Uranium



S. Kretzschmar (18.10.25)