

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

**Artikel:** Kann die Abwärme von Kernkraftwerken biologisch genutzt werden?  
**Autor:** Künzler, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-85211>

#### **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:** 23.02.2026

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



Grundwasseruntersuchungen. Absenken der Unterwasserpumpe in ein Kontrollrohr zwecks Entnahme von Grundwasser für die vierteljährlichen chemischen Analysen. Im Hintergrund Reaktorgebäude und Maschinenhaus des Atomkraftwerkes Beznau II

- Im Aareknie gelingt es, bei allen Abflusszuständen das warme Wasser aus dem Kraftwerk vom Eindringen in das Grundwasser fernzuhalten. Unterhalb des Wasserkraftwerkes Beznau ist eine gute Durchmischung gewährleistet.
- Eine Studie hat ergeben, dass beim Kraftwerk Beznau die Wärmeabgabe des Reaktorgebäudes an den Untergrund und das Grundwasser infolge der sehr dicken Betonmauern vernachlässigbar ist und nicht mehr ausmacht

## Kann die Abwärme von Kraftwerken biologisch genutzt werden?

DK 621.311.22/23:621.039.5:577.4

### Einleitung

Die Wärmeversiegelung der Gewässer nimmt auf der ganzen Welt einen immer grösseren Umfang an. In den industrialisierten Ländern trägt die Industrie, und insbesondere die Kühlung von Kraftwerken, am meisten dazu bei. Wenn auch von dieser Entwicklung bisher hauptsächlich die Binnengewässer betroffen sind, beginnt sich eine zunehmende Erwärmung auch der Meeresküstengewässer abzuzeichnen, denn immer mehr werden Kraftwerke an den Meeresküsten gebaut. Auch sind Projekte bekanntgeworden, die Kernkraftwerke auf Plattformen vorsehen, welche im Meer in einer gewissen Entfernung von der Küste verankert werden sollen. Da das Meerwasser an den Küsten bereits in einigen Metern Tiefe bedeutend kälter ist als an der Oberfläche, verspricht man sich eine Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades solcher Anlagen, was diese Standorte aufwertet.

als bei anderen im Grundwasser stehenden Geschäfts- oder Wohnbauten.

### Ergebnisse der Messungen

Im Jahre 1970 betrug die minimale Aarewassermenge 234 m<sup>3</sup>/s bei einer Temperatur von 3 °C. Sie trat im Januar auf. Der Betrieb des Atomkraftwerkes mit Vollast hätte dabei eine Erwärmung von 0,75 °C verursacht. (Tatsächlich hatte das Kraftwerk damals erst 90 % der Nennleistung erreicht.) Bei der mittleren Wasserführung von 732 m<sup>3</sup>/s erwärmt sich die Aare sogar nur um 0,24 °C. Nach den geltenden schweizerischen Richtlinien darf die Wassererwärmung im Fluss nicht mehr als 3 °C betragen.

Die maximalen Werte der Abgabe von Radioaktivität an die Umgebung sind durch die behördlichen Betriebsvorschriften auf vorsichtige Werte begrenzt. Tatsächlich konnten die Abgaben noch wesentlich kleiner gehalten werden. An gasförmiger Aktivität wurde im Mittel etwa 1/20 des zulässigen Wertes abgegeben. Sie hatte keine messbare Erhöhung der Strahlung in der Umgebung des Kraftwerkes zur Folge. In die Aare darf nur so viel Abwasser abgegeben werden, dass dadurch die Aktivität des Aarewassers im Mittel um nicht mehr 1/2000 des für Trinkwasser zulässigen Wertes erhöht wird. Die tatsächliche Erhöhung berechnet sich im Mittel auf etwa 1/5000. Dieser Wert ist in der Aare durch Messung nicht feststellbar. Er berechnet sich aus der Verdünnung der gemessenen Abgabe. Dabei wird erst noch mit der minimalen Aarewassermenge gerechnet. Da die wirkliche Wasserführung im Jahresmittel mindestens dreimal so gross ist als der angenommene Minimalwert, so ist die tatsächliche Erhöhung nochmals um diesen Faktor kleiner. Der Einfluss des Atomkraftwerkes auf die Strahlenbelastung der Umgebung wird durch ein umfangreiches Messnetz überwacht. Die Überwachung erfolgt im Auftrag der Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität durch das Eidg. Institut für Reaktorforschung in Würenlingen. Ausser Messungen in der Luft, im Aarewasser, im Rheinwasser und im Grundwasser werden unter anderen auch Messungen an Erdproben, an Gras- und an Milchproben sowie an Plankton und Schwebestoffen der Aare durchgeführt. Diese umfangreichen Messungen zeigten bisher keine messbare Erhöhung des Strahlenpegels in der Umgebung des Kraftwerkes gegenüber anderen Landesgegenden. Die wesentlichen Messergebnisse werden jährlich im Bulletin des Eidg. Gesundheitsamtes veröffentlicht.

Dies bedeutet, dass in Zukunft die Meeresküstengewässer zunehmend mit Abwärme belastet werden, was auch dort eine Veränderung der gesamten biologischen Lebensbedingungen mit sich bringt. Nun ist aber bekannt, dass die Erwärmung eines Gewässers für den Menschen unmittelbar auch positive Auswirkungen haben kann, beispielsweise in Form verbesselter Schifffahrtsmöglichkeiten oder in Form gesteigerter biologischer Mengenproduktion durch die temperaturbedingte Anregung des Lebenskreislaufes. Deshalb wird versucht, die technisch vorerst noch unvermeidliche Abfallwärme nutzbar zu machen. Dabei steht die biologische Nutzung von Abwärme durch Warmwasserkulturen im Vordergrund.

### Derzeitige Forschungsarbeiten

In der Bundesrepublik Deutschland führt das Institut für Meereskunde der Universität Kiel Versuche zur Miesmuschel-

kultur in der Ausflussbucht eines Kraftwerkes durch. Die Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg versucht die Kultur von Süßwasserfischen im Kühlwasser des Hochenergiebeschleunigers *Desy*. Ziel dieser Vorversuche ist die Erarbeitung eines kombinierten Verfahrens zur Energieerzeugung und Abwärmenutzung.

Amerikanische Wissenschaftler arbeiten derzeit an Projekten, bei denen Kraftwerke bereits unter dem Gesichtspunkt der erwähnten Doppelnutzung entworfen und erstellt werden sollen. Mit Hilfe dieser Anlagen soll, neben der Energieerzeugung, das ungenutzte Produktionspotential des Tiefseewassers ausgenutzt werden. Die grossen Ozeane enthalten in den Tropen und Subtropen zwei getrennte Wasserschichten: die obere, durchlichtete Schicht, in der sich das pflanzliche Leben abspielt, und das Tiefwasser. Das Oberflächenwasser ist arm an Nährstoffen und daher auch an pflanzlichem und tierischem Leben. Das Tiefenwasser ist dagegen sehr kalt und außerordentlich reich an Pflanzennährstoffen.

Es gibt viele Vorschläge mit dem Ziel, das Oberflächenwasser durch die im Wasser aus der Tiefe enthaltene Biomasse zu «düngen» und so seine Fruchtbarkeit zu erhöhen. Einer dieser Vorschläge sah sogar vor, einen Kernreaktor im Meer zu versenken; dessen laufende Wärmeabgabe würde ein Aufsteigen des Tiefenwassers bewirken, womit das Oberflächenwasser gedüngt werden könnte. Wegen der Gefahr der radioaktiven Verseuchung wird allerdings dieser Vorschlag kaum zur Anwendung gelangen.

Neuerdings wird vorgeschlagen, zur Kraftwerkskühlung Seewasser aus Tiefen bis etwa 500 m zu verwenden. Dieses Wasser ist einerseits sehr kalt, was zur Steigerung des Wirkungsgrades der Kraftwerksanlagen führt; andererseits würden mit dieser Methode Nährstoffe aus der Tiefe an die Oberfläche gefördert, die man in Buchten oder Kulturteichen nutzen könnte.

Entsprechende biologische Versuche werden an mehreren Orten durchgeführt. In Hawaii werden Experimente im Hinblick auf die Steigerung der Produktion von in Tiefseewasser kultiviertem Plankton durchgeführt. In durchsichtigen und mit Tiefenwasser gefüllten Behältern werden Kulturen einer

Grünalgenart eingebracht. Die Behälter werden in das Meer gehängt, so dass außer dem Wasser gleiche Umweltbedingungen wie in den umgebenden Gewässern herrschen. Diese Versuche zeigten, dass im Tiefenwasser eine rund 60fache Steigerung der pflanzlichen Erzeugung möglich ist. Es wird damit gerechnet, dass in auf diese Weise mit Nährstoff «angereicherten» Gewässern auch ein entsprechend grösserer Fischbestand sich einstellen könnte. In einer Forschungsstation auf den Jungferninseln wird Tiefseewasser in Kulturbekken gepumpt. Mit dem darin entstehenden pflanzlichen Plankton ernährt man Muschelkulturen. Mit diesen Versuchen wurden Rekorderträge verzeichnet.

#### Nachwort

Wenn auch das Wasservolumen der grossen Ozeane riesig ist und die Wärmeabgabe einiger Kernkraftwerke diese Gewässer kaum messbar erwärmen wird, so muss man sich doch bewusst sein, dass die hier geschilderten Projekte nichts anderes als eine Lösung auf Zeit darstellen. Denn auch die Meere weisen kein unendliches Wärmeaufnahmepotential auf. Zudem dürften nur verhältnismässig wenige Standorte für solche Doppelzweckanlagen geeignet sein. Die Schwierigkeiten für den Transport der erzeugten Energie einerseits und die für eine erhöhte Bioproduktion günstigen Gewässer andererseits werden diesen Vorhaben wahrscheinlich ziemlich enge Grenzen ziehen.

Worüber man aber noch gar nicht Bescheid weiss, sind die Auswirkungen solcher Vorhaben, wohl nicht auf einen ganzen Ozean bezogen, sondern auf die Gegenden, wo Doppelzweckanlagen möglicherweise zu stehen kämen. Denn sowohl das Fördern von Tiefseewasser in grossen Mengen an die Oberfläche wie auch die andauernde Wärmeabgabe stellen örtliche Umweltveränderungen dar, die sich unmittelbar auf eine bessere Deckung des Weltnahrungsbedarfs und des Energiebedarfs auswirken. Was aber mittelbar, nach Jahrzehnten bzw. nach Jahrhunderten geschieht, kann heute noch niemand voraussagen. Und wie wenig bereits genügt, um das empfindliche biologische Gleichgewicht zu stören, erkennt man aus den Ausführungen von Dr. H. Ambühl (S. 485 dieses Heftes).

M.K.

DK 621.351 : 539.163 : 61

## Kleinstbatterien für medizinische Zwecke

Für viele Aufgaben in der medizinischen Diagnose und Therapie werden Stromquellen verlangt, die sehr kleine Leistungen über lange Zeiten abzugeben imstande sind. Die elektrische Energie wird für das Betreiben von Sensorelektroden, für telemetrische Messungen, ganz besonders aber zur Lieferung von Reizimpulsen an das Muskelgewebe benötigt. Eine weite Verbreitung hat inzwischen der künstliche Herzschrittmacher gefunden. Der im Körper des Patienten implantierte Herzschrittmacher übernimmt in diesen Fällen die Lieferung des Reizimpulses, der das Herz zu normaler Pumpfunktion anregt. Die bisherige Technik sieht als Stromquelle elektrochemische Primärzellen grosser Lebensdauer vor. Die Häufigkeit der Auswechseloperationen ist von der sicheren Funktion dieser Zellen abhängig. Mit der direkten Umwandlung radioaktiver Strahlung in elektrische Energie beschäftigen sich mehrere Firmen, und man hofft, hier eine Energiequelle gefunden zu haben, die die besonderen Anforderungen dieser Technik zu erfüllen vermag.

#### Einleitung

Die elektrochemischen Batterien, die bisher für den Betrieb von Herzschrittmachern verwendet wurden, weisen eine

Lebensdauer von rund zwei Jahren auf. Sobald ihre Leistung unterhalb eines bestimmten Wertes absinkt, müssen sie operativ vom Körper des Patienten entfernt und ersetzt werden. Abgesehen von den Unannehmlichkeiten einer periodischen Operation, gibt es Fälle, wo ein solcher Eingriff nicht angezeigt oder gar gefährlich sein kann.

Bereits im Jahre 1968 gelang es Forschern der McDonnell Douglas Corp., zwei Nuklearbatterien zu entwickeln, die sehr kleine Abmessungen aufweisen und gegenüber chemischen Zellen eine erheblich höhere Lebensdauer haben. Die Funktion der *Isomite-Batterie* beruht auf der thermoionischen Energieumwandlung, die der *Betacel-Batterie* auf der direkten Umwandlung der  $\beta$ -Strahlung in elektrische Energie.

#### Isomite

Die Isomite-Batterie (Bild 1) ist ein thermoionischer Energieumwandler, der mit verhältnismässig niedriger Temperatur arbeitet. Die Erwärmung der thermoionischen Elektrode (Emitter) auf rund 700 bis 750 K wird durch die radioaktive Strahlung eines Isotopes bewirkt. In diesem Falle wird Promethium-147 oder Plutonium-238 angewendet. Der radioaktive Brennstoff befindet sich in einer hermetisch verschweissten