Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 108 (1990)

Heft: 26

Artikel: Ist Kernenergie trotz Abfällen, Unfällen und Radioaktivität zu verantworten?

Autor: Aegerter, Irene

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77464

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

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

Ist Kernenergie trotz Abfällen, Unfällen und Radioaktivität zu verantworten?

Der Schock von Tschernobyl sitzt tief. Er sitzt besonders tief bei unseren Kernfachleuten. Denn nie hätten sie sich träumen lassen, dass ein Reaktor auf derart liederliche und verantwortungslose Art betrieben würde und so elementare Sicherheitsmassnahmen missachtet sowie Schutzeinrichtungen ausser Kraft gesetzt würden. Zwar wäre dieser Reaktortyp in der Schweiz nicht genehmigungsfähig, und es fehlten wichtige, bei uns selbstverständliche Sicherheits- und Schutzeinrichtungen. Aus einer verantwortungsbewussten Haltung heraus gibt dieser Unfall dennoch Anlass, die Nutzung der Kernenergie zu hinterfragen. Dazu nimmt die fachkundige Autorin des nachfolgenden Beitrages Stellung.

Wer war nach diesem schweren Unfall nicht betroffen und hat sich gefragt, ob es denn zu verantworten sei, Kernkraftwerke weiter zu betreiben. Dabei mus man sich drei Fragen stellen:

VON IRENE AEGERTER, ZÜRICH

- Ist Kernenergie zu verantworten, obwohl *radioaktive Abfälle* produziert werden?
- Ist Kernenergie zu verantworten, obwohl *Radioaktivität* freigesetzt wird?
- Ist Kernenergie zu verantworten, trotz *Unfällen und Störfällen?*

Radioaktive Abfälle

Oft wird gesagt, Kernkraftwerke wären schon eine gute Sache, wenn da nicht die radioaktiven Abfälle wären. Dabei wird vergessen, dass unsere Zivilisation viele Abfälle produziert. Im Gegensatz zur Verbrennung fossiler Brennstoffe, wo Luftschadstoffe und riesige Mengen CO_2 ungehindert in die Atmosphäre gelangen, bleibt der grösste Teil der Abfälle in einem Kernkraftwerk direkt im Kernbrennstoff eingeschlossen. Ausserdem sind die entstehenden Abfallmengen bescheiden und fallen gegenüber den übrigen Sonderabfällen, die unsere Gesellschaft produziert, mengenmässig überhaupt nicht ins Gewicht.

In einem KKW der Grösse von Gösgen fallen pro Jahr 3–4 m³ verglaste, starkradioaktive Abfälle an. Diese finden in zwei Telefonkabinen Platz. Umgerechnet pro Person fallen Abfälle in der Grösse eines kleinen Legosteines von 1 cm³ an (vgl. Bild 1). Diese werden aber nicht einfach irgendwo abgelagert sondern zuerst verglast, danach in Beton/Zement verfestigt, mit einem Stahlmantel umgeben und erst noch in eine geologisch stabile Gesteinsformation eingebracht. Wo gehen wir sonst derart vorsichtig und verantwortungsvoll mit gefährlichen Abfällen um? Von der gesamten Menge Sonderabfälle in unserem Land ist nur ungefähr 1% radioaktiver Abfall (vgl. Bild 2). Davon wiederum ist ein Tausendstel hochaktiver Abfall. Die radioaktiven Abfälle bauen sich im Laufe der Zeit nach physikalischen Gesetzen von selbst ab, im Gegensatz zu den übrigen gefährlichen Abfällen, insbesondere den Schwermetallen wie Quecksilber, Blei und Cadmium, welche immer gleich gefährlich bleiben.

Endlager für hochaktive Abfälle – erst in 20 Jahren ein Zukunftswerk nötig

Weil heute noch nirgends ein Endlager für *hochradioaktive* Abfälle in Betrieb steht, wird oft behauptet, die Endlagerung sei unlösbar. Diese Argumentation ist aber nicht stichhaltig, wäre es doch technisch und wirtschaftlich unsinnig, etwas zu bauen, das man erst in 20 oder 30 Jahren benötigt, dann nämlich, wenn wir die radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitungsanlage für die Endlagerung zurückerhalten.

Aber wir verfügen an Hochschulen, Industrie und bei der NAGRA über das Wissen, wie eine umweltfreundliche und sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle in der Schweiz verwirklicht werden kann. Allerdings sollten die Vorarbeiten durchgeführt werden können und nicht durch kurzsichtiges, lokales Kirchturmdenken behindert werden. Wir können uns nicht um die Verantwortung gegenüber den kommenden Generationen drücken. Die Abfälle, die wir produzieren, wollen wir auch im eigenen Land sicher und umweltgerecht entsorgen, obwohl es wegen der geringen Mengen durchaus auch sinnvoll wäre, eine internationale Lösung anzustreben. Auch im Falle eines Ausstiegs aus der Kernenergie müssten wir

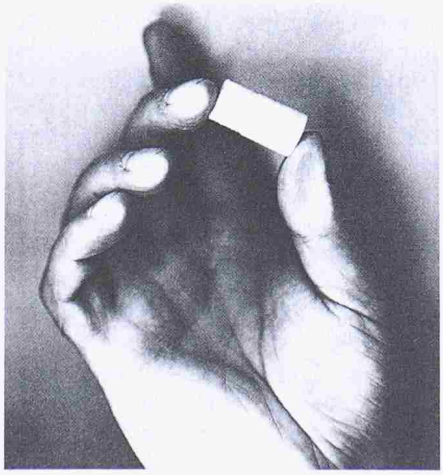

Bild 1. 1 cm³ hochradioaktiver Abfall pro Person und Jahr aus den 5 schweizerischen Kernkraftwerken

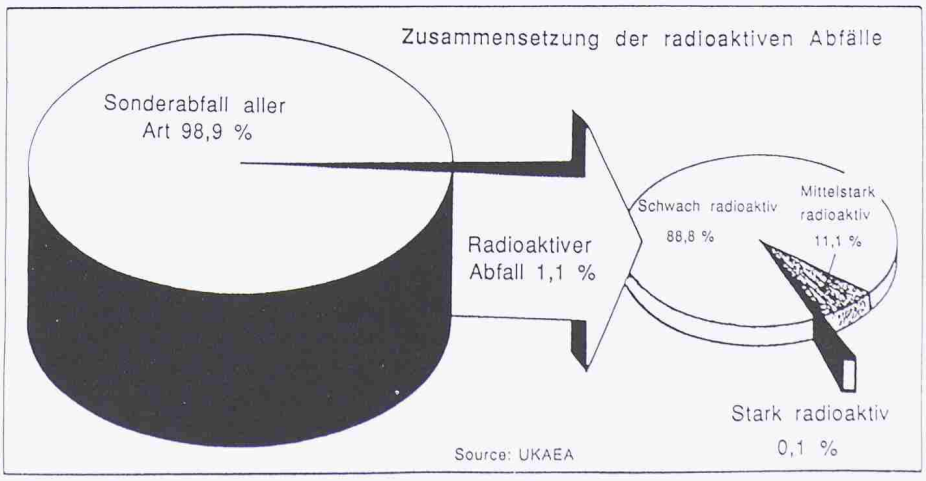

Bild 2. Zusammensetzung der radioaktiven Abfälle

mrem/ Jahr	bzw. mSv/ Jahr	
1	0,01	1 Jahr am Zaun eines KKWs wohnen
3,5	0,035	für Bewohner, die 100 m höher wohnen als andere
4	0,04	2 Wochen Skifahren auf 2000 m
5	0,05	2 Jet-Flüge zu 5 h pro Jahr
25	0,25	800 l Trinkwasserkonsum pro Jahr
300	3,0	80 l Mineralwasserkonsum pro Jahr
400	4,0	als Crew von Jet-Flugzeugen
800	8,0	ein mittelstarker Raucher
800	8,0	14tägige Kur in Bad Gastein
		Bewohner in Kerala, Indien
1 000	10,0	- innere Zone, 4500 Einwohner
2 000	20,0	- Kernzone, 470 Einwohner
20 000	200,0	Kurpersonal im Zentrum von Bad Gastein

Bild 3. Natürliche Strahlendosen

die radioaktiven Abfälle sicher und umweltgerecht entsorgen.

Warum fangen wir also heute nicht damit an, beispielsweise für die *kurzlebigen schwach- und mittelradioaktiven Abfälle* ein unterirdisches Endlager wie in Schweden zu bauen. In den USA, Frankreich und England sind solche oberirdischen Endlager längst im Bau oder in Betrieb. Im April 1988 ist in Forsmark (Schweden) ein unterirdisches Endlager in Betrieb genommen worden, in Finnland ist ein solches im Bau. Auch in der Schweiz wäre ein unterirdisches Lager geplant, doch die Baubewilligungen lassen auf sich warten. St. Florian lässt grüssen. Ich persönlich finde, dass Kernenergie gerade wegen der geringen Abfallmengen verantwortbar ist, um so mehr als wir die radioaktiven Abfälle durch beispielhaftes Sicherheitsdenken umweltgerecht

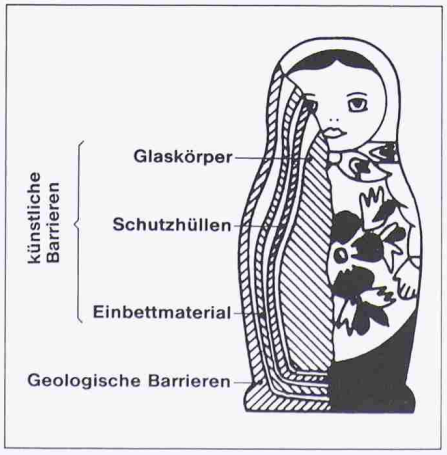

Bild 4. Endlagerung - Barrierenprinzip Babuschka

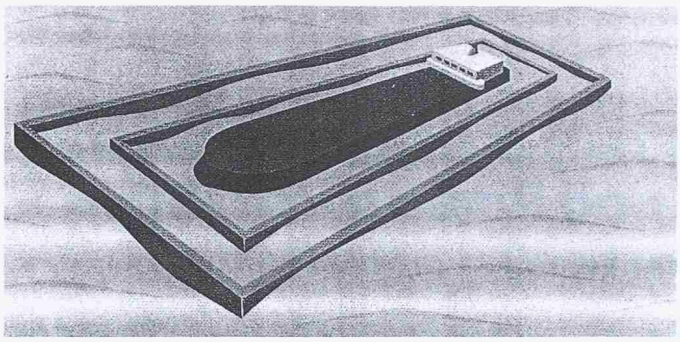

Bild 5. Sicherheitsbehälter auch für Öltransporte?

geschützt durch mehrere unabhängige Barrieren endlagern.

Radioaktivität

Radioaktivität sieht man nicht, riecht man nicht, aber man kann sie sehr genau messen. Es gab nie eine Welt ohne Radioaktivität. Radioaktivität gehört seit der Erschaffung der Erde untrennbar zum menschlichen Leben. Sie hat nicht in erster Linie etwas mit Kernkraftwerken zu tun. Früher galt Radioaktivität als gut, als gesund, denken wir nur an die Aufschrift «radioaktiv» auf Mineralwässern, an die Kuren in Badgastein usw... Doch seit den todbringenden Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki wird «Radioaktivität» von vielen Menschen mit «Angst» und «Tod» verbunden. Die Berichterstattung über die Verstrahlungslage nach dem Unglück von Tschernobyl hat viele Bürger zusätzlich verunsichert. Wer hat denn schon in der Volksschule etwas gehört von den zahlreichen Einheiten wie Becquerel, Gray, Sievert, Curie, rad, rem oder den ungewohnten Vorsilben pico, nano usw (vgl. Kästchen)?

Strahlenschutzverordnung von 1963

Beim Bau der ersten Kernkraftwerke war man sich bereits bewusst, dass mit Radioaktivität sorgfältig umgegangen werden muss und alle Vorkehrungen getroffen werden müssen, um unnötige Bestrahlungen der Menschen zu vermeiden. Es gilt das Prinzip, so tief wie vernünftigerweise machbar (ALARA = As low as reasonably achievable). Dafür schuf man gesetzliche Vorschriften. Viele Dinge, die bisher als unbedenklich galten, mussten verboten werden, zum Beispiel: Radiumleuchtziffern von Uhren und Weckern, Schuhdurchleuchtungsapparate (Pedoskop), u.a.m. Der Natur, dem Gestein konnte man allerdings nicht verbieten weiter zu strahlen: Die Natur kennt keine Grenzwerte. Wenn man zum Beispiel neben dem Zaun eines schweizerischen Kernkraftwerkes wohnt, so erhält man die gleiche Zusatzstrahlung, wie sie meine und Ihre Freunde erhalten, die im dritten Stock wohnen statt im Parterre. Wenn man 2 Wochen Winterferien in St. Moritz oder Zermatt (auf 2000 m ü.M.) verbringt, so erhält man die vierfache Strahlung. Wenn man mit dem Flugzeug in die Ferien fliegt (5stündiger Retourflug) erhält man 5mal mehr als vom Kernkraftwerk. Aber auch zu Hause oder im Büro erhalten wir vom Radongas, das ständig aus Mauern und Böden entweicht, wesentlich höhere Strahlendosen als von einem Kernkraftwerk verursacht werden (vgl. Tabelle in Bild 3).

Kein Unterschied zwischen natürlicher und künstlicher Strahlung

Im indischen Kerala und in den südamerikanischen Anden ist die natürliche Strahlenbelastung bis 100mal höher als bei uns. Langjährige Untersuchungen dort zeigen, dass die Menschen aber nicht häufiger an Krebs erkranken. Radioaktivität gehört zur Natur. Woher die Strahlen auch stammen, ob von künstlich erzeugten radioaktiven Stoffen oder von natürlichen Quellen, ihre Wirkung ist und bleibt immer dieselbe!

Radioaktivität von Kohlekraftwerken höher als von Kernkraftwerken

Durch Verbrennen von Kohle, welche Spuren von Uran enthält, gelangt von Kohlekraftwerken mehr Radioaktivität in die Umwelt als von Kernkraftwerken. Weil Uran ein sehr kompakter, energiereicher Brennstoff ist, muss sehr viel Kohle verbrannt werden, um die gleiche Leistung zu erzeugen. Beim Verbrennen von Kohle werden ausserdem Unmengen von CO_2 freigesetzt. Kernkraftwerke dagegen produzieren kein CO_2.

Ich persönlich bin der Überzeugung, dass die geringe Radioaktivitätsdosis, die im Normalbetrieb in einem Kernkraftwerk freigesetzt wird, zu verantworten ist, da sie viel geringer ist als die natürliche Radioaktivität, der wir dauernd ausgesetzt sind.

Einheiten für Radioaktivität, Dosis und Äquivalentdosis

Faustregel: γ-Quellenaktivität: 1 Ci
Mensch in 1 m Entfernung: 1 rem/h

Äquivalentdosis aus natürlichem Untergrund: 0,1–5 rem/Jahr (Schweiz)

Abgeleitet aus Quelle: Institut für Mittelenergiephysik der ETH Zürich

Diese Tabelle geht auf eine frühere Publikation zurück («Schweizer Ingenieur und Architekt», Heft 51-52/86) Red.

Grösse	*Anwendung auf*	*Basiseinheit*	*Einheiten alt*	*Einheiten neu*	*Umrechnungen*
Aktivität	Radioakt. Quelle	Zerfälle pro sec [s^{-1}]	Curie (CI)	Bequerel (Bq)	1 Bq = 1 s^{-1} 1 Ci = $3.7 \cdot 10^{10}$ Bq
Energiedosis	Material	Energie pro kg [$J \cdot kg^{-1}$]	rad	Gray (Gy)	1 Gy = 1 $J \cdot kg^{-1}$ = 100 rad
Äquivalentdosis (Biologische Dosis)	Mensch	Energie pro kg x «Qualitätsfaktor» (eine Art «Schädigungsfaktor», abhängig vom Strahlentyp. γ-Strahlung: 1 [$J \cdot kg^{-1}$]	rem	Sievert (Sv)	1 SV = 1 $J \cdot kg^{-1}$ = 100 rem
Ionendosis	Messinstrument	Ladung pro kg [$As \cdot kg^{-1}$]	Röntgen (R)	keine	1 $As \cdot kg^{-1}$ = $3.876 \cdot 10^3$ R 1 $A \cdot kg^{-1}$ = $1.39 \cdot 10^7 R \cdot h^{-1}$

Unfälle und Störfälle

Ist aber Kernenergie auch zu verantworten im Lichte von Störfällen und Unfällen in Kernkraftwerken? Menschliches und technisches Versagen kann nie ausgeschlossen werden. Keine Energietechnik ist völlig umweltneutral. Nichts in der Welt ist gratis. Dies gilt sowohl für die Wasserkraft, die fossilen Brennstoffe, die Solartechnik als auch für die Kernenergie. Jedes menschliche Handeln stellt immer auch einen Eingriff in die Natur dar. Es gibt kein Leben ohne Risiko. Also muss alles daran gesetzt werden, das Risiko für Mensch und Umwelt auch bei Versagen von Mensch und Technik so tief zu halten, dass es verantwortbar ist.

Unerreichte, mehrfach vorhandene Sicherheitsmassnahmen

So sind in einem Kernkraftwerk alle für die Anlage wichtigen Einrichtungen mehrfach vorhanden. Im Störfall eines Systems steht sofort ein Reservesystem zur Verfügung, um die Funktion zu übernehmen. Einmalig sind auch die Schutzeinrichtungen: Ein Schutzmantel kommt nie allein, es gibt immer mehrere. Wenn wir dieses Prinzip auch in andern Bereichen unseres Alltags anwenden würden, so sähe unser Leben wahrlich anders aus. Es gilt nicht nur das Helmobligatorium wie für den klugen Töfflifahrerkopf, sondern mindestens das Doppelhelmobligatorium: Denn in der Kerntechnik gibt es immer mehrere Sicherheitshüllen (vgl. Bild 4).

Stellen wir uns dieses beispielhafte Sicherheitsdenken einmal vor: Auf den Schutzhelm kommt noch ein zweiter, manchmal sogar ein Dritter und noch ein ganzer Schutzanzug. Ein anderes Beispiel: Ein Tankerschiff würde in mehrere es umhüllende Wannen gesteckt (vgl. Bild 5). Ausserdem würde noch ein leeres Schiff nebenher fahren, damit im Falle eines Lecks das Öl sofort dort hinein abgepumpt werden könnte.

Solches Sicherheitsdenken ist in der westlichen Atomindustrie selbstverständlich. Leider fehlten viele Sicherheits- und Schutzeinrichtungen in Tschernobyl. Die verheerenden Auswirkungen des Unfalls in der Ukraine sind deshalb auf unsere Kernkraftwerke nicht übertragbar. Eher vergleichbar war der Unfall im Kernkraftwerk Three Mile Island bei Harrisburg (USA). Dort war die Bevölkerung der Umgebung aber zu keiner Zeit einer wesentlichen zusätzlichen Strahlung ausgesetzt und die Umgebung war deshalb auch niemals unbewohnbar.
Bei einem Besuch in einem schweizerischen Kernkraftwerk kann man sich mit eigenen Augen überzeugen, welches Sicherheitsdenken in der Kerntechnik selbstverständlich ist, welche Massnahmen zum Schutze der Anlage und für die Sicherheit der Umgebung getroffen werden, damit die Kernenergie auch in Zukunft zum Wohle von uns allen betrieben werden kann. Für mich ist Kernenergie trotz Störfällen und Unfällen verantwortbar, denn unsere Kernkraftwerke sind so ausgelegt, dass die Folgen auch von schwersten Störfällen auf das Kraftwerk beschränkt bleiben.

Energieversorgung verlangt globales Denken

Die Vor- und Nachteile der Kernenergie müssen im Lichte der handgreiflich nahe gerückten Gefahr einer Klimakatastrophe durch den immer noch steigenden CO_2-Ausstoss und den wachsenden Energiehunger einer sich rasch der 6-Milliarden-Grenze nähernden Weltbevölkerung ganz neu beurteilt werden. Dies war auch eine der Forderungen der Weltenergiekonferenz vom September 1989 in Montreal. Einseitiges auf einen einzigen Energieträger gerichtetes Denken hat bei der Einsicht in die Begrenzung unseres Planeten Erde keinen Platz. Wir brauchen alle Energiequellen, nicht die eine *oder* die andere. Keine ist alternativ, sondern wir brauchen alle zusammen, am richtigen Platz, im richtigen Ausmass und in der richtigen Mischung.

Heute stehen über 430 Kernkraftwerke in Betrieb. Sie decken weltweit 17% des Stroms, 40% in der Schweiz und gar 80% in Frankreich. Ohne eigene und französische Kernenergie wäre die Versorgung der Schweiz mit der Schlüsselenergie Strom nicht möglich. Stromsparen und Alternativenergien vermögen die 40% Atomstrom nicht zu ersetzen. Es ist leicht, von Sparen zu reden, wenn man satt ist und im Überfluss lebt. Deshalb muss sich jeder Bürger, jede Bürgerin persönlich überlegen, was es heisst, zu Hause und am Arbeitsplatz auf weit mehr als 40% Strom zu verzichten. Wenn wir die Energiefrage global, gesamthaft im Zusammenhang von Umwelt, Wirtschaft, Gesellschaft und Lebensstandard betrachten und dazu die Auswirkungen der einzelnen Energieträger, aber auch eines Strommangels ehrlich und konkret miteinander vergleichen, so ist nahezu zwangsläufig abzuleiten, dass es – ganz im Gegenteil – *nicht zu verantworten wäre, auf die Kernenergie zu verzichten.* Es wäre falsch, diese fortschrittliche Technologie heute einfach verbieten zu wollen und auf zukünftige Entwicklungen zu warten, deshalb heisst unsere Zukunftsdevise *Kernenergie und Stromsparen.* Nur so haben wir eine Chance, die auf uns zukommenden Umweltprobleme zu lösen.

Adresse der Verfasserin: *Irene Aegerter*, Dr. phil. nat., Vizedirektorin, Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, 8023 Zürich.