

Zeitschrift: Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung
SES

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: - (2023)

Heft: 1

Artikel: Unbequeme Fakten zur Atomkraft

Autor: Schneider, Anna / Lüscher, Fabian

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1044171>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

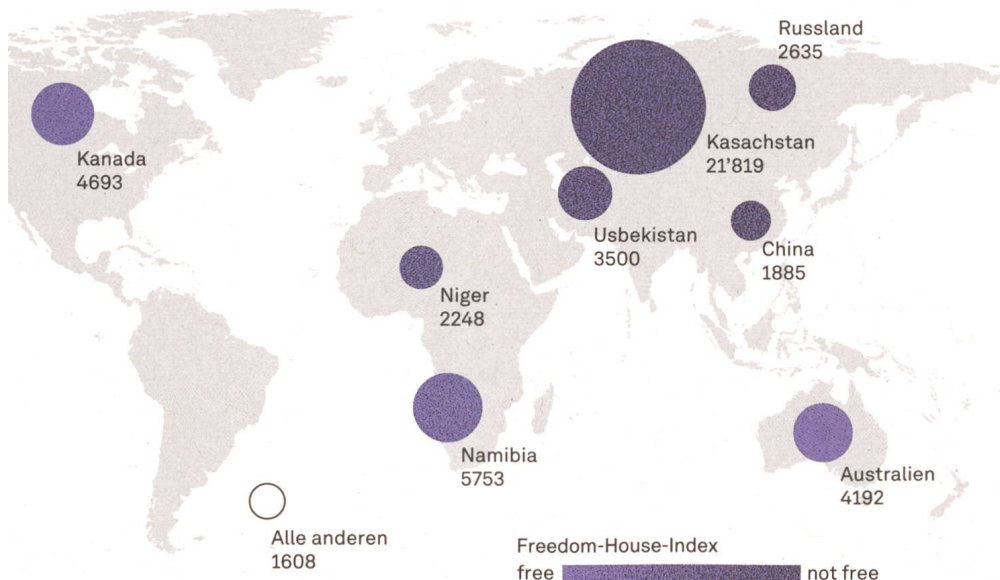
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Unbequeme Fakten zur Atomkraft

Text: Anna Schneider und Fabian Lüscher
Infografik: Hahn+Zimmermann

Uranproduktion

aus Minen im Jahr 2021, in t



Nur eine Handvoll Staaten produzieren Uran. Deutlich mehr als die Hälfte der weltweiten Produktion stammt aus Staaten, die gemäss dem Freedom-House-Index als nicht frei gelten. Der Freedom-House-Index kategorisiert Staaten nach dem Grad ihrer politisch-zivilen Freiheit.

Quellen: Produktionsmenge: www.world-nuclear.org
Freedom-House-Index: www.freedomhouse.org

Beschaffung

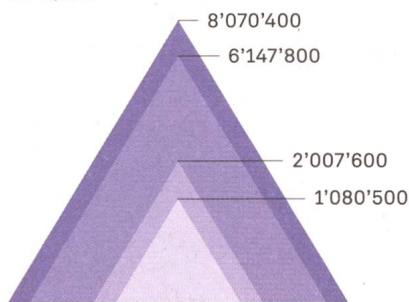
Atomkraftwerke sind auf Brennstoff angewiesen. Bevor das Uran im Kraftwerk landet, durchläuft es mehrere Verarbeitungsschritte, die nur von einzelnen Staaten angeboten werden. Unter dem Strich macht uns der Betrieb von AKW abhängig von einer zweifelhaften Lieferkette eines knappen Rohstoffs.

70%

des Uranvorkommens befindet
sich auf indigenem Land.

Erreichbares Uranvorkommen

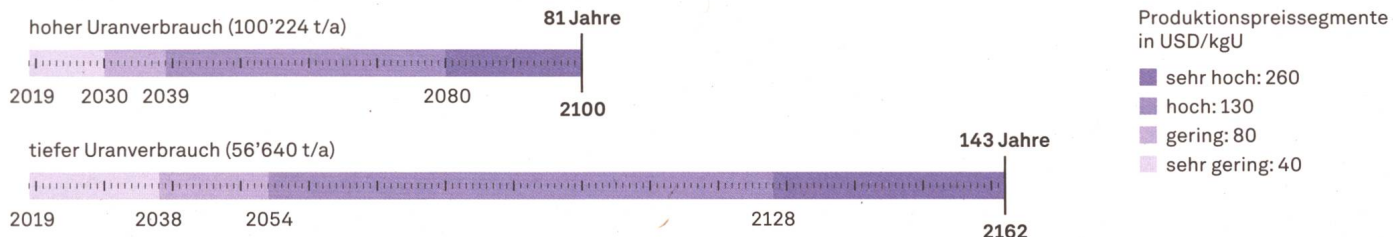
2019, in t



Uran ist ein begrenzter Rohstoff. Die Nutzung leicht erreichbarer Vorkommen ist günstiger, diese Vorkommen sind aber schnell erschöpft. Will man das gesamte erreichbare Uran aus der Erde holen, wird die Produktion aufwendiger und teurer. Zudem ist der Rohstoff umso schneller erschöpft, je mehr AKW betrieben werden. Die beiden Grafiken zeigen, dass die Nutzung von Uran je nach Szenario etwas früher oder etwas später an ihre natürlichen Grenzen stösst. Die Umstellung auf eine nachhaltige Stromerzeugung ohne AKW ist deshalb unumgänglich.

Quelle: IAEA/NEA: Uranium 2020. Resources, Production and Demand

Reichweite

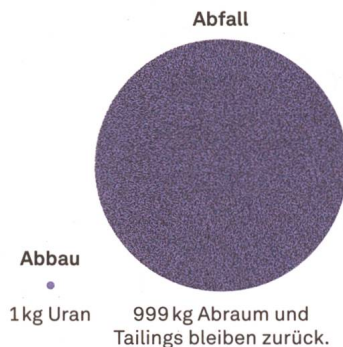


Verschmutzung

Im Uranerz ist Uran in Form von Oxiden enthalten, je nach Standort in unterschiedlicher Konzentration. Noch vor Ort wird das Uranerz mechanisch zerkleinert und gemahlen und das Uran wird chemisch herausgelöst. Bei einer durchschnittlichen Urankonzentration von 0,1 Prozent bleiben für 1 kg Uran also 999 kg Abfall zurück. Riesige, strahlende Abraumphalden und mit radioaktivem Schlamm gefüllte Tailingbecken sind Zeugen der «sauberen» Atomenergie.

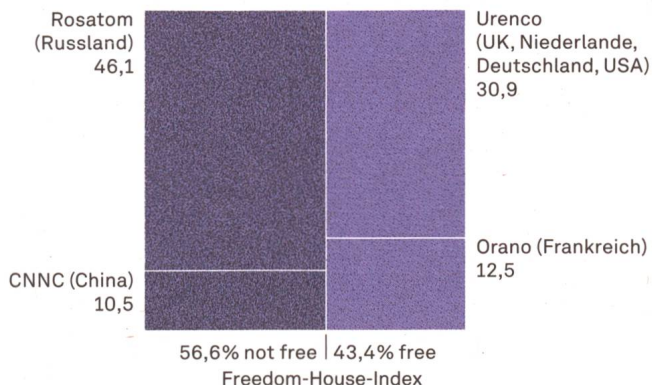
Quelle: Uranatlas 2022. www.bund.net

bei Urankonzentration von 0,1% und konventionellem Abbau



Verarbeitung

Marktanteil der Anreicherung 2020, in %

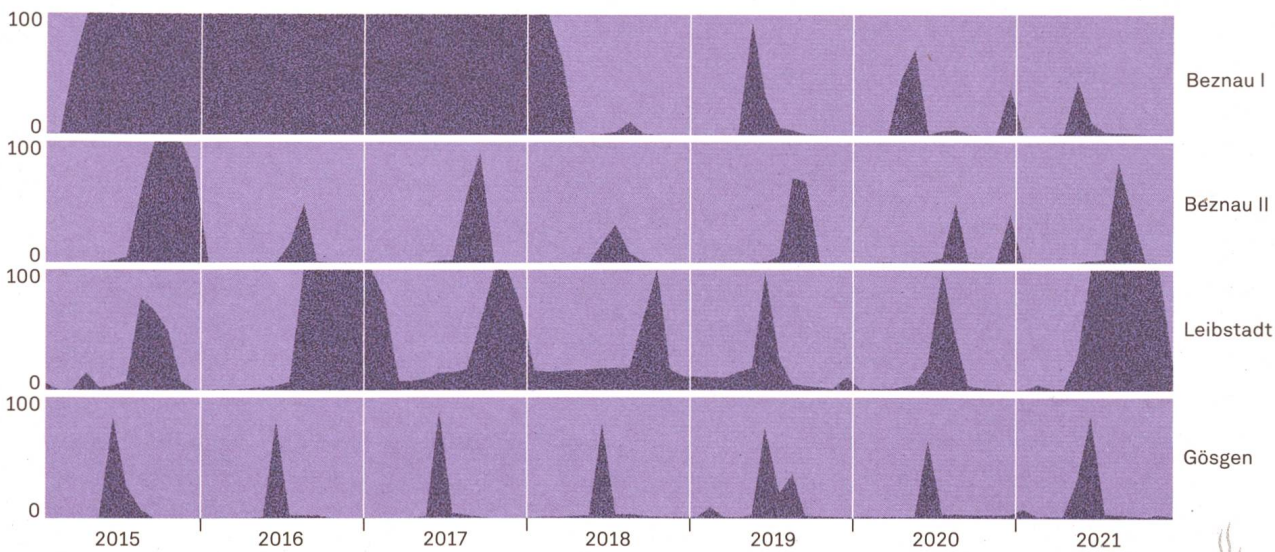


Vor dem Einsatz im AKW durchläuft Uran verschiedene Verarbeitungsschritte. Zunächst wird der Rohstoff in das gasförmige Uranhexafluorid (UF₆) umgewandelt (Aufbereitung). Anschliessend folgt die Anreicherung, wobei der Anteil des Isotops ²³⁵U soweit erhöht wird, dass sich der Brennstoff im Reaktor nutzen lässt. Erst dann können Brennelemente hergestellt werden. Problematisch ist, dass die Aufbereitung und die Anreicherung nur in einigen wenigen Staaten erfolgen. Die Atomindustrie ist schwer abhängig von Russland und China, die den Weltmarkt für die entscheidenden Uran-Verarbeitungsschritte dominieren.

Quellen: Produktionsmenge: www.world-nuclear.org
Freedom-House-Index: www.freedomhouse.org

Versorgungssicherheit

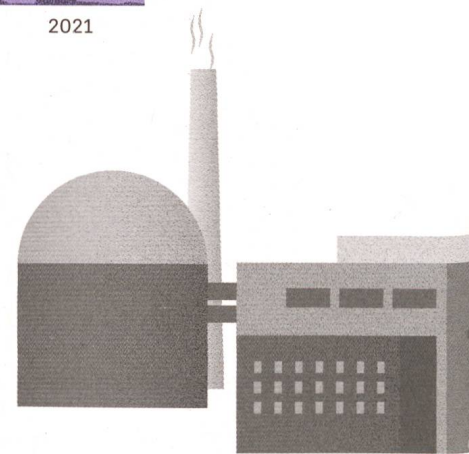
Nichtverfügbarkeit von Schweizer AKW (Energy Unavailability Factor; EUF), in %



Das grösste Risiko für die Versorgungssicherheit sind ungeplante AKW-Ausfälle, wie eine Studie des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung belegt. Atomkraft ist nicht annähernd so verlässlich, wie gerne angenommen wird. Die Grafik zeigt die Nichtverfügbarkeit von Atomstrom der vier Schweizer AKW. Die dunklen Flächen haben es in sich: Abgesehen von den geplanten Revisionsarbeiten im Sommer häufen sich in den letzten Jahren die Ausfälle gerade in den vulnerablen Wintermonaten.

Quelle: IAEA: Operating Experience with Nuclear Power Stations in Member States, 2016–2022

■ in Betrieb
■ Ausfall



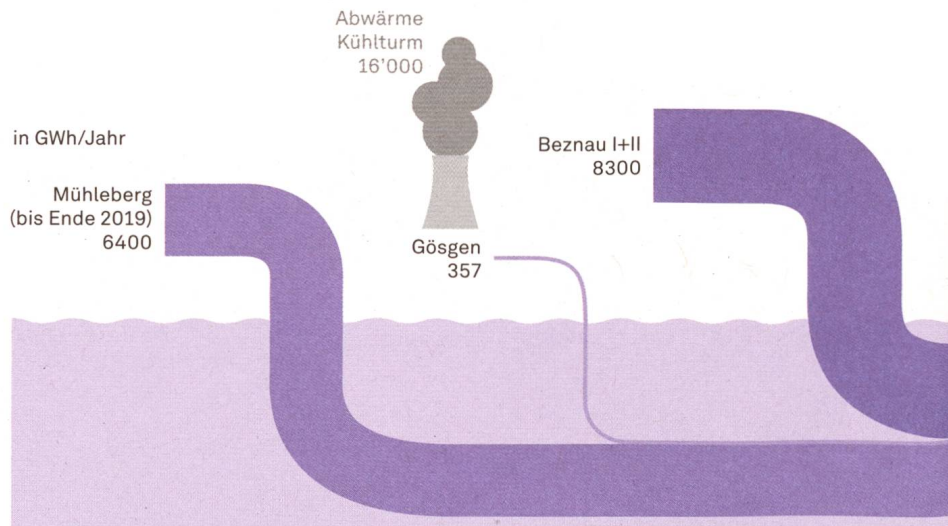
Betrieb

Der Betrieb von Atomkraftwerken ist in vielerlei Hinsicht mit grossen Risiken verbunden. Nicht nur sind Atomunfälle viel häufiger, als gemeinhin angenommen wird, auch reissen ungeplante AKW-Ausfälle ein klaffendes Loch in die Stromversorgung. Welche gravierenden Auswirkungen dies hat, zeigte jüngst der mehrmonatige Stillstand der halben AKW-Flotte Frankreichs, eine der zentralen Ursachen für die angespannte Energiesituation Europas.

Wärmeeinleitung in Gewässer und in die Atmosphäre

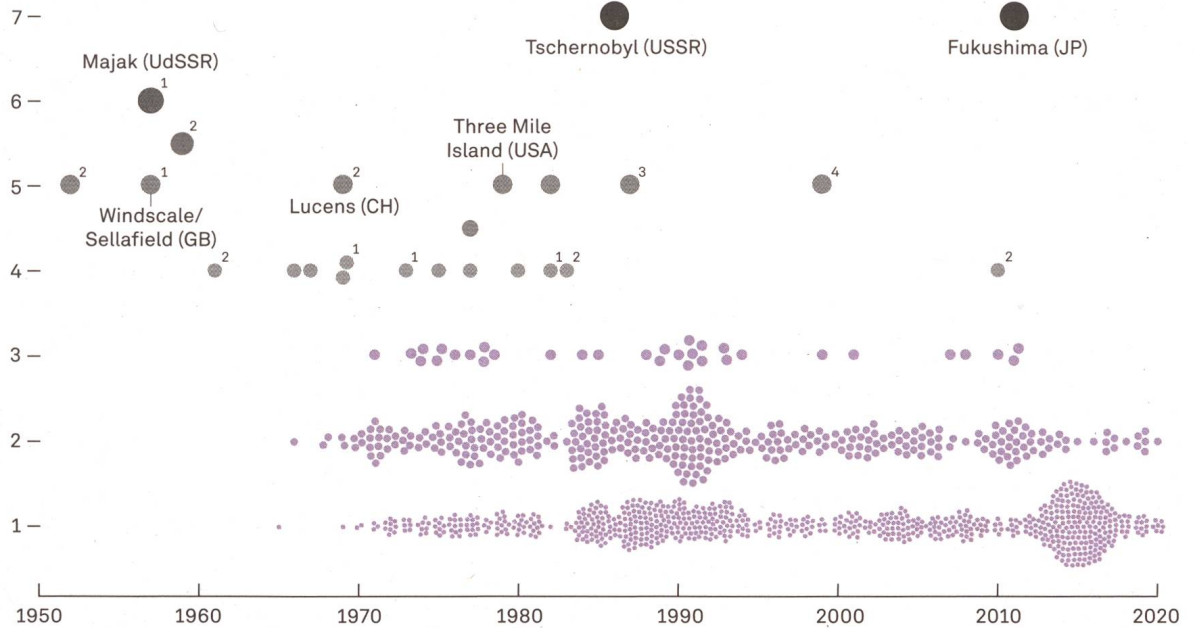
AKW erzeugen Wärme. Nur rund ein Drittel davon kann für die Stromproduktion genutzt werden. Der Rest wird als Abwärme ungenutzt an Gewässer oder in die Atmosphäre abgegeben. Der gewaltige Kühlwasserbedarf und die Erwärmung der Gewässer sind gerade in Zeiten der Klimaerhitzung gewichtige Nachteile dieser Technologie.

Quellen: Betriebsdaten: IAEA Power Reactor Information System
Wärmeeinträge in Gewässer: Klaus Lanz [et al.]: Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft der Schweiz, in: Beiträge zur Hydrologie der Schweiz 43, 2021



Nukleare Unfälle

INES-Skala



Seit Mitte der 1950er-Jahre haben sich mehr als 20 nukleare Unfälle (INES 4 oder höher) ereignet. Das macht im Schnitt rund einen Nuklearunfall alle 3,5 Jahre. Aus der Masse an Stör- und Unfällen ragen die AKW-Kernschmelz-Unfälle von Three Mile Island (1979), Tschernobyl (1986) und Fukushima (2011) heraus. Umgelegt auf die knapp 70-jährige Geschichte der kommerziellen Atomenergienutzung ergibt sich historisch ein Durchschnittswert von einer AKW-Katastrophe alle 23 Jahre.

Quellen: AKW-Störfälle und Unfälle: ETH Zürich: Nuclear Events Database
Weitere schwere Nuklearunfälle: eigene Recherchen

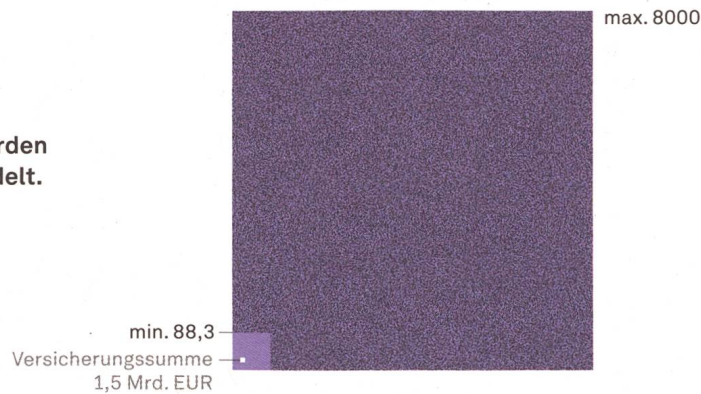
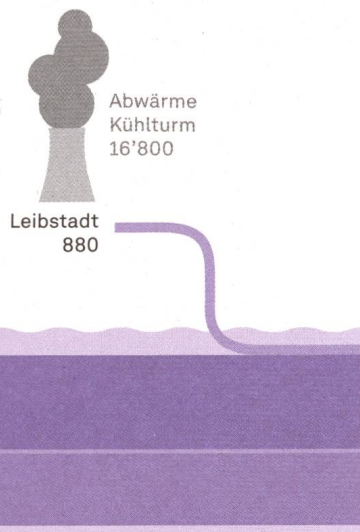
- Unfall
- Störfall
- 1 Wiederaufbereitung und HAA
- 2 Forschung
- 3 Medizin
- 4 Anreicherungsanlage
- Alle Punkte ohne Fussnote sind AKW-Unfälle.

Geschätzte Schadenskosten

bei einem Atomunfall im Vergleich zur versicherten Deckungssumme, in Mrd. EUR

2/3

der erzeugten Wärme werden nicht in Strom umgewandelt.



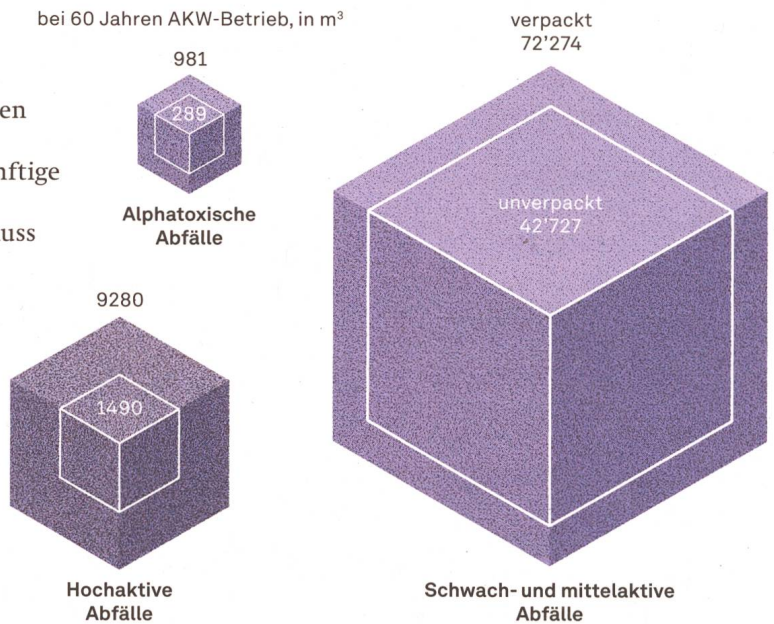
Schwere AKW-Unfälle verursachen astronomische Kosten. In der Schweiz beträgt die versicherte Deckungssumme für AKW-Unfälle 1,5 Mrd. EUR. Die tatsächlichen Kosten eines schweren Unfalls in der Schweiz können nur geschätzt werden. Abhängig davon, ob nur Sach- oder auch Personenschäden und die Zerstörung von Lebensgrundlagen in die Schätzung einfließen, variieren die möglichen Kostenfolgen zwischen 88,3 Mrd. EUR und 8000 Mrd. EUR. Die versicherte Deckungssumme wäre im Ernstfall höchstens ein symbolischer Beitrag.

Quellen: Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates «Haftungsrisiko des Staates bezüglich Atomkraftwerken» von Nationalrat Vischer Daniel vom 13. April 2011, 21. Januar 2015. Kernenergiehaftpflichtverordnung (KHV)

Abfallvolumen

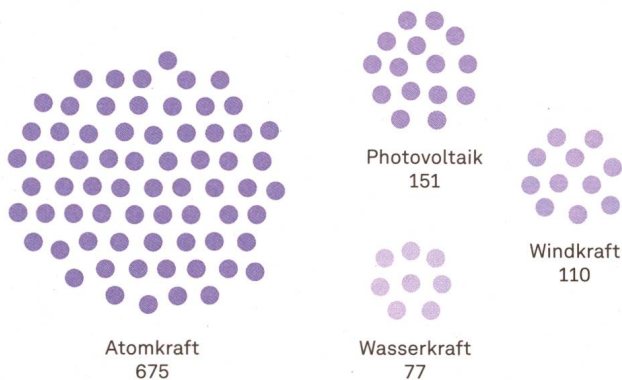
AKW produzieren hochradioaktiven Abfall. Im Vergleich zu den schwach- und mittelaktiven Abfällen ist sein Volumen relativ gering. Allerdings enthält er 99 Prozent der Radiotoxizität aller radioaktiven Abfälle. Für die Umwelt und künftige Generationen besteht das vordringliche Ziel heute darin, die Produktion dieser Abfallkategorie zu beenden. Dafür muss der Ausstieg aus der Atomenergie so schnell wie möglich erfolgen.

Quelle: NAGRA: Entsorgungsprogramm 2021



Umweltbelastung

in UBP pro kWh



Um Umweltfolgen verschiedener Stromtechnologien zu vergleichen, misst das Bundesamt für Bauten und Logistik die Gesamtumweltbelastung pro produzierter Kilowattstunde Strom in sogenannten Umweltbelastungspunkten (UBP). Der Vergleich zeigt deutlich: Gerade wegen des Atom Mülls belastet Atomstrom die Umwelt wesentlich stärker als Strom aus Sonnen-, Wind- oder Wasserkraft.

Quelle: KBOB: Ökobilanzdaten im Baubereich. www.kbob.admin.ch

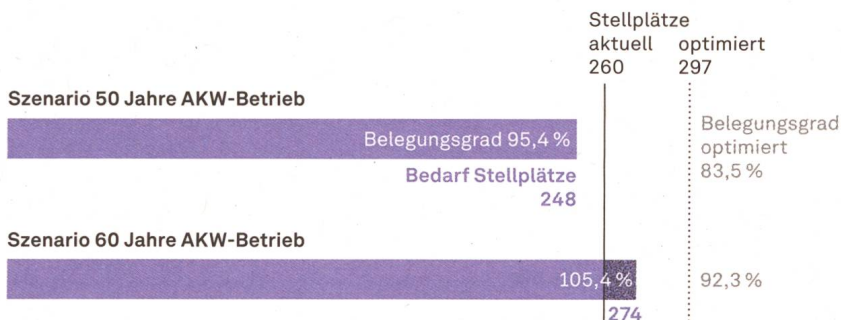


Abfall

Während schwach- und mittelaktive Abfälle auch in Medizin und Forschung anfallen, stellen die hochradioaktiven AKW-Abfälle das entscheidende Problem dar, das unverhältnismässig viele kommende Generationen beschäftigen wird.

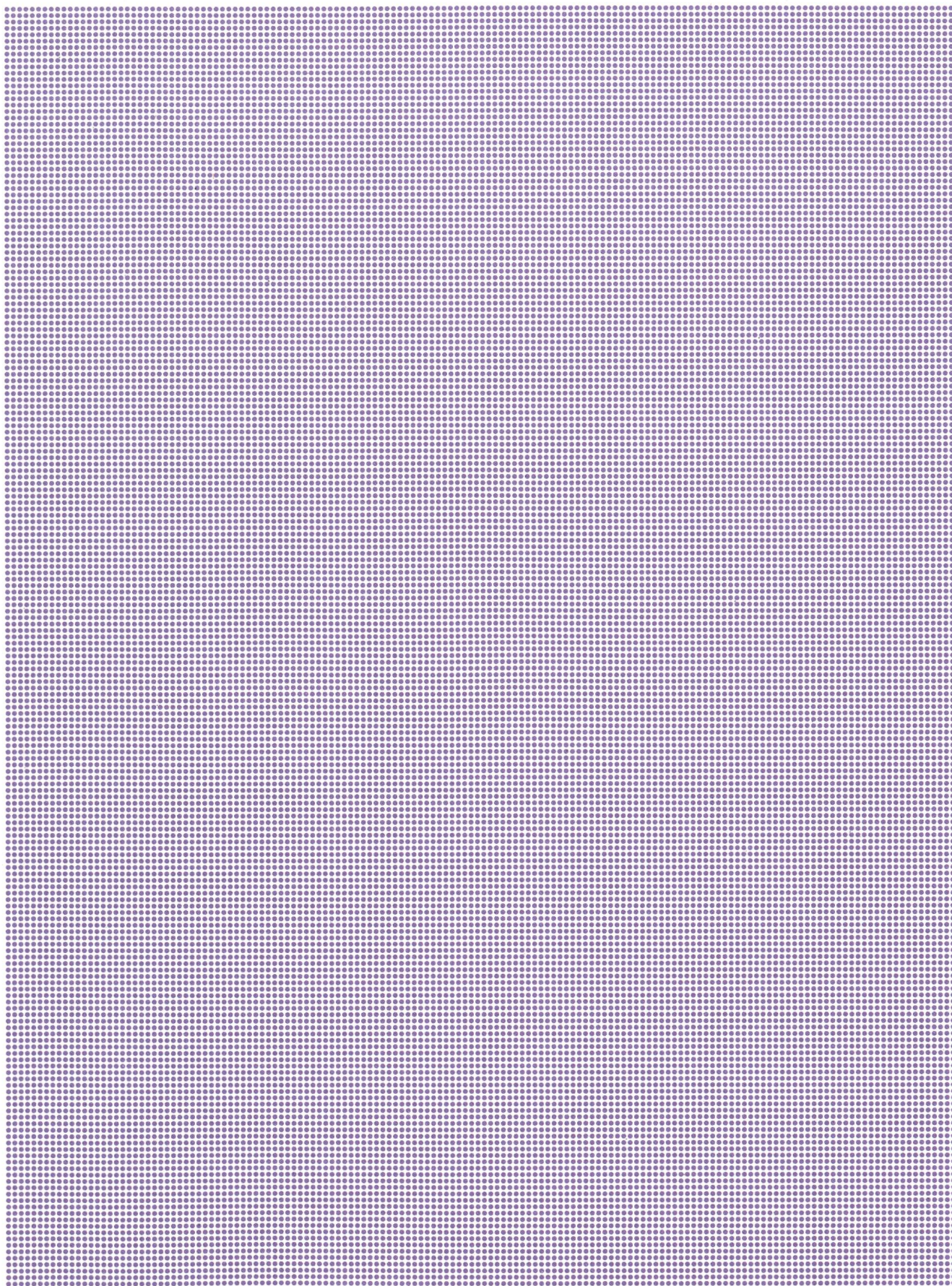
Zwischenlagerkapazität

für hochradioaktive Abfälle
in Anzahl Stellplätzen für Transportlagerbehälter



Die Zwischenlagerung hochradioaktiver Atomabfälle ist ein Risiko für Mensch und Umwelt, aufwendig und in der Schweiz auf die beiden dafür vorgesehenen Anlagen begrenzt. Sollen die bestehenden AKW über eine Laufzeit von 60 Jahren betrieben werden, wird der Platz knapp, die Lagerkapazität muss sogenannten «optimiert» werden.

Quelle: NAGRA: Entsorgungsprogramm 2021



30'00 ..

Generations tragen die Abfallast von zwei Generationen bei einer AKW-Laufzeit von 60 Jahren.

Quelle: ENSI-Richtlinie G03: Spezifische Auslegungsgesamtsätze für geologische Tiefenlager und Anforderungen an den Sicherheitsnachweis.