

Atomkraftwerke in Österreich und ihr Einfluß auf die Gewässergüte

A. NENTWICH

Die Frage, ob und in welchem Umfang Kernkraftwerke die Gewässergüte beeinflussen, ist ein Teil des grundsätzlichen ökologischen Problems der Energieerzeugung, hervorgerufen durch den steigenden Energiebedarf unserer wachstumsorientierten Gesellschaft.

Kernkraftwerke sind thermische Kraftwerke, d. h. Anlagen, in denen die freigesetzte Wärme in elektrische Energie umgeformt wird. In konventionellen Dampfkraftwerken entsteht Wärmeenergie durch Verbrennung von Kohle, Erdöl oder Erdgas, in Kernkraftwerken wird diese Wärmeenergie durch Kernspaltung freigesetzt. In beiden Fällen erfolgt der Umwandlungsprozeß von Wärmeenergie zur elektrischen Energie nach dem gleichen Prinzip. Zuzufolge des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik werden hierbei große Mengen von Abwärme, d. h. Wärmeenergie niedrigen Niveaus, an die Umwelt abgegeben. Wegen des schlechteren Wirkungsgrades der heutigen Kernkraftwerke — wie sie wissen, werden heute zur Stromerzeugung auf kommerzieller Basis vorwiegend Leichtwasserreaktoren eingesetzt die mit einer Satttdampfturbine arbeiten — ist die hierbei anfallende Abwärme etwas größer als bei konventionellen Dampfkraftwerken.

Die technisch wirtschaftlichste Lösung der Beseitigung dieser anfallenden Abwärme ist, sofern ein genügend großer Vorfluter zur Verfügung steht, bei isolierter Betrachtung eines einzelnen Kraftwerkes ohne Zweifel die Frischwasserkühlung. Die Abgabe der Abwärme über Kühltürme, seien es nun nasse oder trockene Verfahren, hat leistungsmäßige und damit wirtschaftlich nachteilige Konsequenzen. Untersuchungen haben gezeigt, daß bei einem Kernkraftwerk von etwa 1.200 bis 1.300 MW bei Kühlturbetrieb in geschlossenem Kreislauf mit einer Leistungseinbuße von etwa 5% zu rechnen ist.

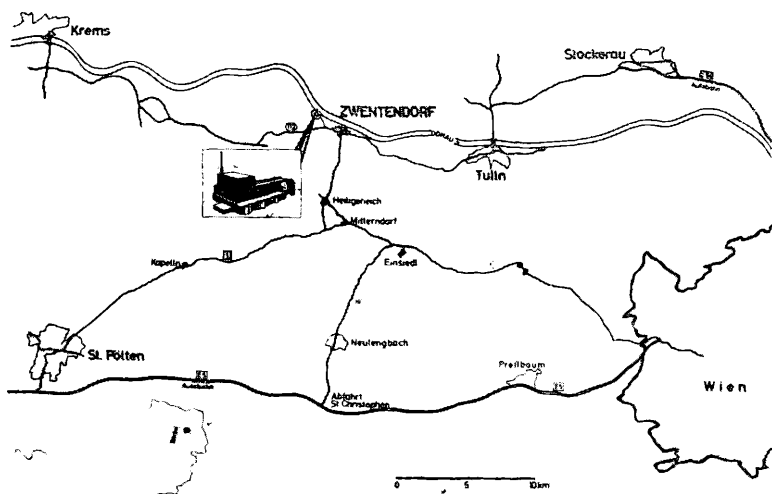


Abbildung 1
Standort:

In Österreich:

Auf Grund von netztechnischen Untersuchungen ergab sich als optimaler Standort für ein 1975/76 in Betrieb gehendes Kernkraftwerk mit einer Leistungsgröße von rd. 600 bis 700 MW der Wiener Raum. Eingehende Standortuntersuchungen führten dann zur Wahl des Baugeländes in einem Auegebiet am rechten Donauufer in der Nähe von Zwentendorf in Niederösterreich, etwa 13 km westlich von Tulln. Die dort gegebenen günstigen Kühlwasserverhältnisse im Verein mit der Nähe zum Netzknotenpunkt Bisamberg sowie die guten Bodenverhältnisse und meteorologischen Bedingungen waren ausschlaggebend für die Wahl des Standortes.

Das Kernkraftwerk Zwentendorf hat eine elektrische Nettoleistung von 692 MW und ist mit einem Siedewasserreaktor Bauart AEG ausgerüstet. Bei der Disposition des Kernkraftwerkblockes wurde besonderes Augenmerk auf die aus betrieblichen Erwägungen notwendigen kurzen und sicheren Verbindungswege zwischen den Hauptgebäuden gelegt.

ein etwa 50 m breiter Hochwasserabflußstreifen freigehalten. Zum Nachweis, daß durch diese im Hochwasserabflußbereich der Donau errichtete Insel samt der Zufahrtsstraße keine unzulässigen Beeinträchtigungen bei Hochwässern entstehen, wurden am Modell des Kraftwerkes Altenwörth der Donaukraftwerke AG in Ybbs-Persenbeug umfangreiche Untersuchungen unter der Leitung der Bundesanstalt für Wasserbau durchgeführt.

Die Ableitung der Energie erfolgt über den Blocktransformator und über eine 220 kV-Leitung in etwa südlicher Richtung zum Umspannwerk Dürnrohr und damit in das Verbundnetz.

Modellschnittbild

Im Reaktorgebäude befindet sich das Reaktordruckgefäß, in dem das Herz der Anlage, der Reaktorkern, untergebracht ist. Das Reaktordruckgefäß wird von einem doppelwandigen Sicherheitsbehälter umschlossen, der eine der wesentlichsten Sicherheitseinrichtungen des Kernkraftwerkes darstellt. Darüber hinaus werden in diesem Gebäude das Brennelement-Lagerbecken mit den für den Brennelementwechsel nötigen Einrichtungen, die Lüftungsanlagen und die Aufbereitungsanlagen für radioaktive

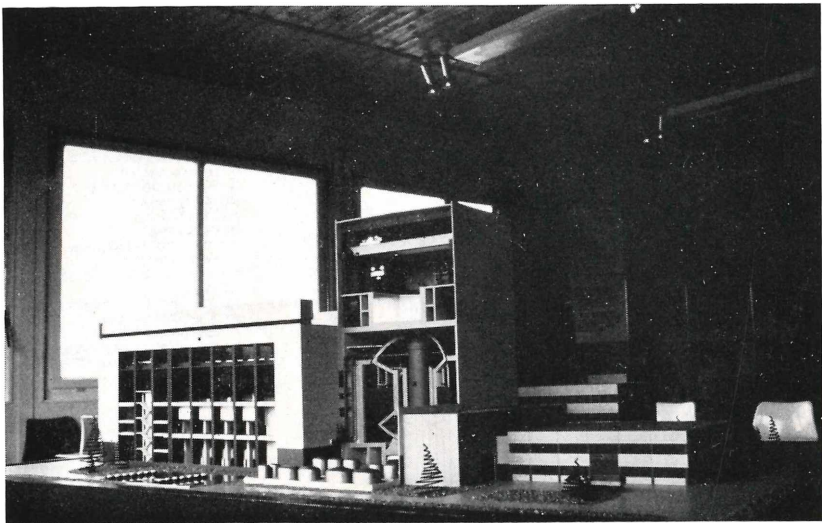


Abbildung 3
Modellschnitt des Kernkraftwerkes

Abfälle sowie der überwiegende Teil der sonstigen Sicherheitseinrichtungen untergebracht.

Das Maschinenhaus beherbergt wie bei konventionellen Dampfkraftwerken die Turbinenanlage — eine Satteldampfturbine mit 3 zweiflutigen ND-Teilen und 3.000 UPM —, den Generator, die Vorwärmanlagen und die zugehörigen Hilfseinrichtungen.

Alle Gebäude bzw. Gebäudeteile sowie Anlagen und Systeme, die zur sicheren Abschaltung des Reaktors zum Unterkritischhalten des Reaktors und zur Abfuhr der Nachwärme notwendig sind, wurden für das stärkste Erdbeben, das jemals in dieser Gegend aufgetreten ist, ausgelegt. Es handelt sich hierbei um ein Starkbeben, das sich im Jahre 1590 im Raum Neulengbach ereignete und mit jenem verheerenden Erdbeben von Skopje in Jugoslawien vom Juli 1963 vergleichbar ist.

Um einen absoluten Schutz gegen eine mögliche Verseuchung des Grundwassers zu gewährleisten, wurde der gesamte Kraftwerksblock in eine druckwasserdichte Isolierwanne gestellt, die so ausgelegt ist, daß sie auch unter den Bedingungen des vorher erwähnten Katastrophenbebens absolut dicht bleibt.

Innerhalb des Sicherheitsbehälters befindet sich der Reaktordruckbehälter mit dem Herzstück der Anlage, dem Reaktorkern und die 6 internen Axialpumpen zur Kühlmittelumwälzung. Der Betriebsdruck des Reaktors beträgt 72 ata.

Der Reaktorkern besteht aus 484 Brennelementen, in denen das angereicherte Uran in Form von Urandioxydtabletten enthalten ist, insgesamt rd. 94 t UO₂.

Zwischen diesen Brennelementen sind 113 Steuerstäbe angeordnet, die zur Leistungsregelung über größere Bereiche dienen und die gewünschte Neutronenflußverteilung im Kern einregeln. Zur raschen Leistungsänderung dient die Umwälzregelung.

Im Reaktordruckgefäß wird der entstehende Dampf entwässert und getrocknet und über 4 Frischdampfleitungen direkt der Turbine zugeführt.

Das im Sicherheitsbehälter enthaltene Druckabbausystem hat die Aufgabe, bei einem Rohrleitungsbruch mit Dampfaustritt innerhalb des Containments dieses vor unzulässigem Überdruck zu schützen. Der austretende Dampf füllt den oberen Ringraum des Containments und wird durch Kondensationsrohre in die Kondensationskammer geleitet, wo er unter Wasser ausströmt und kondensiert.

Die Stahlhülle des Containments ist von einer Dichthaut umgeben und der zwischen der Stahlhülle und der Dichthaut entstehende Ring-

raum wird laufend abgesaugt und etwa auftretende Leckagen wieder in den Reaktorsicherheitsbehälter zurückgepumpt.

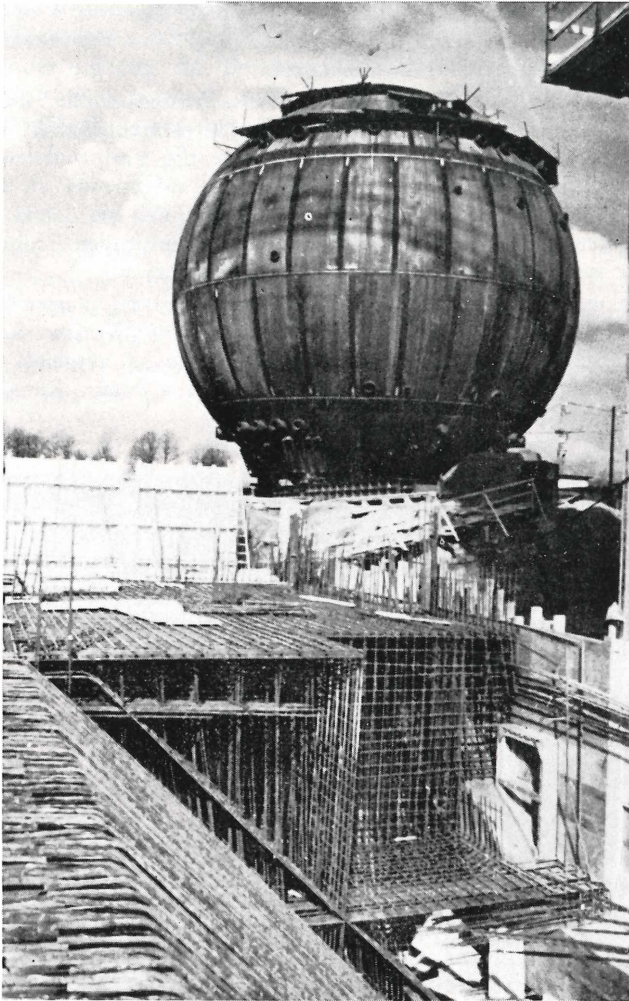


Abbildung 4
Baustellenfoto mit Sicherheitsbehälter

Abb. 4 zeigt den zu etwa 90% fertiggestellten Reaktorsicherheitsbehälter, der aus Termingründen außerhalb des Reaktorgebäudes errichtet wurde (Durchmesser etwa 26 m, Gewicht rd. 1.100 Tonnen).

Im Zuge der Wasserrechtsverhandlung für das Kernkraftwerk Tullnerfeld wurde insbesondere der Frage der Wärmeeintragung in die Donau größte Beachtung geschenkt, in diesem Zusammenhang wurden an der Technischen Hochschule Graz am Institut für konstruktiven Wasserbau Modellversuche hinsichtlich der Ausbildung der Kühlwasserbauwerke sowie der thermischen Belastung der Donau angestellt, um optimale Mischungsverhältnisse bei geringen Querströmungen in der Donau zu erhalten.

Dieses Modell im Maßstab 1 : 66²/₃ wurde in einer Traglufthalle, wie in diesem Bild ersichtlich, errichtet. Im Modell selbst wurde der Donauverlauf vom zukünftigen Donaukraftwerk Altenwörth bis etwa 3,5 km stromabwärts des Kernkraftwerksbereiches nachgebildet, also insgesamt 5,5 Stromkilometer. Die Messungen wurden für drei Zustände der Donau durchgeführt, und zwar für den derzeitigen Zustand, dem Zustand nach Ausbau des Donaukraftwerkes Altenwörth mit Eintiefung der Donau

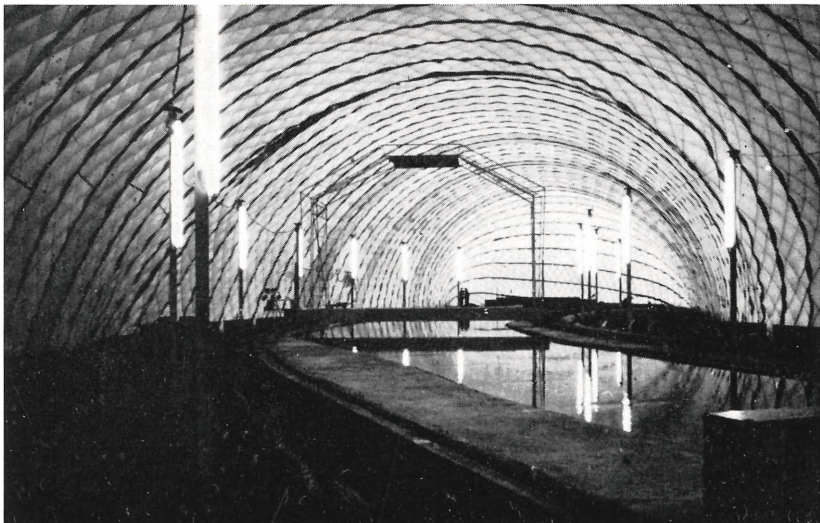


Abbildung 5
Kühlwasserversuchmodell

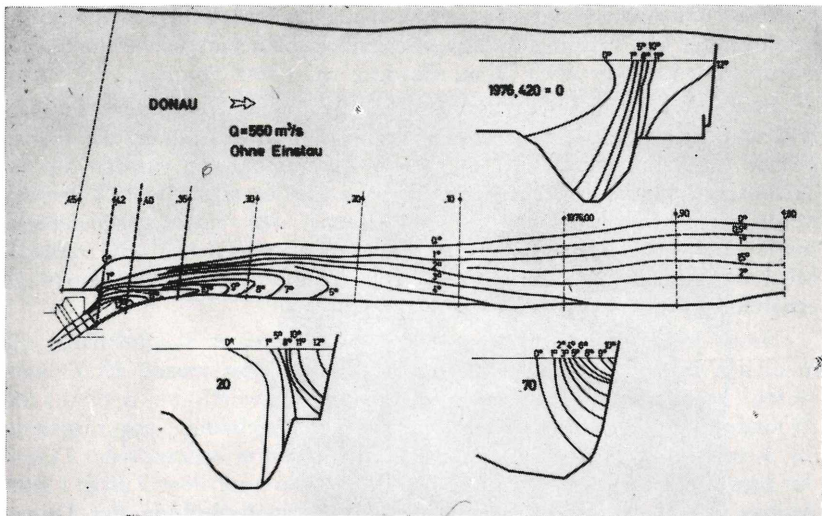


Abbildung 6
Isothermen

im Bereich des Kernkraftwerkes, und jenen Zustand, der nach Ausbau des Donaukraftwerkes Greifenstein mit dem Einstau im Bereich des Kernkraftwerkes gegeben ist.

Im Zuge der Untersuchungen stellte sich als ungünstigste Variante jene heraus, die durch Eintiefung des Donaubettes nach Errichtung des Donaukraftwerkes Altenwörth und geringer Wasserführung der Donau (rd. $550 \text{ m}^3/\text{s}$) gekennzeichnet ist. Die Messergebnisse dieser Untersuchungen mit den dabei gefundenen Mischungsverhältnissen im Rückgabebereich sind im Bild 6 dargestellt. Die Isothermen zeigen, daß bei Rückgabe des um rd. 13°C erwärmten Kühlwassers die Warmwassersträhne schon nach etwa 400 m auf etwa 3°C abgeklungen ist. Weiters befindet sich die Warmwasserfahne, wie auf den Schnitten ersichtlich ist, vorwiegend an der Oberfläche des Stromes.

Auf Grund dieser Versuche wurde von der Wasserrechtsbehörde die Entnahme und Wiedereinleitung von $35 \text{ m}^3/\text{s}$ Kühlwasser aus der Donau unter folgenden Bedingungen bewilligt:

- Die Aufwärmespanne darf max. 13°C betragen.
- Die Maximaltemperatur des Kühlwassers bei der Einleitung darf niemals 30°C überschreiten.

- Die Maximaltemperatur der Donau nach vollständiger Durchmischung darf max. 25°C betragen.
- Die Aufwärmung der Donau nach vollständiger Durchmischung darf keinesfalls 3°C überschreiten.

Es ist jedoch sichergestellt, daß die Aufwärmung der Donau selbst bei extremen Niederwasserverhältnissen $0,7^{\circ}\text{C}$ nicht überschreiten wird. Bei Normalwasserverhältnissen wird die Donau durch den Betrieb des Kernkraftwerkes in Zwentendorf etwa um $0,2$ bis $0,3^{\circ}\text{C}$ aufgewärmt werden.

Neben der Wärmeeintragung in den Vorfluter kommt bei Kernkraftwerken als Besonderheit noch die Abgabe von Radioaktivitäten in das Kühlwasser dazu. Die Abgabe von radioaktiven Flüssigkeiten aus Kernkraftwerken unterliegt sehr rigorosen Bestimmungen der Strahlenschutzbehörde. Eine radioaktive Kontaminierung des Grundwassers wird durch konstruktive Maßnahmen — erdbebensichere, druckwasserdichte Isolierwanne — verhindert. Die Aktivitätsabgabe in das Kühlwasser erfolgt nur kontrolliert unter strenger Beachtung der von der Strahlenschutzbehörde genehmigten Abgaberaten.

Abb. 7 zeigt eine schematische Darstellung der in einem Kernkraftwerk anfallenden festen, flüssigen und gasförmigen radioaktiven

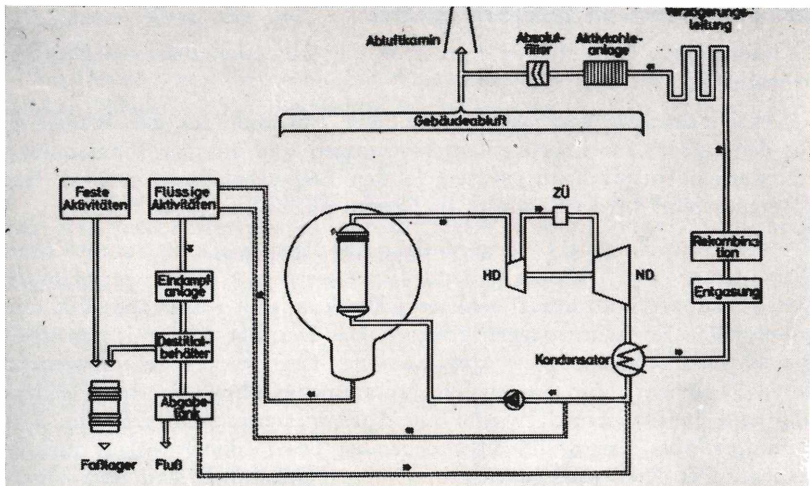


Abbildung 7
Aktivitätenfluß

Abfälle. Aktivitätsmäßig betrachtet werden etwa 99% der entstehenden Aktivitäten im Brennelement zurückgehalten und fallen erst bei der Wiederaufbereitung der abgebrannten Brennelemente an.

Die im Reaktordruckgefäß entstehenden radioaktiven Gase strömen mit dem erzeugten Dampf über die Turbine in die Kondensatoren. Von dort werden sie über Dampfstrahlluftsauger kontinuierlich in die Abgasanlage abgesaugt, wo sie zuerst eine Anlage zur Rekombination des durch Radiolyse gebildeten freien Wasserstoffes und Sauerstoffes durchströmen. Die nichtkondensierbaren Gase werden einer Verzögerungsanlage aus Aktivkohlebetten zugeführt. Nach dem Durchlaufen der Verzögerungsanlage ist ihre Aktivität bereits so stark abgeklungen, daß sie, nachdem sie über Feinfilter geführt und mit der Gebäudeabluft vermischt wurde, über den Abluftkamin abgegeben werden können.

Durch diese Verdünnung wird eine Verringerung der Aktivitätskonzentration der Abluft auf einen für die Umgebung völlig unbedenklichen Wert erreicht. Die Abgabe der radioaktiven Abluft wird ständig überwacht und registriert und darf selbstverständlich nur innerhalb der behördlich festgelegten Grenzen erfolgen.

Feste radioaktive Abfallstoffe, wie z. B. Filtereinsätze, Laborabfälle, kontaminierte Werkzeuge, Putzmittel, Wäsche usw., werden, wie auf Bild 8 ersichtlich, in Behältern gelagert.

Radioaktive Flüssigkeiten werden in der Abwasseraufbereitungsanlage behandelt.

Aktivitätsmäßig schwach verunreinigte Abwässer aus der Wäscherei, aus den Labors für inaktive Untersuchungen und aus der Filterspülung etc. werden entsprechend gefiltert in den Abgabebehältern geleitet. Der Filterrückstand wird getrocknet in Fässern abgefüllt.

Aktivitätsmäßig stark verunreinigte Abwässer, wie z. B. Sumpfwässer, aktive Labor- und Dekontaminierabwässer werden zunächst eingedampft. Das Verdampferkonzentrat wird nach Trocknung in Fässer abgefüllt und in speziellen Konzentratlagern gelagert. Das Destillat wird mit den übrigen schwach verunreinigten Abwässern des Kraftwerkes die vorwiegend durch Systementleerungen anfallen, zusammengeführt und durch Filtration und Ionenaustausch wieder auf Speisewasserqualität gebracht. Das gereinigte Wasser wird zum überwiegenden Teil in den Kreislauf zurückgespeist. Der Rest wird in Abgabebehältern gesammelt und nach Überprüfung auf zulässige Aktivitätskonzentration im behördlich bewilligten Ausmaß in die Donau abgegeben.

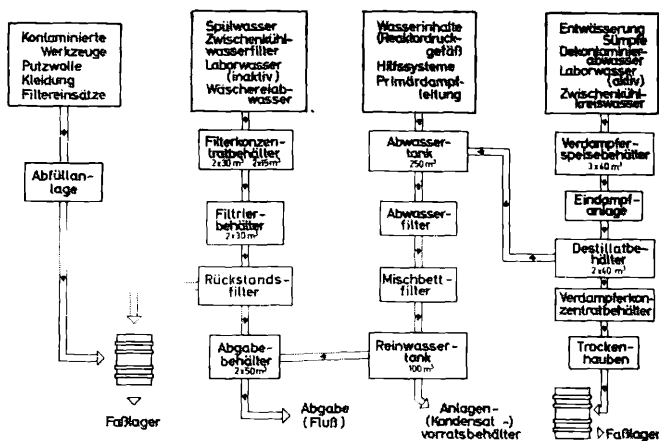


Abbildung 8
Aufbereitung fester und flüssiger Aktivitäten

Die Aktivitätskonzentration der abgegebenen Abwässer liegt unterhalb jenem Wert, der für Trinkwasser vorgeschrieben ist, also unter 30 pCi/l.

Im Detail liegen die genauen Abgaberraten noch nicht fest. Von bestehenden Anlagen sind nachstehende Werte bekannt:

Tabelle 1

Abgabe von flüssigen Aktivitäten mit dem Abwasser
(Die gemessenen Werte sind Jahresmittelwerte, kurzfristige Abgaberraten
lagen max. um den Faktor 10 höher)

Anlage	Abgabe ohne Tritium gemessen	Tritium gemessen
VAK-Kahl	10^{-4} Ci/mo	0,02 Ci/mo
KKB-Gundremingen	0,2 Ci/mo	2 Ci/mo
KWL-Lingen	0,02 Ci/mo	0,7 Ci/mo

Für die jährliche Abgabe in die Donau wurde ein Aktivitätswert beantragt, der im Bild jenen Werten gegenübergestellt wurde, der im

Jahr 1969 in der Donau im Raume von Wien (Reichsbrücke) gemessen wurde. Unter Zugrundelegung des beantragten Wertes von rd. 0,3 pCi/l beträgt die innerhalb eines Jahres vom Kernkraftwerk in die Donau abgegebene Aktivität rund $\frac{1}{100}$ der derzeitigen natürlichen Aktivitätsfracht der Donau. Bei diesem Vergleich wurde die Tritium-Aktivität nicht berücksichtigt. Ein Tritiumvergleich ergibt noch weit geringere Abgaberaten gegenüber dem Gehalt in der Donau, etwa in der Größenordnung von unter 1%.

Zusammenfassend kann man also feststellen, daß der Betrieb des Kernkraftwerkes in Zwentendorf zwar Belastungen für die Umwelt bringen wird, diese jedoch durchaus tolerierbar sind und im Vergleich mit anderen Wärmekraftwerken sogar im positiven Sinne beispielgebend sind.

Die isolierte Betrachtung der Auswirkung dieses einen Kernkraftwerkes in Österreich auf die Gewässergüte kann natürlich keine Antwort sein auf die grundsätzliche Frage der Umweltbelastung durch die Energieerzeugung.

Die gegenwärtige technische Zivilisation verwendet Rohstoffe aus Naturvorkommen, deren Konzentrationen um Größenordnungen über dem Durchschnitt der Erdkruste liegen und produziert dabei gleichzeitig große Mengen an Abfall. Für die Veredelung dieser Rohstoffe werden große Mengen an Energie benötigt, die aus den Vorräten an fossilen Brennstoffen stammen. Da diese Vorräte in unserer Welt naturgemäß beschränkt sind, wird es in Zukunft notwendig werden, Rohstoffvorkommen mit geringerer Konzentration auszubeuten, was andererseits wieder einen Mehrbedarf an Energie zur Folge haben wird.

Die Voraussetzung für die Weiterentwicklung der technischen Zivilisation ist die Beschaffung dieser Energiemengen. Außer es gelingt, in allernächster Zukunft eine schnelle und dauerhafte Änderung der derzeit vorhandenen Werteordnung in unserer Gesellschaft zu erreichen, so, daß es damit zu einer gewollten Reduktion des materiellen Lebensstandards kommt.

Als einzige Energiequelle bieten sich derzeit bei längerfristiger Betrachtung die Kernbrennstoffe an, die beim Einsatz in Brutreaktoren auch den voraussehbaren Energiebedarf einer hoch technisierten Zivilisation für etwa 10^6 Jahre decken werden können. Die Nutzbarmachung der Fusionsenergie steckt heute noch in den ersten Anfängen; es sind noch viele grundlegende und zum Teil noch gar nicht erkannte physikalische und technologische Probleme zu lösen, so daß eine Voraussage über den Zeitpunkt ihrer Realisierung vorderhand reine Spekulation ist.

Die ökologischen Probleme der Energieerzeugung bestehen neben der materiellen Emission von Kohlendioxyd, Kohlenmonoxyd, Schwefel- und Stickoxyden, Kohlenwasserstoff und Staub, die bei der Verbrennung der fossilen Brennstoffe in die Atmosphäre gelangen, vor allem in der Wärmeabgabe.

Das grundsätzliche Problem hierbei ist die Beseitigung der lokal anfallenden direkten Abwärme, d. h. die räumliche Verteilung der Abwärme. Es gibt Untersuchungen in dieser Richtung wie z. B. die Nutzung der Abwärme für Abwasserklärung, Beheizung von Agrarkulturen etc., jedoch sind die hierbei auftretenden Probleme noch nicht restlos gelöst.

Mit der Verwendung der Kernbrennstoffe kommt ein weiterer ökologischer Problembereich der Energieerzeugung ins Spiel: die Radioaktivität. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen der direkten Bestrahlung infolge des Reaktorbetriebes, der Emission radioaktiver Stoffe und letztlich der Beseitigung der langlebigen radioaktiven Abfälle.

Die ersten beiden Aspekte sind, da die Kernspaltung ein von der Außenwelt vollständig abschließbarer Prozeß ist, durch technische Maßnahmen zu beherrschen. Die bisherige Erfahrung mit Kernkraftwerken hat dies auch in vollem Umfang bestätigt.

Das Problem der Endlagerung des hochaktiven Abfalls mit großer Halbwertszeit ist im Detail noch nicht endgültig gelöst. Die heute geübte Praxis besteht in der Einschließung der strahlenden Isotope in keramischen Stoffen, die in aufgelassenen Salzbergwerken endgelagert werden. Die derzeitige kleine Abfallproduktion bereitet noch keine Schwierigkeiten. Die Technik der Beseitigung großer Abfallmengen ist allerdings noch im Detail zu lösen.

Auch wir hier in unserem kleinen Land Österreich stehen nunmehr vor der Frage, woher wir die für die weitere Entwicklung unserer Gesellschaft notwendigen Energiemengen nehmen werden. Österreich war bisher in der glücklichen Lage, den Großteil seines Energiebedarfs aus der Wasserkraft decken zu können. Da diese Wasserkräfte jedoch nur beschränkt verfügbar sind und andererseits auch in unserem Lande der Energiebedarf mit durchschnittlich 7% pro Jahr ansteigt, müssen auch wir für die Deckung unseres Energiebedarfes thermische Kraftwerke, d. h. vorzugsweise Kernkraftwerke einsetzen. Eine Studie des zuständigen Ressortministeriums, die auf der Basis der im Rahmen der Koordinierungsgespräche innerhalb der österreichischen Elektrizitätswirtschaft festgelegten Ausbauprogramme erstellt wurde, nennt hier für den Zeitraum 1981 bis 1990 drei Kernkraftwerke mit einer Gesamtleistung von etwa 2.800 MW.

Die Situierung dieser weiteren Kernkraftwerke wird sich aus rein energiewirtschaftlichen Überlegungen ergeben, wobei hier selbstverständlich der Frage der Kühlwasserversorgung besondere Bedeutung zukommt. Geht man nach wie vor von der technisch-wirtschaftlich optimalen Frischwasserkühlung aus, so genießen Standorte an den großen Flüssen Priorität. Neben diesen Kernkraftwerken werden zur Deckung des Strombedarfes im gleichen Zeitraum noch etwa 1.000 MW in konventionellen Dampfkraftwerken installiert werden müssen.

Auf Grund einer ersten Grobabschätzung bezüglich der aus technischer Sicht möglichen Wärmeeintragung in die Donau kommt man, wenn man gleiche Überlegungen anstellt, wie sie der Erstellung des Wärmelastplanes des Rheins zugrundegelegt wurden, zu dem Ergebnis, daß man im österreichischen Teil der Donau etwa 7.000 bis 10.000 MW in thermischen Kraftwerken installieren könnte.

Parallel dazu angestellte Überlegungen hinsichtlich der radioaktiven Belastung der Donau ergaben einen Wert von etwa 8.000 bis 9.000 MW möglicher nuklearer Leistung an der Donau.

Im Hinblick auf die für die österreichische Wirtschaft notwendige Versorgung mit billiger elektrischer Energie einerseits als auch um Fehlinvestitionen auf Seite der Elektrizitätswirtschaft zu vermeiden, ist daher die umgehende Erstellung eines Wärmelastplanes für die Donau und darüber hinaus für das gesamte Bundesgebiet ein vorrangiges Problem.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Alfred NENTWICH, Direktor des Gemeinschaftskernkraftwerkes Tullnerfeld GmbH., Marc-Aurel-Straße 4, A-1010 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1972-1973

Band/Volume: [1972-1973](#)

Autor(en)/Author(s): Nentwich A.

Artikel/Article: [Atomkraftwerke in Österreich und ihr Einfluß auf die Gewässergüte
109-122](#)