

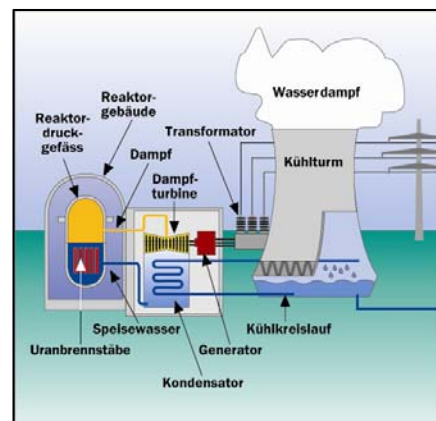
Antworten auf die häufigsten Fragen zur Kernenergie

Welche Vorteile hat die Kernenergie für die Schweiz?

Kernenergie ist ein wichtiger Pfeiler der Schweizer Stromversorgung und liefert **rund 40% unseres Strombedarfs** bzw. einen **deutlich höheren Anteil** der benötigten **Bandenergie** oder **Grundlast**¹. Gemessen an der Stromproduktion beanspruchen Kernkraftwerke (KKWs) nur sehr **wenig Fläche**, in einem kleinräumigen Land ein grosser Vorteil. Die Stromproduktion erfolgt zudem **praktisch CO₂-frei**. Schliesslich produzieren KKWs **zuverlässig und günstig** Strom, ein wichtiger wirtschaftlicher Standortfaktor, besonders für hiesige Industrieunternehmen. Da nur sehr **geringe Mengen Brennstoff** (Uran) benötigt werden, genügen **wenige Transporte** und die KKWs verfügen über eine **hohe Versorgungssicherheit**, ohne dass dafür grosse Lager notwendig wären (wie z.B. bei Gas und Öl). Kernenergie ist auch volkswirtschaftlich hochinteressant: Sie kommt **ohne staatliche Subventionen** aus. Da alle Schweizer Werke direkt oder indirekt der öffentlicher Hand gehören, **profitieren Kantone und Gemeinden** gleich doppelt: Einerseits durch Steuereinnahmen, andererseits durch Gewinnanteile bzw. Dividenden.

Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Im Reaktor wird durch **kontrollierte Spaltung von Uranatomen** (Uranisotop ²³⁵U) **Wärme erzeugt**, die dazu dient, **Wasser in Dampf umzuwandeln**. Der **Dampf treibt**, wie bei anderen thermischen Kraftwerken (Kohle, Gas, Öl), die **Turbine an**. Diese wiederum ist mit einem **Generator** gekoppelt, welcher **mechanische in elektrische Energie** (Strom) **umwandelt**. Der Kondensator muss gekühlt werden, was auf zwei Arten erfolgen kann: Über eine **Durchlaufkühlung mit Flusswasser** oder aber eine **Kreislaufkühlung mithilfe eines Kühlturms**.



Wie klimafreundlich sind Kernkraftwerke?

Beim Betrieb von KKWs entsteht **praktisch kein CO₂**. Selbst unter Berücksichtigung der gesamten Gesteungskette (inklusive Bau, Betrieb und Rückbau der Anlage, Förderung der Brennstoffe sowie Entsorgung der Abfälle) verfügt **nur Wasserkraft** über eine **bessere CO₂-Bilanz**, wie unter anderem eine Studie des Paul Scherrer Instituts² bestätigt. Ein Verzicht auf KKWs würde also klimapolitisch keinen Sinn machen, da sich als Folge die CO₂-Bilanz der Schweiz deutlich verschlechtern würde.

Wie sicher sind Kernkraftwerke?

Die Sicherheit hat höchste Priorität. Es wird alles Notwendige unternommen, damit sie jederzeit gewährleistet ist. Die Gesetze, Verordnungen und Betriebsvorschriften sind diesbezüglich sehr strikt. Die Sicherheit beginnt bei der Konzeption, wobei es sich hierzulande um ausgiebig erprobte und bewährte Anlagentypen handelt. Im Ausland gibt es zahlreiche vergleichbare Anlagen und der **rege**

¹ Bandenergie/Grundlast: Strommenge, die unabhängig von Wind und Wetter ständig produziert wird und den Grundbedarf deckt. Grundlast ist für eine gesicherte Stromversorgung und die Stabilität der Netze entscheidend.

² Eine Grafik dazu siehe http://gabe.web.psi.ch/research/lca/vse_res.html

Wissensaustausch zwischen den Kraftwerkbetreibern sorgt dafür, dass ein allfälliges **Problem frühzeitig erkannt und proaktiv behandelt werden** kann. Die Anlagen in der Schweiz sind so konstruiert, dass selbst im äusserst unwahrscheinlichen Fall einer Kernschmelze **kaum Gefahr für die Umwelt** besteht. **Mehrere Sicherheitsbarrieren** sorgen dafür, dass keine Radioaktivität austreten kann (sogenanntes „Babuschka-Prinzip“). Alle sicherheitstechnischen Einrichtungen folgen den **Prinzipien der Redundanz und Diversität**: Wichtige **Systeme**, Geräte und Komponenten **funktionieren unabhängig voneinander**, sind zum Teil **mehrfach** und **in verschiedenen Ausführungen installiert** sowie **räumlich getrennt**. Es gibt auch **passive Sicherheitssysteme**, die unabhängig von menschlichem Verhalten dafür sorgen, dass keine schweren Unfälle geschehen können. Bei Fehlentwicklungen oder Systemversagen werden **automatisch sicherheitsrelevante Vorgänge** ausgelöst, die **auf physikalischen Grundgesetzen basieren**. Schliesslich haben **Inspektoren** nationaler und internationaler Aufsichtsbehörden **ständig Zutritt** zu allen Bereichen der Anlagen, auch unangemeldet.

Kann Tschernobyl auch bei uns passieren?

Dies ist **kaum denkbar**. Hauptsächlich deshalb, weil **keines der Schweizer Kernkraftwerke mit dem Werk in Tschernobyl** (Typ RBMK-1000) **zu vergleichen** ist. Letzteres verfügte beispielsweise über kein Sicherheitsbehälter („Containment“). Dies ist eine schützende Stahlhülle, die den Reaktor umgibt und das Austreten radioaktiver Stoffe im Unglücksfall verhindert. Alle **KKWs in der Schweiz** sind **mit einem solchen Containment ausgerüstet**. Ausserdem ist eine **Explosion**, wie sie in Tschernobyl stattgefunden hat, bei den **hierzulande** betriebenen Reaktortypen (Druckwasser- und Siedewasserreaktor) **physikalisch kaum möglich**. Beispielsweise weil **Wasser statt** das brennbare Mineral **Graphit** verwendet wird, um die Neutronen abzubremsen („zu moderieren“) und die Kettenreaktion aufrecht zu erhalten. Im schlimmsten Fall kann der Reaktorkern schmelzen, wofür aber die hiesigen Anlagen ausgelegt sind. Auch kam es in Tschernobyl zum Unfall, weil der Reaktor in einer Art und Weise betrieben wurde, die **nach Schweizerischen Betriebs- und Sicherheitsvorschriften nicht möglich** ist. Beispielsweise wurden **in Tschernobyl** mehrere **Sicherheitssysteme manuell ausser Kraft gesetzt**. Dasselbe Vorgehen würde in Schweizer Werken zu einer **automatischen Abschaltung** des Reaktors führen.

Wie hoch ist die Strahlung im Umkreis eines Kernkraftwerks?

Die gesetzlichen Vorschriften betreffend Strahlenschutz sind sehr rigide und werden peinlich genau befolgt. Die Aufsichtsbehörde überprüft laufend die Einhaltung der Werte und publiziert diese auf ihrer Website. Sollten die **strengen Grenzwerte** überschritten werden, würde das Messnetz automatisch Alarm auslösen. Die Strahlung im Umfeld eines KKW entspricht der durchschnittlichen Strahlung in der Natur. Diese variiert innerhalb der Schweiz erheblich. Das liegt zum einen an der Radioaktivität verschiedener Gesteine aber auch an der kosmischen Strahlung, die mit zunehmender Höhe stärker wird. Die **durchschnittliche jährliche Strahlendosis in der Schweiz** beträgt **4 Millisievert (mSv)**, was im internationalen Vergleich eher wenig ist. Die **Emissionen radioaktiver Stoffe** für Personen, die **in unmittelbarer Nähe eines Schweizer KKW** wohnen, betragen gemäss aktuellem Strahlenschutzbericht des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) **höchstens ein Hundertstel Millisievert (0.01 mSv) pro Jahr**, also 400-mal weniger.

Sind Kernkraftwerke ein erster Schritt zur Atombombe?

Kernkraftwerke sind keine Atombomben, auch keine gebändigten. Eine **Explosion** wie bei einer Atombombe ist in einem KKW aus **physikalischen** Gründen **ausgeschlossen**. Es handelt sich um

völlig **unterschiedliche Technologien**, die aber beide auf dem Prinzip der Kernspaltung basieren. **Um eine Atombombe zu bauen, braucht es kein KKW.** Länder mit Nuklearwaffen, sogenannte Atommächte, produzieren das dafür nötige Material in speziellen militärischen Anlagen, die mit KKWs wenig gemeinsam haben. Der **in KKWs verwendete Brennstoff** verfügt nur über eine **geringe Konzentration von spaltbarem Uran** (^{235}U), etwa 5%: Das ist für Atombomben viel zu niedrig, denn sie benötigen eine Konzentration von nahezu 100%. Kernbrennstoff kann also ohne intensive Weiterverarbeitung in speziellen Anlagen nicht für Bomben verwendet werden. Auch das Plutonium, das in abgebrannten Brennelementen vorhanden ist, eignet sich kaum zur Herstellung von Atomwaffen. Trotzdem werden die Schweizer **KKW von der nationalen (ENSI) und Internationalen Aufsichtsbehörde (IAEA) aufmerksam überwacht**, damit kein Brennstoff entwendet werden kann.

Wo entsteht Atommüll und wie viel davon gibt es in der Schweiz?

Radioaktive Abfälle stammen vornehmlich **aus Kernkraftwerken**. Doch rund ein Drittel der Gesamtmenge kommt **aus** Anwendung radioaktiver Stoffe in **Medizin, Industrie und Forschung**. Radioaktive Abfälle müssen für die Dauer ihrer Schädlichkeit von Mensch und Umwelt ferngehalten und sicher aufbewahrt werden. Folgende **Hauptkategorien** werden unterschieden: **> Schwach- und mittelaktive Abfallstoffe (SMA)**, die nach 30'000 Jahren nur noch eine strahlungsbedingte Giftigkeit (Radiotoxizität) wie Granitgestein erreichen. **> Hochaktive und langlebige mittelaktive Abfallstoffe (HAA/LMA)**, die etwa 200'000 Jahre benötigen, bis ihre Radiotoxizität auf das natürliche Niveau des ursprünglich abgebauten Urans abgeklungen ist. Ca. **93 % der Volumen** entfallen auf **SMA** und nur **7% auf HAA und LMA**. Insgesamt beträgt die **Menge an Abfall aus 50 Jahren** Kernenergie, Medizin, Industrie und Forschung in der Schweiz nur etwas **100'000 m³**. Alle Abfälle hätten somit problemlos in der historischen Halle des Zürcher Hauptbahnhofs Platz.

Wie kann Atommüll sicher entsorgt werden?

Die **sicherste Art der Entsorgung** radioaktiver Abfälle ist die Aufbewahrung in einem **geologischen Tiefenlager**. Die Lagerung einige hundert Meter unter der Erdoberfläche, in einer **geologischen Schicht** („Opalinuston“), die **seit Jahrmillionen unverändert** ist, gewährleistet, dass die Abfälle solange von der Umwelt ferngehalten werden, bis ihre Radiotoxizität auf ein unbedenkliches, natürliches Mass abgeklungen ist. Die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (**Nagra**) hat in den letzten knapp 40 Jahren die wissenschaftliche Grundlage dafür gelegt und die geologische Beschaffenheit der Schweiz mit international beispielloser Gründlichkeit untersucht. **Technisch** gesehen, kann man die Entsorgung in der Schweiz als **gelöst** bezeichnen. Auch die **Finanzierung** ist **sichergestellt** durch zweckgebundene Fonds, welche durch die Verursacher alimentiert wird. Was noch fehlt, ist ein **politischer Entscheid**. Das Auswahlverfahren für die Standorte, der „**Sachplan geologische Tiefenlager**“³, ist transparent, breit abgestützt und weitem akzeptiert. Man darf zuversichtlich sein, dass dieses Verfahren einen Entscheid herbeiführen wird.

Kann Kernenergie hierzulande vollständig durch erneuerbare Energien ersetzt werden?

Nach dem heutigen Stand der Technik dürfte das **kaum möglich** sein. Man muss davon ausgehen, dass der **Strombedarf** auch in den kommenden Jahren **weiter ansteigt**, trotz allen Anstrengungen für mehr Energieeffizienz. Kommt hinzu, dass **viele** der **Massnahmen** (Elektroautos, Wärmepumpen

³ Ausführliche Informationen unter <http://www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/01277/index.html?lang=de>

etc.), die dazu dienen, **CO₂-Emissionen** und Verbrauch fossiler Treibstoffe (Benzin, Heizöl etc.) zu **senken**, einen **erhöhten Strombedarf zur Folge haben**. Man müsste also nicht nur die bisherigen ca. 40 % der Gesamtproduktion ersetzen, sondern auch den in Zukunft zusätzlich zu erwartenden Bedarf. Die **Wasserkraft** kann in der Schweiz, wenn überhaupt, **nur noch geringfügig ausgebaut** werden. Ohne Ausbauten rechnen die Behörden aufgrund des Klimawandels sogar mit einem Rückgang um bis zu 7 % (bis 2050). Für **Wind- und Sonnenenergie** sind die **naturegegebenen Bedingungen** in der Schweiz **nicht optimal** und ausserdem können sie **keine Grundlast** liefern. Auch würden die zum Ersatz der KKW-Kapazitäten nötigen Anlagen **riesige Flächen beanspruchen**. Flächen, die hierzulande nicht zur Verfügung stehen oder anders genutzt werden. **Geothermische Kraftwerke** sind zwar in der Lage, Grundlast zu produzieren, doch braucht es nach den gescheiterten Versuchen in Basel und Zürich **nochmals viel Forschung und Arbeit**. Um einen Eindruck der tatsächlichen **Anteile der erneuerbaren Energien** an der inländischen Stromproduktion zu erhalten, empfiehlt sich der Blick in die "Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien" des Bundesamtes für Energie (BFE)⁴. Dieser fällt ernüchternd aus: **Biomasse: 0,186 %, Sonne: 0,042 %, Wind: 0,025 %**. Zuletzt gilt es, auch die **Kosten zu beachten**. Wie viel sind wir bereit, für unseren Strom zu bezahlen? **Kernenergie** ist mit 4-5 Rp./kWh **vergleichsweise günstig** und auch deshalb zu befürworten.

Wie lange reichen die Uranvorräte?

Man rechnet heute mit **gesicherten Vorräten für bis zu 100 Jahren zum Preis von USD 130/Kilo Natururan**. Wie gross die Reichweite aber tatsächlich ist, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Ein wichtiger Aspekt ist der **Marktpreis**. Sobald dieser **steigt**, lohnt es sich, **neue Vorkommnisse zu erschliessen** oder **alternative Formen der Förderung zu nutzen**. Dazu zählt die Gewinnung von Uran aus Phosphaten oder Meerwasser, zwei Verfahren, die bereits erprobt sind. **Unter diesen Bedingungen** würden die **Vorräte für viele Jahrhunderte oder gar Jahrtausende** reichen. Weitere Faktoren sind die **technologische Entwicklung** der Reaktoren, die eine **bessere Ausnutzung des Brennstoffs** gewährleistet sowie die **Wiederaufbereitung**, die massgeblich zu einer Ausweitung der Reserven beiträgt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine **Erschöpfung der Vorräte in absehbarer Zeit nicht zu befürchten** ist. Auch ein allfälliger Preisanstieg lässt sich gut verkraften, da die Kosten für Uran lediglich 5-10 % der Strom-Gestehungskosten bei KKW's ausmachen.

Wie sieht die Zukunft der Kernenergie aus?

Kernenergie geniesst bei der Bevölkerung weltweit einen **wachsenden Rückhalt**. Global gesehen erleben wir derzeit eine regelrechte Renaissance. Das liegt daran, dass viele der **bestehenden Kraftwerke** in den nächsten Jahrzehnten **ersetzt werden** müssen, aber auch an dem weltweit **stark steigenden Strombedarf**, insbesondere in aufstrebenden Schwellenländern wie Indien oder China. Zudem kann Kernenergie einen **bedeutenden Beitrag im Kampf gegen Klimawandel und Treibhauseffekt** leisten, da sie vergleichsweise CO₂-arm Strom produziert. Da die Reduktion der CO₂-Emissionen nach Ansicht der Wissenschaft eines der dringendsten globalen Probleme überhaupt ist, muss in diesem Zusammenhang, neben den erneuerbaren Energien auch die Kernenergie stärker berücksichtigt werden.

⁴ Details siehe http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00543/index.html?lang=de&dossier_id=00772

kernenergie.ch

Haben Sie Fragen, die hier nicht beantwortet sind? Haben Sie kritische Anmerkungen? Sie können uns gerne eine E-Mail an info@kernenergie.ch senden und wir werden uns so bald wie möglich mit Ihrem Anliegen auseinandersetzen.