

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 90 (1972)  
**Heft:** 21: SIA-Hef, Nr. 4/1972: Nukleartechnik und Umwelt

**Artikel:** Auswirkungen von Kernkraftwerken auf den Menschen  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-85209>

### **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:** 06.02.2025

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

Der Hochrhein unterhalb der Aaremündung ist zwar durch die Aare selber auch verunreinigt, durch das recht saubere Bodenseewasser aber doch verdünnt und im gesamten erheblich sauberer als die Aare selber. Die Frage, ob die Behörde mit dem Verbot der Kühlwasserentnahme für ein geplantes Kernkraftwerk am weniger verschmutzten, den Qualitätsanforderungen der Limiten möglicherweise ge-

nügenden Hochrhein nicht zu weit gegangen ist, und ob die Kühltürme eines Werkes mit mehr als 900 MWe das feine Spiel des natürlichen Energiehaushaltes weniger beeinflussen als die Flusserwärmung (von der landschaftlichen Beeinträchtigung ganz abgesehen), ist jedenfalls noch offen.

Adresse des Verfassers: Dr. H. Ambühl, EAWAG, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf.

## Auswirkungen von Kernkraftwerken auf den Menschen

DK 621.039.5:577.4

### Strahlengefährdung durch Radioaktivität

Im Zusammenhang mit dem Bau von Kernkraftwerken taucht immer wieder die Frage der Radioaktivität und der Strahlengefährdung der Bevölkerung auf. Dabei ist die irri- ge Meinung recht weit verbreitet, es handle sich hier um ein neues, von Menschen geschaffenes künstliches Phänomen.

Dem ist aber nicht so. Die Radioaktivität ist viel älter als die Menschheit und hat als einer von zahlreichen Umweltfaktoren sogar zu deren Entstehung beigetragen.

Die wichtigsten Quellen dieser natürlichen Strahlenbelastung sind die radioaktiven Beimengungen von Uran und Thorium aller Gesteine und des Bodens sowie die kosmische Strahlung, die von aussen aus allen Richtungen auf die Erde eindringt. Eine sekundäre natürliche Strahlenquelle bildet das beim Zerfall des in der Erdoberfläche enthaltenen Urans und Thoriums entstehende radioaktive Gas Radon, das in unserer Atemluft vorhanden ist.

Diese natürliche Strahlung variiert je nach den geologischen und geographischen Verhältnissen. Wie in vielen anderen Ländern wurden auch in der Schweiz darüber sehr genaue Messungen vorgenommen<sup>1)</sup>. Man kam zum Ergebnis, dass die schweizerische Bevölkerung im Durchschnitt einer natürlichen Strahlenbelastung von 122 Milliröntgen (mR) im Jahr ausgesetzt ist. Diese setzt sich aus zwei Komponenten zusammen:

<sup>1)</sup> Vgl. E. Halm, W. Herbst und A. Mastrocola: Messungen des natürlichen Strahlenpegels in der Schweiz. «Bulletin des Eidg. Gesundheitsamtes», Beilage Nr. 6/1962.

1. aus einer von der Höhe über Meer abhängigen Komponente, die durchschnittlich 31 mR beträgt (je höher wir hinaufgehen, desto mehr sind wir der kosmischen Strahlung ausgesetzt)

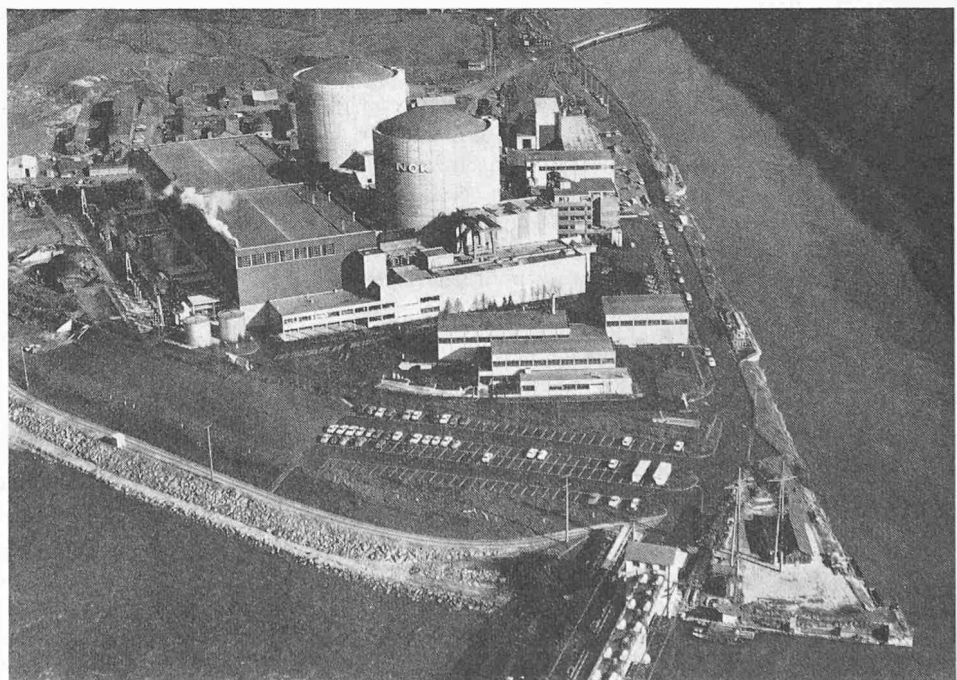
2. aus der terrestrischen Komponente von durchschnittlich 91 mR.

Diese natürliche Strahlenbelastung hängt nicht nur von der geographischen Lage des Wohn- und Arbeitsortes ab, sondern auch von der Beschaffenheit der Häuser. So geben Holzhäuser viel weniger Radioaktivität ab als Gebäude aus Beton, Backstein oder Naturstein. Der Grund dafür liegt in den radioaktiven Beimengungen der Gesteine. Es seien hier einige Beispiele für in der Schweiz gemessene jährliche Strahlenbelastungen in verschiedenen Häuserarten gegeben: Holzhaus in Lenk i. S. 106 mR, Betonhaus in Bern 127 mR, Haus in Thun (1. Stockwerk, Steinboden) 138 mR.

Wie sehr die jährliche Strahlenbelastung innerhalb der Schweiz je nach der geographischen Lage variieren kann, zeigen die folgenden Beispiele (Messungen auf Naturboden): Biel (76 mR), Zürich (119 mR), Genf (124 mR), Bellinzona (159 mR), St. Moritz (184 mR), Verscio (228 mR). In anderen Ländern der Erde, wie z. B. Brasilien und Indien, gibt es Bevölkerungen, die einer natürlichen jährlichen Strahlenbelastung von bis zu 1600 mR ausgesetzt sind.

Des weiteren sind wir selber radioaktiv, bedingt durch radioaktive Stoffe, die wir aus unserer Umgebung, u. a. durch Nahrung und Trinkwasser, aufgenommen haben. Diese Eigen-

Flugaufnahme des Atomkraftwerkes Beznau. In Bildmitte erkennt man das Maschinenhaus, in dem die vier Turbogeneratorgruppen untergebracht sind. Rechts davon erheben sich die beiden zylinderförmigen Reaktorgebäude. Ganz im Vordergrund das Stauwehr, rechts davon der Oberwasserkanal zum Wasserkraftwerk Beznau



belastung fügt unserer durchschnittlichen natürlichen Strahlenbelastung von 122 mR etwa weitere 22 mR hinzu.

Bis zur Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahre 1895 wusste die Menschheit nichts davon, dass sie der Radioaktivität überhaupt ausgesetzt ist. Die Strahlenwirkung wurde inzwischen in jahrzehntelanger Arbeit genau untersucht, mit dem Ergebnis, dass sie z. B. von allen mutationsauslösenden Faktoren am besten bekannt ist. Dasselbe gilt für die krebs-erregenden Wirkungen der Strahlung.

Während der letzten Jahre in verschiedenen Ländern vorgenommene Messungen haben ergeben, dass die Bevölkerung in der Umgebung von Kernkraftwerken in der Praxis kaum je einer zusätzlichen jährlichen Strahlenbelastung von mehr als 1 mR ausgesetzt ist, also weniger als 1% der durchschnittlichen natürlichen Strahlenbelastung des Schweizer. Diese Zahlen rücken das Problem der Radioaktivität im Zusammenhang mit Kernkraftwerken in die richtigen Proportionen. So nimmt z. B. eine Familie, die ihren Wohnort von Biel nach Zürich verlegt, dadurch eine rund vierzigmal höhere zusätzliche jährliche Strahlenbelastung in Kauf als eine Bevölkerung, in deren Umgebung ein Kernkraftwerk seinen Betrieb aufnimmt.

In diesem Zusammenhang muss auch festgehalten werden, dass es keinen Unterschied in den Wirkungen der natürlichen Strahlung und der künstlich erzeugten gibt. Auch die Kernspaltung, die in Reaktoren das Entstehen radioaktiver Spaltprodukte zur Folge hat, ist kein neues Phänomen: in den in der Erdkruste enthaltenen Uranerzen werden dauernd, und zwar ohne irgendeinen menschlichen Eingriff, Uranatome gespalten und damit auch radioaktive Spaltprodukte erzeugt.

#### Standortfragen

In jüngster Zeit haben sich zwei prominente, unabhängige Fachgremien zuhanden der schweizerischen Öffentlichkeit über die Frage einer allfälligen Strahlengefährdung der Bevölkerung durch Kernkraftwerke geäußert. Die Lehrstuhlinhaber für medizinische Radiologie an den schweizerischen Universitäten kamen «zum einstimmigen Schluss, dass das Risiko einer zusätzlichen Belastung in der Grössenordnung von 1 mrad in der Umgebung von Kernkraftwerken für die dort lebende Bevölkerung und auch für andere Lebewesen im Vergleich zu den Schwankungen der natürlichen Strahlenbelastung oder zu der Belastung durch die medizinische Anwendung von ionisierenden Strahlen überhaupt nicht ins Gewicht fällt».

Die *Eidg. Kommission für Strahlenschutz* stellte an ihrer diesjährigen ordentlichen Jahressitzung in Würenlingen fest, «dass bei den heute gültigen, überaus strengen Sicherheitsbestimmungen und aufgrund der Erfahrungen bei ausländischen Atomkraftwerken von seiten des Strahlenschutzes auch in dicht besiedelten Gebieten keine grundsätzlichen Einwendungen gegen den Bau von Atomkraftwerken zu erheben sind».

Zahlreiche unabhängig voneinander wirkende Sicherheitseinrichtungen und -massnahmen sorgen dafür, dass selbst im Falle von Reaktorhavarien keine die Bevölkerung gefährdende Radioaktivität aus dem Kernkraftwerk austreten kann. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, dass z. B. der 1969 beim Versuchsreaktor Lucens eingetretene Unfall die Zuverlässigkeit der Sicherheitssysteme eindeutig unter Beweis gestellt hat. Wie Prof. Dr. H. Grümmer, Leiter des Instituts für Reaktortechnik beim österreichischen Kernforschungszentrum Seibersdorf, an einer im letzten Herbst in Bern durchgeführten Informationstagung festhielt, ist bisher in der näheren oder weiteren Umgebung von Nuklearanlagen nicht ein einziger Mensch durch Strahlung zu Schaden gekommen.

Vom Gesichtspunkt der nuklearen Sicherheit gibt es demnach keine Gründe, die für den Bau von Kernkraftwerken in entlegenen Gebieten sprechen, wie sie in jüngster Zeit vereinzelt gefordert wird. Dazu machte Dr. P. Courvoisier, Chef der Sektion für Sicherheitsfragen von Atomanlagen, Würenlingen, in einem Vortrag noch auf die folgende Tatsache aufmerksam: «Im Atomgesetz ist... der Schutz von Menschen gefordert, nicht nur von Menschen in grosser Zahl, so dass auch kleine Siedlungen die gleiche Beachtung erhalten müssen, die Städte für sich beanspruchen.»

Eine andere Frage ist es, ob das Problem der Kühlung, das sich bei allen thermischen Kraftwerken in gleicher Weise stellt, eine Verlegung solcher Anlagen aus verhältnismässig dicht bevölkerten Gebieten notwendig macht. Gemäss einem kürzlichen Beschluss der Bundesbehörden dürfen die künftigen Kernkraftwerke an Aare und Rhein, infolge ihrer Verschmutzung an gewissen Stellen, nicht mehr direkt mit Flusswasser gekühlt, sondern sie müssen mit Kühltürmen ausgerüstet werden. Diesbezüglich hat F. H. Rainwater, Chef des nationalen Forschungsprogramms über die thermische Belastung der Gewässer bei der amerikanischen Gewässerschutzbehörde, in einer seiner Publikationen ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es aufgrund jahrelanger Erfahrungen und der gegenwärtig erprobten Technologie für jeden Standort ein geeignetes Kühlsystem oder eine Kombination von solchen gebe. Rainwater, eine der grössten Kapazitäten in diesem Gebiet, stellt ferner aufgrund intensiver Studien verschiedener unabhängiger amerikanischer Behörden und Universitäten die oft genannte Behauptung in Abrede, Kühltürme müssten unbedingt Nebel- und Eisbildungen zur Folge haben; es gebe Dutzende von technisch erprobten und tragbaren Lösungen.

#### Radioaktive Abfälle

Einer der Hauptvorteile der Kernkraftwerke gegenüber den mit fossilen Brennstoffen befeuerten Kraftwerken ist die ausserordentliche Kompaktheit des nuklearen Brennstoffs Uran. So werden für eine Jahresproduktion (rd. 2,45 Mrd kWh) eines Kernkraftwerkes der Grössenordnung von Beznau I rund 13,3 t Uran benötigt. In einem Ölkraftwerk würden 570000 t Öl verbrannt, um gleichviel Elektrizität zu erzeugen.

Die Abfälle der Kernkraftwerke in Form der sogenannten Spaltprodukte sind aber ebenso kompakt wie der Brennstoff Uran selbst, wodurch sie volumenmässig für die Umwelt kein Problem darstellen.

Der weitaus grösste Teil der radioaktiven Abfälle, nämlich rund 99,9%, fällt in den ausgebrannten Brennelementen an. Jährlich wird etwa ein Drittel dieser Elemente ausgewechselt. Sie stellen auch nach ihrem Gebrauch noch einen sehr hohen Wert dar, weil nicht alles Uran restlos gespalten wird und beim Betrieb ein neuer Kernbrennstoff – Plutonium – entsteht. Deshalb werden die Elemente in besonderen chemischen Aufbereitungsanlagen behandelt, um diese beiden teuren Materialien wiederzugewinnen sowie weitere Radioisotope, die in Medizin und Technik nützliche Verwendung finden. Solche Fabriken gibt es in der Schweiz keine und ihr Bau steht auch auf absehbare Zeit aus wirtschaftlichen Gründen in unserem Lande nicht zur Diskussion: Eine Wiederaufbereitungsanlage muss auf einen grossen Inlandmarkt zählen können, um rentabel zu sein, eine Bedingung, die in der Schweiz nicht erfüllt ist.

Bei der Aufbereitung entsteht hochradioaktive Brennelementschlacke, die bisher in flüssiger Form an Ort und Stelle in Tanks gelagert wurde. Es handelt sich dabei allerdings nicht um eine Endlösung. Deshalb wurden Methoden entwickelt, die Abfälle zu verfestigen, z. B. zu Glaskörpern. Diese werden

dann in Edelstahlbehältern gasdicht eingeschlossen und zum Endlager transportiert. Solche Lagerstätten müssen eine Rückkehr dieser Stoffe in die Biosphäre ausschliessen. Eine Verbindung zur Biosphäre könnte praktisch nur auf dem Wege des Grundwassers vor sich gehen. Die Lagerstätten müssen also trocken sein und bleiben, bis die dort eingebrachten Radioaktivitäten abgeklungen sind. Sie finden sich deshalb im tiefen geologischen Untergrund, dort u.a. besonders in Steinsalzformationen. Man hat ausgerechnet, dass die festen radioaktiven Abfälle aller Kernkraftwerke der Welt bis zum Jahre 2000 weniger als 1% des heute jährlich geförderten Salzvolumens beanspruchen würden.

Für die Schweiz stellt sich also nur das Problem der Beseitigung der übrigen beim Betrieb anfallenden, mengenmässig geringen radioaktiven Rückstände, zumeist schwacher oder mittlerer Aktivität (Filter, Handschuhe, Reinigungsmaterial usw.). Sie werden bei den schweizerischen Kernkraftwerken nach einer Volumenreduktion in Spezialfässern während mehrerer Jahre unter Kontrolle gelagert. Beim Kernkraftwerk Beznau fallen z.B. jährlich etwa 25 m<sup>3</sup> solcher Abfälle an. Dies entspricht dem Kehrichtvolumen, welches 25 Schweizer ohne Verbrennungsanlage pro Jahr «produzieren» (mit Verbrennungsanlage = Kehricht von 400 Schweizern). Die Standortlagerung wird nur als Zwischenlösung angesehen.

Man wendet sie an, weil wegen des vorläufig geringen Anfalls von radioaktiven Abfällen die Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Endlagerung noch nicht gegeben sind. Bis dies der Fall ist, wird man unter Umständen noch ein grösseres zentrales Zwischenlager erstellen. Unterdessen werden die verschiedenen Möglichkeiten der Endlagerung abgeklärt. Dafür sind auch in der Schweiz geeignete geologische Formationen vorhanden.

Dr. K. Kühn, stellv. Leiter des Institut für Tief Lagerung Clausthal-Zellerfeld der Gesellschaft für Strahlenforschung mbH, München, zog an einem kürzlichen Vortrag in Bern den folgenden Schluss: «Trotz weitverbreiteten andersartigen Meinungen ist die Abfallfrage sowohl von der Behandlung als auch von der Endbeseitigung her so weit gelöst, dass sie die Anwendung der Kernenergie nicht behindert. Wir kennen sowohl sichere Lagerungsmethoden innerhalb der Biosphäre oder an ihrem Rande wie ganz besonders die Technik, die radioaktiven Abfälle in passende Formen zu überführen und sie dann in geeignete Formationen einzubringen. Aus diesen wird eine Rückkehr in die Biosphäre bis zum praktischen Zerfall der Radioaktivität nicht erfolgen, so dass es sich hier um eine echte Beseitigung handelt, aus der keine Gefahren mehr erwachsen können.» (Nach Mitteilungen der Schweiz. Vereinigung für Atomenergie, SVA).

## Beeinflussung der Umwelt durch das Kernkraftwerk Beznau

DK 621.039.5:577.4

Das erste Atomkraftwerk der Schweiz, Beznau I, steht seit 1. Oktober 1969 in vollem Betrieb und bietet somit Gelegenheit, den Einfluss einer solchen Anlage auf die Umgebung zu studieren. Es werden das Beobachtungs- und Messprogramm beschrieben und die bis Ende 1970 gewonnenen Messergebnisse aufgezählt.

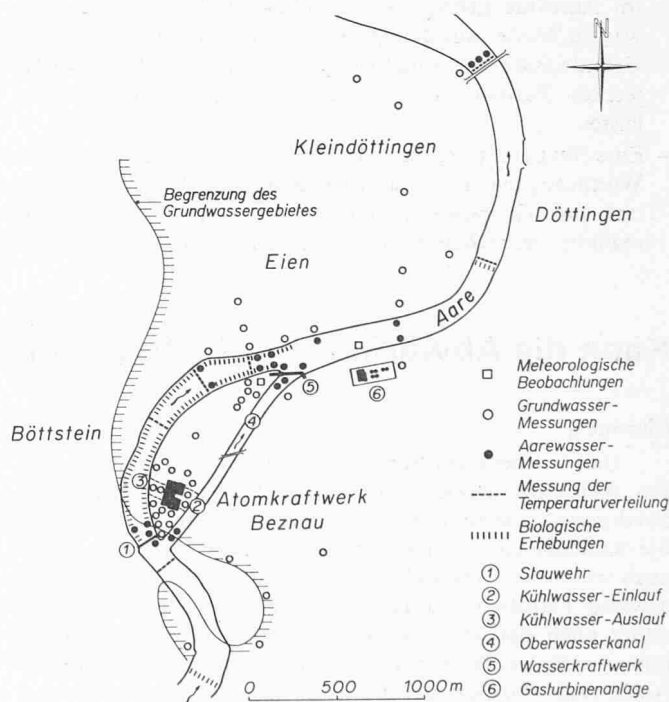
### Das Untersuchungsprogramm

Zur Kontrolle der Einwirkungen bezüglich Flusserwärmung und deren Folgen wurde in Zusammenarbeit mit den zuständigen Amtsstellen bereits frühzeitig ein umfangreiches Untersuchungsprogramm festgelegt. Die Untersuchungen setzten bereits im Jahre 1966, d. h. drei Jahre vor der Betriebsaufnahme, ein und wurden 1969 noch erweitert. Das Beobachtungs- und Messprogramm umfasst zur Hauptsache:

- Wasserstand, Temperatur und Chemismus im Fluss- und Grundwasser
- Untersuchung der Tier- und Pflanzenwelt im Wasser des Aareknies und in massgebenden Querschnitten flussauf- und -abwärts
- Untersuchungen über die Abströmung und Durchmischung des erwähnten Kühlwassers.

In der Beznau gilt das Hauptinteresse der Erhaltung der Qualität des Aaretalgrundwasserstromes. Zahlreiche Grundwasserbeobachtungsrohre sind in den Boden eingetrieben worden. Sie enthalten in verschiedenen Tiefen insgesamt 70 fest eingebaute Thermometer. Der Temperaturverlauf wird alle zwei Wochen gemessen. Vierteljährlich werden aus den Rohren Wasserproben entnommen und chemisch untersucht. Anhand eines grossen flussbaulichen Modellversuches an der ETH wurde die Möglichkeit geprüft, wie das abfliessende Kühlwasser vom linken Flussufer ferngehalten werden kann. Im Aareknie dringt nämlich auf der linken Flussseite Flusswasser in den Grundwasserstrom ein, währenddem am rechten kraftwerkseitigen Ufer das Grundwasser gegen den Fluss hin austritt.

Veränderungen des Grundwassers und der Pflanzen- und Tierwelt eines Flusses sind meist sehr langsame Vorgänge. Deshalb wäre es verfrüht, bereits heute endgültige Ergebnisse erwarten zu wollen. Folgende Feststellungen können jedoch jetzt schon gemacht werden:



Atomkraftwerk Beznau, Messstellen im Fluss und im Grundwasser. Der Plan zeigt die Lage der in der näheren Umgebung des Kraftwerkes vorgesehenen Messstellen, an denen alle möglichen Einwirkungen des Kraftwerkbetriebes auf Temperatur und Chemismus des Wassers sowie auf die tierische und pflanzliche Lebewelt des Flusses über längere Zeit kontrolliert und erforscht werden können