

# Die Umweltbedingungen für das erste österreichische Kernkraftwerk

A. FRANTZ und E. WANDERER

## 1. Vorwort

Im Februar 1972 hat die Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld Ges. m. b. H., kurz GKT genannt, mit dem Bau des ersten österreichischen Kernkraftwerkes begonnen. Aus einer Reihe möglicher Standorte wurde auf Grund der weiter unten beschriebenen Kriterien das Gebiet zwischen Theiserin und Bärndorfer Graben an der Donau bei Stromkilometer 1976,5 nahe Zwentendorf im Tullnerfeld als optimal befunden und als Standort fixiert. Die nächste größere stromabwärts gelegene Stadt ist Tulln in 13 km Distanz, während die Entfernung zur Bundeshauptstadt Wien ca. 38 km beträgt. Abbildung 1 zeigt das Kernkraftwerk Tullnerfeld in der Bauphase Herbst 1974.

Zur Deckung der Energie- und Elektrizitätsbedarfssteigerung, die in Österreich jährlich etwa 6 bis 8 Prozent beträgt (1), stehen bis 1977 noch die Energiequellen Wasserkraft und fossile Brennstoffe zur Verfügung. Bei den fossilen Brennstoffen, wie Kohle, Mineralöl und Erdgas, die überdies größtenteils aus dem Ausland beschafft werden müssen, ist zusätzlich eine vermehrte, umweltfeindliche Entwicklung von Rauch, Staub und schädlichen Gasen zu erwarten. Wenn aber der industrielle Aufbau weiter zunehmen und der Lebensstandard weiter steigen soll, wird die Nutzung neuer Energiequellen, von denen sich insbesondere die Kernenergie anbietet, unerlässlich. Wie hoch nun der Energiebedarf anzusetzen ist und die voraussichtliche Bedarfsdeckung in der Energieversorgung Österreichs für die Zeitspanne 1970 bis 1990 aussehen wird, geht aus der schematischen Darstellung in Abbildung 2 hervor (1).

Zum Problem der Skepsis der Bevölkerung gegenüber Kernkraftwerken ist zu bemerken, daß bei keinem Industriezweig derart strenge Vorschriften, Maßnahmen und behördliche Kontrollen vorgenommen werden wie bei der Errichtung von Reaktoren und Kernenergieanlagen. Nach

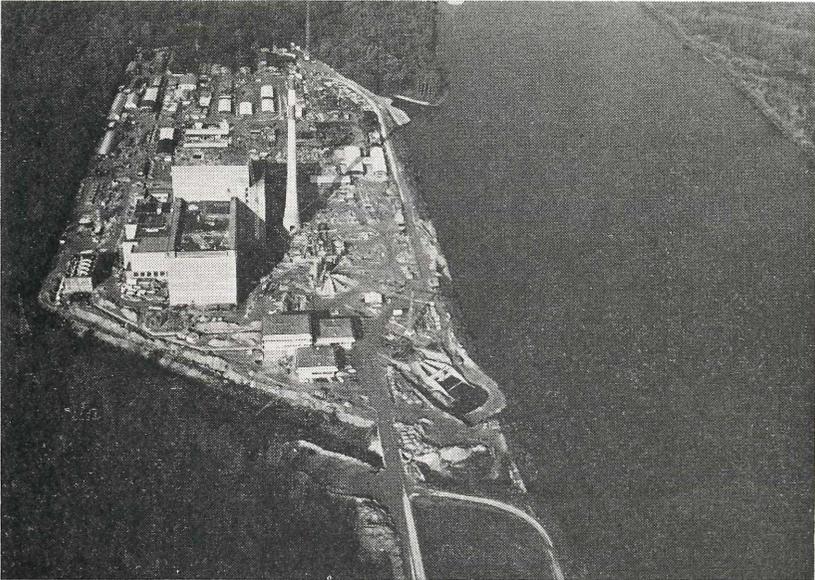


Abb. 1: Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld — Bauphase 1974

dem österreichischen Strahlenschutzgesetz (1969) und der österreichischen Strahlenschutzverordnung von 1972, in der die für Wasser und Luft maximal zulässigen Aktivitätskonzentrationen verankert sind, ist der Schutz der Bevölkerung im vollen Umfang gewährleistet. Für die vorausgesetzte Sicherheit bürgen schließlich auch die rund 70 bereits seit Jahren in Betrieb stehenden oder in Bau befindlichen Kernkraftwerke in Westeuropa.

Das Kernkraftwerk Tullnerfeld wird mit einem AEG-Siedewasserreaktor ausgerüstet sein und über eine thermische Leistung von 2100 MW bzw. eine elektrische Bruttoleistung von ca. 730 MW und somit über die bisher größte Blockleistung unter allen österreichischen Kraftwerken verfügen. Bei der Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie ist wie bei jeder Wärmekraftmaschine mit einem ca. 65%igen Energieverlust in Form von Abwärme, die üblicherweise an den Vorfluter oder über geeignete Kühltürme — hier speziell an die Donau — abgeleitet wird, zu rechnen.

Die Arbeitsweise des Siedewasserreaktors ist in Abbildung 3 wiedergegeben. Demnach funktioniert das Kernkraftwerk ähnlich wie ein kon-

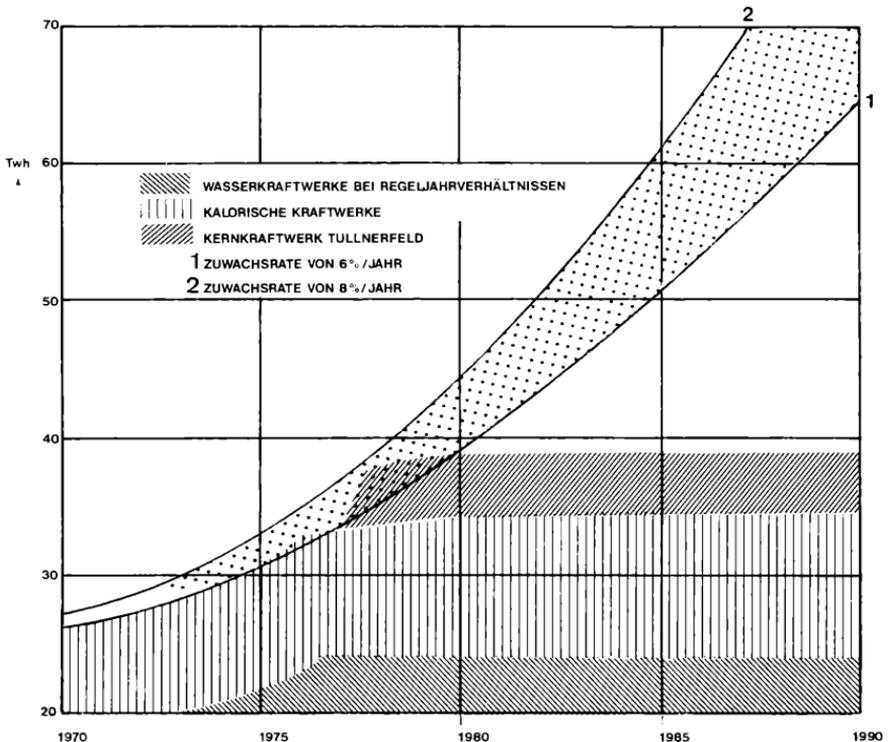


Abb. 2: Voraussichtliche Bedarfssteigerung in der Energieversorgung Österreichs von 1970 bis 1990

ventionelles, kalorische Kraftwerk; nur wird beim Kernkraftwerk die für die Dampferzeugung nötige Wärme nicht durch Verbrennung des fossilen Brennstoffes, sondern durch den kontrollierten Zerfall der U-235-Atome erzeugt, die im Kernbrennstoff Uran bzw. hier Urandioxid bis zu 2,7% angereichert sind. Der Siedewasserreaktor wird mit Leichtwasser moderiert und gekühlt. Der im Reaktor Druckgefäß erzeugte Dampf treibt die Turbine und damit den Generator an und wird hierauf kondensiert. Das für den Kondensator benötigte Kühlwasser wird mit 35 m<sup>3</sup>/s der Donau entnommen und um etwa 10 bis 13°C aufgewärmt wieder an den Vorfluter zurückgegeben. Die durch den Generator erzeugte elektrische Energie soll über die vorhandene 220 kV-Verbundleitung Ybbsfeld-Bisamberg in das österreichische Verbundnetz eingespeist werden. Die Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes Tullnerfeld ist für 1976 geplant.

### Prinzipschaltung des Siedewasserreaktors

- 1 Reaktor
- 2 Umwälzpumpen
- 3 Hochdruckteil der Turbine
- 4 Niederdruckteil der Turbine
- 5 Wasserabscheider
- 6 Thermischer Überhitzer
- 7 Generator
- 8 Erregermaschine
- 9 Kondensator
- 10 Kühlwasser-Durchfluß
- 11 Kondensatpumpe
- 12 Vorwärmanlagen
- 13 Speisewasserpumpe
- 14 Steuerstäbe

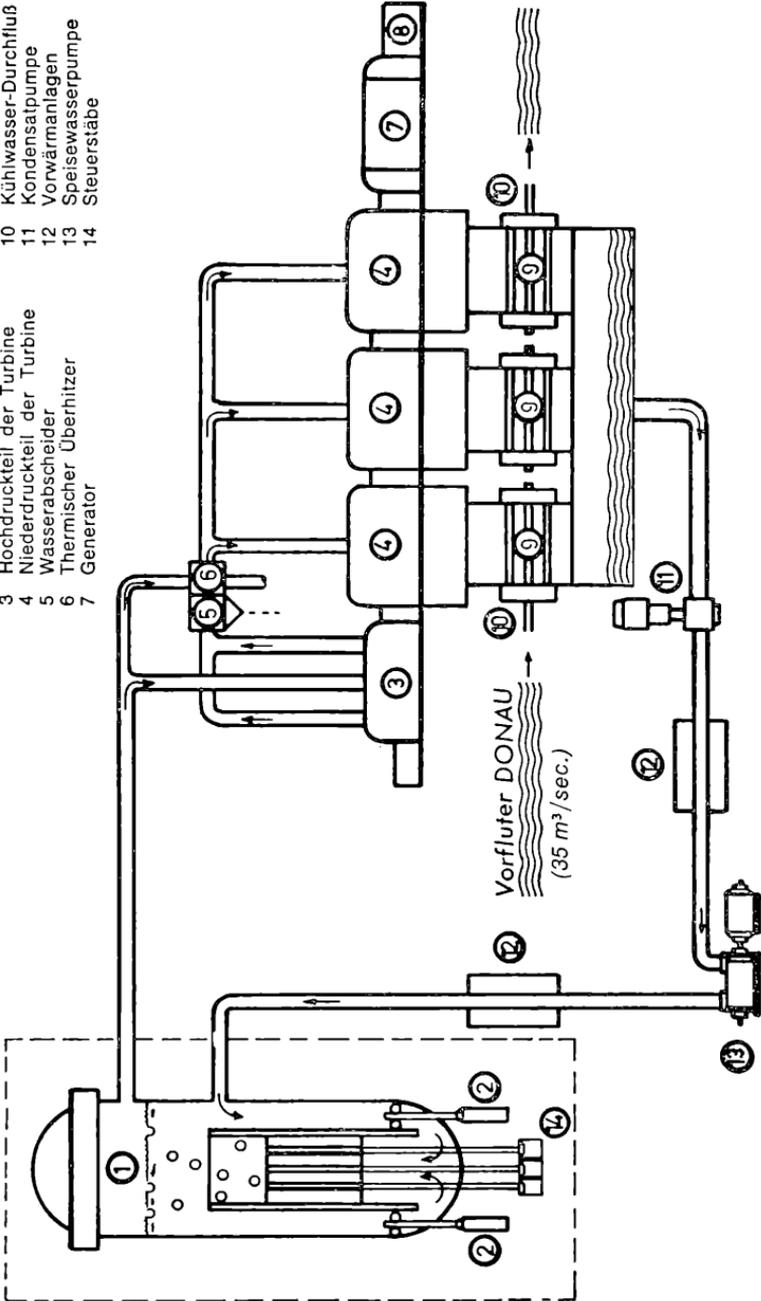


Abb. 3

## 2. Der Standort des ersten österreichischen Kernkraftwerkes

Der Standort des ersten österreichischen Kernkraftwerkes Tullnerfeld wurde aus insgesamt 18 zur Diskussion gestellten Möglichkeiten ausgewählt. Da der Kühlwasserbedarf eines Kernkraftwerkes mit etwa 35 m<sup>3</sup>/s relativ hoch ist, werden große Flüsse als Vorfluter bevorzugt. In Österreich kommen hierfür vor allem die Donau, aber auch der Inn, die Drau und die Enns in Frage.

Auf Grund der weitreichenden Sicherheitsmaßnahmen besteht an sich kein Bedenken, Kernkraftwerke auch in stark besiedelten Gebieten zu errichten, dennoch werden in Berücksichtigung der öffentlichen Meinung bei sonst gleichen Verhältnissen dünn besiedelte Gebiete bevorzugt.

Die endgültige Standortwahl erfolgte nach den Gesichtspunkten der Topographie, Geologie, Seismologie, Meteorologie, Hydrologie, Gründungsverhältnisse, Lage zum Verbraucherzentrum, Einbindung in das Verbundnetz, Bevölkerungsverteilung in der Umgebung, Verkehrsanlüsse sowie der Bedingungen, die den Landschaftsschutz betreffen, wobei die Reihenfolge der genannten Gesichtspunkte nichts über ihre Bedeutung aussagt.

Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens nach dem Strahlenschutzgesetz, das vom Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz geführt wird und nach dem die Standortbewilligung erteilt wird, mußten für die oben angeführten Standortkriterien Gutachten von behördlich beideten Sachverständigen erstellt werden.

Im besonderen gilt für den Standort Zwentendorf:

### 2.1. Topographie

Der Standort für das Gemeinschaftskernkraftwerk liegt in Niederösterreich im Tullnerfeld, etwa 13 km westnordwestlich der Stadt Tulln am rechten Ufer der Donau, bei Flußkilometer 1976,5 in der sogenannten Bärndorfer Au. Im Südosten, etwa 2 km entfernt, befindet sich die Marktgemeinde Zwentendorf. Das Kraftwerksgelände liegt an der Außenseite eines Donaubogens, wird stromaufwärts von der Theiserin, stromabwärts vom Bärndorfer Graben begrenzt und ist ausreichend für insgesamt drei Kraftwerkseinheiten (2).

### 2.2. Geologie des Standortes

Unter einer alluvialen Deckschicht aus festgelagertem Ausand und Aulehm von 1,50 bis 2,00 m Mächtigkeit folgt ein Schotterverband mit

wechselndem Sandanteil und Mächtigkeiten von 3 bis 7 m. Das Liegende des Schotterverbandes bildet eine Grobsteinzone, bestehend aus Granitsteinen mit Durchmesser bis 400 mm. Diese Grobsteinzone ist 0,3 bis 1,2 m mächtig; sie wird zumeist unterlagert von einer Übergangszone zum autochthonen festen Schlier. Diese Übergangszone, 0,7 bis 7,0 m mächtig, besteht aus umgelagertem, zum Teil weichem bis knetbarem Schlier und Schliersand, der stellenweise mit Kies vermischt ist. Ihr Liegendes ist der festgelagerte autochthone Schlier.

Die Gründung des Reaktorgebäudes erfolgte im festen anstehenden Schlier (3).

### 2.3. Seismologie

Der Raum Zwentendorf lag noch niemals im Epizentralbereich eines fühlbaren Erdbebens, wohl aber im Schüttergebiet niederösterreichischer Starkbeben, die in einer bis in das Jahr 1201 zurückreichenden Chronik aufgezeichnet sind. Die neuerdings von den Gegnern des Projektes aufgegriffene Behauptung von E. SUESS, daß eine Erdbebenlinie, die sogenannte Kamplinie existiert, die den Raum Zwentendorf quert, wurde bereits vor Jahrzehnten von namhaften Forschern widerlegt. So schreibt z. B. F. KAUTSKY (4) auf Grund der Untersuchungen von weit über 1000 Lokalbeben und etwa 100 Beben mit größerem Schüttergebiet: „Die Stoßlinientheorien werden für das untersuchte Gebiet — östlicher Teil der Ostalpen und Vorland — abgelehnt“, und R. SCHWINNER (5): „Auf diesem Wege können Transversalbeben nicht erklärt werden“

Im Kernkraftwerksgelände tritt durchschnittlich einmal in 100 Jahren ein Beben der Intensität 5 nach MS auf, der eine horizontale Erdbeschleunigung von rund 0,01 g (Erdbeschleunigung  $g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$ ) entspricht.

Der Ausführung des Kernkraftwerkes wurden jedoch weit höhere Horizontalbeschleunigungen zugrunde gelegt, so daß selbst bei Katastrophenerdbeben keine Gefährdung der Umgebung und Bevölkerung auftritt (6).

### 2.4. Meteorologie

Die meteorologischen Untersuchungen haben gezeigt, daß es im Raum Zwentendorf und Umgebung keine Ausbreitungsanomalien gibt, die eine gefahrlose Verfrachtung und Verdünnung der Abluft des Kernkraftwerkes behindern (7).

## 2.5. Hydrologie

Die Wasserführung der Donau im Bereich von Zwentendorf beträgt bei Niederwasser  $Q = 550 \text{ m}^3/\text{s}$  und bei Mittelwasser  $1250 \text{ m}^3/\text{s}$ . Für das Kernkraftwerk werden  $35 \text{ m}^3/\text{s}$  benötigt, die um maximal  $13^\circ \text{ C}$  aufgewärmt werden. Die thermische Belastung, d. h. die Aufwärmung der Donau, würde daher nach völliger Durchmischung im ungünstigsten Fall (bei  $Q = 550 \text{ m}^3/\text{s}$ )  $0,8^\circ \text{ C}$  betragen (8).

## 2.6. Gründungsverhältnisse

Auch die bodenmechanischen Verhältnisse im Untergrund des Kernkraftwerkes wurden eingehend untersucht und in einem Gutachten festgehalten (9). Dementsprechend wurde das Reaktorgebäude und das Maschinenhaus einheitlich im festen anstehenden Schlier gegründet.

## 2.7. Lage zum Verbraucherzentrum

Besondere Bedeutung kommt der Lage des Kernkraftwerkes zum Verbraucherzentrum im Wiener Raum sowie der Einbindung in das vorhandene 220 kV-Netz der Verbundgesellschaft zu.

Aus beiden Gesichtspunkten erwies sich der Standort Zwentendorf als zweckmäßig.

Die Einbindung des ersten österreichischen Kernkraftwerkes in das Verbundnetz wird, wie bereits erwähnt, in die rund 3 km entfernte 220 kV-Leitung Ybbsfeld-Bisamberg erfolgen (10).

## 2.8. Bevölkerungsdichte

Die Bevölkerungsdichte im Bereich des Kernkraftwerkstandortes ist gering. Im Umkreis von etwa 1,5 km befindet sich kein Wohngebäude. Im Umkreis von 5 km wohnen zirka 4000 Personen, im Umkreis von 30 km — in diesen Bereich fallen die Städte Tulln, Krems, St. Pölten und Stockerau — zirka 275.000 Personen. Vergleichsweise wohnen im 28 km-Umkreis des 700 MW-Kernkraftwerkes Beznau in der Schweiz zirka 1 Million Einwohner (2).

## 2.9. Verkehrsanschlüsse

Die Zufahrt zum Kernkraftwerk erfolgt ab der Bundesstraße B 226, die etwa 1 km von Zwentendorf kommend südlich am Standort vorbeiführt, über eine hochwasserfreie Straße.

Die geringste Entfernung dieser Straße zur Wiener Bundesstraße beträgt 7 km in südöstlicher Richtung. Zwentendorf selbst hat keine Eisenbahnstation. Der nächste Bahnhof ist Moosbierbaum-Heiligeneich an der Bahnlinie Tulln-St. Pölten.

## 2.10. Landschaftsschutz

Dem Landschaftsschutz wird durch den Bau des Kernkraftwerkes wesentlich dadurch Rechnung getragen, daß das Auegebiet nur im unmittelbaren Baubereich geschlägert und gerodet wurde, so daß die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes minimal ist. Die Erhaltung des Baumbestandes entspricht dem Interesse der Kernkraftwerksgesellschaft.

## 3. Strahlungspegel in der Umgebung des ersten österreichischen Kernkraftwerkes von Jänner 1973 bis August 1974

Zur Beweissicherung für das im Bau befindliche erste österreichische Kernkraftwerk hat das Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz ein Netz von Meßstellen festgelegt, von denen seit Jänner 1973 regelmäßig Grund- und Oberflächenwasserproben, Wasserpflanzen und Wassertiere aus der Donau, Regenwasserproben, Boden- und Grünfütterproben entnommen und von der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung auf ihre Radioaktivität überprüft werden. Die Lage der Entnahmestellen, die in Abbildung 4 skizziert sind, wurde auf Grund der derzeit herrschenden Grundwasserstromrichtung sowie der meteorologischen Verhältnisse (häufigste Windrichtung), der Bevölkerungsdichte und Trinkwasserversorgung in der näheren und weiteren Umgebung des Kernkraftwerkes so gewählt, daß eine später eventuell auftretende Beeinflussung durch das Kernkraftwerk möglichst rasch und sicher festgestellt werden könnte. Nach Inbetriebnahme des stromaufwärts liegenden Donaukraftwerkes bei Altenwörth, das voraussichtlich eine Veränderung der Grundwasserstromrichtung mit sich bringen wird, soll das Entnahmenetz eine Erweiterung erfahren.

## 3.1. Grundwasser

Für die Kontrolle des Grundwassers wurden 8 Entnahmestellen (G 1 bis G 8) ausgewählt, die einerseits im Bereiche des Grundwasserstromes oberhalb wie auch unterhalb des Kernkraftwerkes liegen und die andererseits zur Wasserversorgung in diesem Gebiete dienen; es handelt sich hierbei um

- G 1: Trinkwasserversorgungsbrunnen im Kernkraftwerksgelände.
- G 2: Trinkwasserversorgungsanlage im Schulhaus von Maria Pensee.
- G 3: Trinkwasserversorgungsanlage in Neustift im Felde.
- G 4: Trinkwasserversorgungsanlage Forsthaus Eleonorenheim.
- G 5: Trinkwasserversorgungsanlage der Schule in Zwentendorf.
- G 6: Hausbrunnen in Pischelsdorf Nr. 18.
- G 7: Nutzwasserbrunnen der Tullner Zuckerfabrik AG.
- G 8: Trinkwasserversorgungsanlage der Stadt Tulln.

In Tabelle 1 sind die Maximal- und Minimalwerte der Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration dieser Grundwässer sowie die zugehörigen Mittelwerte der Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-, Kalium-, Rest-( $\alpha + \beta$ )- und Gesamt- $\alpha$ -Aktivitätskonzentration in pCi/l, die in der Zeitspanne Jänner 1973 bis August 1974 beobachtet wurden, zusammengestellt. Aus den Meßwerten ist zu ersehen, daß die Aktivitätskonzentration des Grundwassers im Kontroll- und Überwachungsbereich des ersten österreichischen Kernkraftwerkes generell keine wesentlichen Abweichungen gegenüber Grundwässern aus anderen Gebieten Österreichs aufweist. Insbesondere geht dies aus der Rest-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration der verschiedenen Grundwässer hervor, die stets kleiner als 1 pCi/l (0—0,8) war und im Mittel bei 0,3 pCi/l lag. Im einzelnen streuten die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätswerte zwar von maximal 3,6 pCi/l in der Trinkwasserversorgungsanlage in Tulln (G 8) bis maximal 15,6 pCi/l in der Trinkwasserversorgungsanlage in Neustift im Felde (G 3); doch in allen Fällen ist der überwiegende Anteil der teils hohen natürlichen Kaliumaktivität (K-40) zuzuschreiben, während der Rest fast ausschließlich auf die natürliche  $\alpha$ -Aktivität entfällt. Die im Dezember 1973 in der Trinkwasserversorgungsanlage Eleonorenheim (G 4) aufgetretene stark abweichende Aktivität von nur 0,9 pCi/l ist durch das Eindringen von Schmelzwasser in den Brunnen zu erklären. Allgemein liegt demnach im Grundwasser derzeit praktisch keine Kontamination vor. Hinzuzufügen wäre noch, daß die  $\alpha$ -Aktivitätswerte, die mittels selbstangefertigter Uraneichpräparate bestimmt wurden (SGAE, BA)\*, praktisch nur eine Abschätzung des minimal bis maximal möglichen  $\alpha$ -Anteiles darstellen (11, 12).

### 3.2. Vorfluter Donau bei Stromkilometer 1975

Tabelle 1 gibt auch einen Überblick über die Meßergebnisse für die Radioaktivität in der Donau bei Zwentendorf, Str. km 1975, in der Zeitspanne Jänner 1973 bis August 1974. Diese Aktivitätswerte zeigen erwar-

\* Herrn Dr. BALCARCZYK von der SGAE sei hierfür an dieser Stelle bestens gedankt.

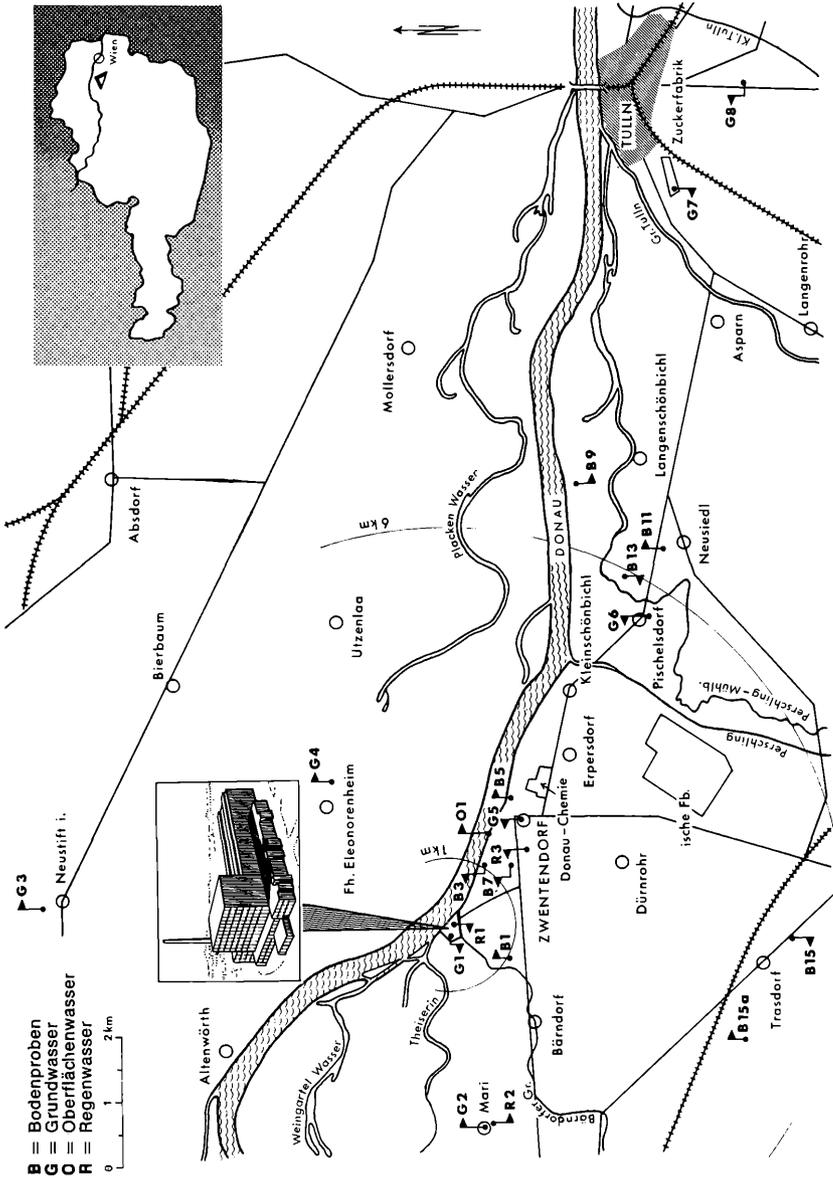


Abb. 4: Standort des Gemeinschaftskraftwerkes Tullnerfeld und Lage der Probenentnahmestellen

tungsgemäß eine sehr gute Übereinstimmung mit jenen, die von der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung entlang der gesamten österreichischen Donaustrecke zwischen Engelhartszell und Hainburg beobachtet worden sind. So schwankte die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivität in der Donau bei Zwentendorf zwischen 1,5 und 5,6 pCi/l um einen Jahresmittelwert von 2,6 pCi/l, während die entsprechenden Gesamtaktivitäten bei Engelhartszell 1,7 bis 3,8 pCi/l und im Jahresmittel 2,7 pCi/l, bei Hainburg 1,9 bis 6,4 pCi/l und im Jahresmittel 3,0 pCi/l betragen. Abgesehen von der Ähnlichkeit der Aktivitätswerte entlang der österreichischen Donaustrecke ist weiters bemerkenswert, daß von den 2,6 pCi/l Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration im Jahresmittel 1,6 pCi/l der natürlichen Kaliumaktivität und 0,9 bis 1,8 pCi/l auf die  $\alpha$ -Aktivität zurückzuführen waren. Dies beweist, daß die radiologische Verunreinigung des Donauwassers derzeit vernachlässigbar klein ist.

### 3.3. Hydrobiologisches Material aus der Donau bei Zwentendorf

Neben Wasserproben aus der Donau wurden bei Str. km 1975 ca. 1500 m unterhalb des Kernkraftwerkes einmal monatlich auch Plankton bzw. Seston und Wassermoos (*Fontinalis*) sowie insgesamt dreimal Fische auf die Anreicherung von radioaktivem Material getestet.

#### 3.3.1. Seston

Innerhalb der hydrobiologischen Nahrungskette ist allgemein zu erwarten, daß im Plankton als Anfangsglied die höchste Anreicherung von verschiedenen langlebigen Radionukliden, im Fisch als Endglied dagegen eine selektive Anreicherung von jeweils für die diversen Organe charakteristischen und chemisch verwandten Radionukliden auftreten wird. Da jedoch in einem Fließgewässer wie der Donau bei der Sammlung des Planktons mit dem Netz zwangsläufig Seston entnommen wird, das heißt Plankton einschließlich des organischen Detritus und der mineralischen Schwebestoffanteile, die gewichtsmäßig das Plankton weit übertreffen, scheint die Radioaktivität des Sestons gegenüber dem Plankton stark vermindert.

In Tabelle 2 sind die charakteristischen Aktivitätswerte wie Maximal-, Minimal- und Jahresmittelwerte für die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-, Rest-( $\alpha + \beta$ )-, Kalium- und Gesamt- $\alpha$ -Aktivitätskonzentrationen in pCi/g Asche bzw. in pCi/g Trockengewicht und Frischgewicht des untersuchten hydrobiologischen Materials wie auch der Grünfutter- und Bodenproben aufgezeichnet; daraus geht hervor, daß von Jänner 1973 bis August 1974 im Seston

Tabelle 1

**Gesamt-( $\alpha + \beta$ )- und Gesamt- $\alpha$ -Aktivitätskonzentration von Grund- und Oberflächenwässern im Kontroll- und Überwachungsbereich des Kernkraftwerkes Tullnerfeld von Jänner 1973 bis August 1974**

Legende:

- $A_{\max}$  = Maximalwert der Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration in pCi/l (ohne H-3)  
 $A_{\min}$  = Minimalwert der Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration in pCi/l (ohne H-3)  
 $\bar{A}$  = Mittelwert der Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration in pCi/l (ohne H-3)  
 $\bar{A}_K$  = Mittelwert der Kaliumaktivitätskonzentration in pCi/l  
 $\bar{A}_R$  =  $\bar{A} - \bar{A}_K$  = Mittelwert der Rest-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration in pCi/l (ohne H-3)  
 $\bar{A}_\alpha$  = Mittelwert der Gesamt- $\alpha$ -Aktivitätskonzentration in pCi/l

Entnahmestelle	$A_{\max} \pm 1,96\sigma$ in pCi/l	$A_{\min} \pm 1,96\sigma$ in pCi/l	$\bar{A} \pm 1,96\sigma$ in pCi/l	$\bar{A}_K$ in pCi/l	$\bar{A}_R \pm 1,96\sigma$ in pCi/l	$\bar{A}_\alpha$ in pCi/l
G1	5,3 ± 0,3	2,6 ± 0,2	4,4 ± 0,3	4,0	0,4 ± 0,3	1,1—2,2
G2	8,9 ± 0,5	3,2 ± 0,4	7,8 ± 0,5	7,4	0,4 ± 0,5	0,8—1,6
G3	15,6 ± 0,6	8,4 ± 0,4	13,8 ± 0,6	13,8	0 ± 0,6	1,6—3,2
G4	8,9 ± 0,5	0,9 ± 0,2	4,0 ± 0,3	4,0	0 ± 0,3	0,7—1,4
G5	11,4 ± 0,8	2,8 ± 0,3	6,3 ± 0,4	6,1	0,2 ± 0,4	0,8—1,5
G6	8,9 ± 0,5	4,1 ± 0,3	7,0 ± 0,5	6,9	0,1 ± 0,5	0,9—1,7
G7	8,7 ± 0,3	4,0 ± 0,4	5,8 ± 0,4	5,0	0,8 ± 0,4	1,0—2,1
G8	3,6 ± 0,3	1,5 ± 0,5	2,5 ± 0,3	2,4	0,1 ± 0,3	1,0—2,0
Donau km 1975	5,6 ± 0,3	1,5 ± 0,2	2,6 ± 0,3	1,6	1,0 ± 0,3	0,9—1,8

Tabelle 2

**Gesamt-( $\alpha + \beta$ )- und Gesamt- $\alpha$ -Aktivitätskonzentration des hydrobiologischen Materials der Donau sowie der Grünfütter- und Bodenproben im Überwachungsbereich des Kernkraftwerkes Tullnerfeld von Jänner 1973 bis August 1974**

Legende:

- $A_{\max}$  = Maximalwert der Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration in pCi/g Asche  
 $A_{\min}$  = Minimalwert der Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration in pCi/g Asche  
 $\bar{A}$  = Mittelwert der Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration in pCi/g Asche  
 $\bar{A}_K$  = Mittelwert der Kaliumaktivitätskonzentration in pCi/g Asche  
 $\bar{A}_R$  = Mittelwert der Rest-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration in pCi/g Asche  
 $\bar{A}_{Tr}$  = Mittelwert der Aktivitätskonzentration von Trockengewicht in pCi/g  
 $\bar{A}_N$  = Mittelwert der Aktivitätskonzentration von Frischgewicht in pCi/g  
 $\bar{A}_\alpha$  = Mittelwert der Gesamt- $\alpha$ -Aktivitätskonzentration in pCi/g Asche

Material	$A_{\max}$ in pCi/g A.	$A_{\min}$ in pCi/g A.	$\bar{A}$ in pCi/g A.	$\bar{A}_K$ in pCi/g A.	$\bar{A}_R$ in pCi/g A.	$\bar{A}_{Tr}$ in pCi/g A.	$\bar{A}_N$ in pCi/g A.	$\bar{A}_\alpha$ in pCi/g A.
Seston	31,0 ± 2,0	14,6 ± 0,6	23,8 ± 1,8	10,8	13,0 ± 1,8	18,7 ± 1,5	—	12,8—25,7
Fontinalis	90,2 ± 1,5	27,4 ± 0,8	42,3 ± 1,7	15,6	26,7 ± 1,7	16,5 ± 0,6	4,3 ± 0,2	9,3—18,7
Fisch-Fleisch	230,6 ± 4,3	201,0 ± 6,5	215,4 ± 5,6	191,3	24,1 ± 6,5	12,9 ± 0,3	2,9 ± 0,1	0,4—0,8
Fisch-Skelett	11,2 ± 0,5	7,9 ± 0,6	10,0 ± 0,6	4,9	5,1 ± 0,6	4,0 ± 0,3	2,1 ± 0,1	1,3—2,6
Fisch-Haut und Schuppen	20,4 ± 1,2	15,7 ± 0,9	17,3 ± 0,9	11,6	5,7 ± 0,9	3,9 ± 0,2	1,6 ± 0,1	0,8—1,6
Grünfütter- proben	328,7 ± 14,3	102,7 ± 1,5	225,1 ± 6,0	168,7	56,4 ± 6,0	28,4 ± 0,7	5,5 ± 0,1	2,9—5,7
Bodenproben 0—2 cm	37,3 ± 5,3	12,2 ± 0,8	21,3 ± 1,4	10,5	10,8 ± 1,4	20,0 ± 1,3	16,2 ± 1,1	7,5—15,0
Bodenproben 2—10 cm	36,2 ± 1,8	14,2 ± 0,9	20,3 ± 1,4	11,0	9,3 ± 1,4	19,3 ± 1,3	16,0 ± 1,0	6,9—13,8

Anmerkung: Alle ( $\alpha + \beta$ )-Messwerte sind mit der 95prozentigen Vertrauensgrenze  $1,96\sigma$  ( $\sigma$  = statistischer Fehler) angeführt.

die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration zwischen 14,6 bis 31,0 pCi/g Asche variierte. Der entsprechende Mittelwert lag bei 23,8 pCi/g Asche, wovon 10,8 pCi/g auf die natürliche Kaliumaktivität und ca. 12,8 bis 25,7 pCi/g (2,08 cpm/g) auf die Gesamt- $\alpha$ -Aktivität entfielen. Damit blieb auch im Seston der Anteil der künstlichen  $\beta$ -Aktivität aus dem Fallout äußerst gering. Ein Vergleich mit den Meßwerten aus der Zeit der intensivsten amerikanischen und russischen Kernwaffenversuche im Jahre 1962, für das im Seston Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitäten bis zu  $466 \pm 15$  pCi/g Asche bei einer Kaliumaktivitätskonzentration von nur 13,1 pCi/g registriert worden sind, bringt dies deutlich zum Ausdruck.

### 3.3.2. Wassermoos (Fontinalis)

Bei den Fontinalisproben, die in der hydrobiologischen Nahrungskette und entwicklungsgeschichtlich ebenfalls näher den Anfangsgliedern stehen und überdies frei von mineralischen Beimengungen sind, traten — wie aus Tabelle 2 ersichtlich — erwartungsgemäß höhere Aktivitätskonzentrationen als im Seston auf. Demnach streute die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivität im Wassermoos von 27,4 bis 90,2 pCi/g Asche um einen Mittelwert von  $42,3 \pm 1,7$  pCi/g; davon waren im Mittel 15,6 pCi/g Asche auf die natürliche Kaliumaktivität und etwa 9,3 bis 18,7 pCi/g (1,51 cpm/g) auf die Gesamt- $\alpha$ -Aktivität zurückzuführen. Eine  $\gamma$ -spektrometrische Analyse hat ergeben, daß die Restaktivität vor allem durch das Vorhandensein von Cs-137, Be-7, Co-60 sowie durch Nuklide der Radiumreihe (Pb-214, Bi-214, Tl-210) und Thoriumreihe (Pb-212, Tl-208) hervorgerufen wird (13). Die Aktivitätswerte im Wassermoos lassen erkennen, daß als Folge der vereinzelt ausländischen (China, Frankreich) atmosphärischen Kernwaffenversuche zwar noch immer eine Anreicherung künstlicher Radionuklide vorliegt, daß diese aber gegenüber den Jahren 1962/63, in welchen wegen der zahlreichen Atombombentests Aktivitätskonzentrationen bis zu 435 pCi/g Asche im Wassermoos nachzuweisen waren, bereits stark zurückgegangen ist.

### 3.3.3. Fische

Wie bereits erwähnt, zählen die Fische zu den höchst organisierten Formen innerhalb der hydrobiologischen Nahrungskette. Die Radioaktivitätskontrolle an Fischen aus der Donau im Bereich von Zwettendorf beschränkte sich auf Cypriniden, speziell auf Nasen (*Chondrostoma nasus*) und Brachsen (*Abramis brama*), die Standfische sind und vorwiegend Bodennahrung und Plankton fressen. Da bei den Fischen bereits

eine stark differenzierte Nuklidanreicherung in den verschiedenen Organen auftritt, wurden Fischfleisch, Skelett und Haut einschließlich Schuppen getrennt getestet. Die Meßergebnisse sind übersichtlich in Tabelle 2 zusammengestellt.

#### 3.3.3.1. Fleisch

Aus den Meßdaten ist zu ersehen, daß die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivität im Fischfleisch wohl relativ hoch war und im Mittel 215,4 pCi/g Asche bei einem Streubereich von 201,0 bis 230,6 pCi/g betrug; für den Hauptanteil war jedoch die natürliche Kaliumaktivität mit durchschnittlich 191,3 pCi/g Asche verantwortlich. Die Rest-( $\alpha + \beta$ )-Aktivität von durchschnittlich 24,1 pCi/g Asche dürfte dagegen im wesentlichen durch das Vorhandensein langlebiger Fallout-Produkte — insbesondere des dem Kalium chemisch verwandten Cs-137 — zu erklären sein, da die Gesamt- $\alpha$ -Aktivität mit etwa 0,4—0,8 pCi/g Asche nur wenig beiträgt. Die obigen Meßwerte zeigen außerdem eine gute Übereinstimmung mit jenen, die während der letzten 5 Jahre für Donaufische beobachtet worden sind.

#### 3.3.3.2. Skelett

Eine ähnlich gute Übereinstimmung zeigen auch die Meßwerte für Fischskelett, bei dem die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration zwischen 7,9 und 11,2 pCi/g Asche um einen Mittelwert von 10,0 pCi/g variierte. Davon waren rund 4,9 pCi/g Asche der Kaliumaktivität zuzuschreiben; die verbleibende Rest-( $\alpha + \beta$ )-Aktivität von 5,1 pCi/g Asche dürfte — abgesehen von dem wieder geringen Anteil der Gesamt- $\alpha$ -Aktivität von 1,3 bis 2,6 pCi/g Asche — vorwiegend durch den Fallout und insbesondere durch das langlebige Radionuklid Sr-90 verursacht sein, das dem im Skelett reichlich vorhandenen Calcium chemisch verwandt ist.

#### 3.3.3.3. Haut und Schuppen

In Haut und Schuppen von Fischen war die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration mit 17,3 pCi/g Asche im Mittel zwar etwas höher als im Skelett, dementsprechend lag aber auch eine höhere Kaliumaktivität von durchschnittlich 11,6 pCi/g vor. Die Rest-( $\alpha + \beta$ )-Aktivität verteilte sich ähnlich wie im Skelett überwiegend auf Falloutnuklide und einen kleinen Beitrag von Gesamt- $\alpha$ -Aktivität (0,8 bis 1,6 pCi/g A.).

### 3.4. Bodenproben

Die Auswahl der 8 Entnahmestellen für Boden- wie auch Grünfütterproben erfolgte nach zwei Gesichtspunkten; um Art und Höhe der Akti-

vitätsanreicherung innerhalb der Nahrungskette feststellen zu können, wählte man einerseits Wiesen und Felder aus, von denen Grünfütter an Kühe verfüttert wird; die Milch dieser Kühe unterzieht man ebenfalls einer radiologischen Kontrolle, wobei speziell der Sr-90-Gehalt ermittelt wird. Andererseits wurde darauf Bedacht genommen, daß je 4 dieser Wiesen bzw. Felder in ca. 1 km Umkreis und je 4 in ca 6 km Entfernung vom Kernkraftwerk liegen, davon wieder jeweils 3 Wiesen in Richtung der häufigsten Winde und je eine Entnahmestelle in Richtung der seltensten Winde. In Abb. 4 ist die Lage dieser 8 Entnahmestellen (B 1, B 3, ... B 15) eingezeichnet:

- B 1: ca. 1 km südlich vom Kernkraftwerk (KKW), nahe Römerkastell Piro-  
torto (B 2)
- B 3: 1 km OSO KKW, Althan-Wiese (B 4)
- B 5: 1,5 km OSO KKW, vor dem Rathaus von Zwentendorf (B 6)
- B 7: ca. 1 km SO KKW, nahe Bundesstraße 226, bei Abzweigung Zufahrts-  
straße KKW (B 8)
- B 9: ca. 6,5 km östlich KKW, Wiese nahe Donau Str.km 1969,5 (B 10)
- B 11: ca. 6,5 km OSO KKW, Waas-Wiese bei Langenschönbichl (B 12)
- B 13: ca. 6 km OSO KKW, Popper-Gründe nahe Pischelsdorf (B 14)
- B 15: ca. 5 km südlich KKW, Feld nahe Trasdorf (B 16)

Außerdem entnahm und untersuchte die Bundesanstalt die Bodenproben jeweils aus 2 verschiedenen Tiefen, und zwar bei B 1, B 3, B 5, ... bis B 15 aus 0—2 cm Tiefe sowie auch aus 2—10 cm Tiefe (B 2, B 4, ... B 16). Die Meßergebnisse der insgesamt 48 Bodenproben sind gleichfalls in Tabelle 2 zusammengefaßt. Sie weisen keine auffallenden Unterschiede zu Bodenproben aus anderen Gebieten wie beispielsweise aus Wien oder Seibersdorf auf; auch hinsichtlich der verschiedenen Bodentiefen waren nur unbedeutende Unterschiede zu verzeichnen. Für die oberen, dem Fallout direkt ausgesetzten Bodenschichten, waren die Aktivitätswerte wohl in allen Fällen geringfügig erhöht, bewegten sich gegenüber den tieferen Bodenschichten aber stets innerhalb der Fehlergrenzen. Durchschnittlich betrug in 0—2 cm Tiefe die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivität 21,3 pCi/g Asche; davon entfielen 10,5 pCi/g auf die Kaliumaktivität und zumindest 7,5 pCi/g auf die Gesamt- $\alpha$ -Aktivität. Für 2—10 cm Tiefe lagen die entsprechenden Werte bei 20,3, 11,0 und 6,9 pCi/g.A.

### 3.5. Grünfütterproben

Die Grünfütterproben (F 1—F 15) wurden von den gleichen Wiesen und Feldern und gleichzeitig mit den Bodenproben in unmittelbarer Nähe der acht Entnahmestellen B 1 bis B 15 gesammelt. Vorwiegend handelte es

sich hierbei um Gras, teilweise aber auch um Luzernenklee und Futterrübenblätter. Erfahrungsgemäß überwiegt bei Grünfutter die Aufnahme radioaktiver Nuklide durch direkte Kontamination an der Pflanzenoberfläche bei weitem die indirekte über die Pflanzenwurzeln. Obwohl nun in den letzten Jahren die Falloutaktivität infolge der nur mehr vereinzelt durchgeführten atmosphärischen Kernwaffentests seitens Chinas und Frankreichs stark zurückgegangen ist, waren doch merkliche, wenn auch keinesfalls gefährliche Restaktivitäten im Pflanzenbewuchs zu beobachten. Tabelle 2 zeigt, daß die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivität von minimal 102,7 pCi/g Asche in Futterrübenblättern bis maximal 328,7 pCi/g Asche im Gras um einen Durchschnittswert von 225,1 pCi/g schwankte. Wenn auch der Kaliumgehalt und damit die natürliche Kaliumaktivität im Pflanzenmaterial relativ hoch ist und im untersuchten Grünfutter bei durchschnittlich 168,7 (79,4 bis 241,9) pCi/g Asche lag, verblieben für die entsprechende Restaktivität immerhin 56,4 pCi/g Asche, wovon nur etwa 2,9 bis maximal 5,7 pCi/g als  $\alpha$ -Aktivität identifiziert werden konnten.

### 3.6. Niederschläge

Für Radioaktivitätsmessungen an Niederschlägen wurden 3 Ombrometer aufgestellt, und zwar — wie aus Abb. 4 ersichtlich — neben der meteorologischen Station im Kernkraftwerksgelände (R 1), im Pfarrhof von Maria Pensee (R 2) und beim Tennisplatz von Zwentendorf (R 3). Die Sammlung und radiologische Auswertung der Niederschlagswässer erfolgte monatlich, die Meßergebnisse sind aus Tabelle 3 zu entnehmen.

Während die mittleren monatlichen Niederschlagsmengen in der Zeitspanne März 1973 bis August 1974 an den 3 Entnahmestellen erwartungsgemäß kaum merklich differierten (40,3 bis 46,8 mm), streute die Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration dieser Regenwasserproben doch zwischen 1,9 bis 130,8 pCi/l. Die mittleren monatlichen Aktivitätswerte für die drei Entnahmestellen variierten dagegen nur von 10,4 bis 22,0 pCi/l und die charakteristischen, auf 1 km<sup>2</sup> entfallenden Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitäten waren mit 0,50 bis 0,68 mCi/km<sup>2</sup> gleichfalls wenig verschieden. Sehr geringe Unterschiede ergaben sich auch für die Gesamt- $\alpha$ -Aktivitätswerte, die sich zwischen 0,18 bis 0,39 pCi/l bzw. zwischen 0,05 bis 0,11 mCi/km<sup>2</sup> bewegten.

### 3.7. Ortsdosisleistung

Die Ortsdosisleistung wird seit November 1973 an zwei Stellen — in Maria Pensee (R 2) und in Zwentendorf beim Tennisplatz (R 3), siehe Abb. 4 — kontinuierlich gemessen und aufgezeichnet. Die Meßdaten wurden bisher jeweils über eine Zeitspanne von 3 Monaten gemittelt. Im

Tabelle 3

**Gesamt-( $\alpha + \beta$ )- und Gesamt- $\alpha$ -Aktivitätswerte von Regenwasserproben aus dem Kontroll- und Überwachungsgebiet des Kernkraftwerkes Tullnerfeld von März 1973 bis August 1974**

Legende:

- $\bar{N}$  = mittlere monatliche Niederschlagsmenge in mm  
 $A_{\max}$  = maximale Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration  
 $A_{\min}$  = minimale Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivitätskonzentration  
 $\bar{A}$  = mittlere Gesamt-( $\alpha + \beta$ )-Aktivität  
 $\bar{A}_{\alpha}$  = mittlere Gesamt- $\alpha$ -Aktivität

Entnahme- stelle	Sammel- periode	$\bar{N}$	$A_{\max} \pm 1,96\sigma$ in pCi/l	$A_{\min} \pm 1,96\sigma$ in pCi/l	$\bar{A} \pm 1,96\sigma$ in pCi/l	$\bar{A}$ in mCi/km <sup>2</sup>	$\bar{A}_{\alpha}$ in pCi/l	$\bar{A}_{\alpha}$ in mCi/km <sup>2</sup>
R 1	III/73-VIII/74	43,9	130,8 $\pm$ 1,3	2,6 $\pm$ 0,1	22,0 $\pm$ 0,8	0,86	0,39 $\pm$ 0,08	0,06—0,12
R 2	III/73-VIII/74	46,8	30,0 $\pm$ 1,2	1,9 $\pm$ 0,1	10,4 $\pm$ 0,5	0,61	0,36 $\pm$ 0,07	0,11—0,21
R 3	IV/73-VIII/74	40,3	42,1 $\pm$ 4,5	1,9 $\pm$ 0,1	11,5 $\pm$ 0,8	0,50	0,18 $\pm$ 0,05	0,05—0,11

Jahr 1974 waren die Dosisleistungswerte mit 2,22 bis 2,91  $\mu\text{R/h}$  relativ niedrig (13).

#### 4. Schlußbemerkungen und Ausblick

Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens nach dem Strahlenschutzgesetz wurde der GKT mit Bescheid vom 30. März 1974 die Auflage erteilt, daß der Mittelwert der Abgaberaten von Nuklidgemischen ohne Radiumisotope an den Vorfluter in 30 aufeinanderfolgenden Tagen nicht mehr als 2 Curie und in einem Kalenderjahr nicht mehr als 10 Curie — ausschließlich Tritium — betragen darf. Darüber hinaus darf die Einleitungskonzentration  $1 \times 10^{-7} \text{ Ci/m}^3$ , das sind 100 pCi/l, nicht überschreiten. Die maximale Abgaberate für Edelgase — das ist die Summe der Abgaberaten der während des Reaktorbetriebes anfallenden einzelnen radioaktiven Edelgase — wurde außerdem auf 10 Ci/h und jene für Jod-131 auf 0,1 mCi/h begrenzt. Die Freisetzung von Aerosolen darf 3 mCi/h nicht überschreiten.

Die Frage, ob und wieweit die Umwelt durch ein Kernkraftwerk — selbst unter Berücksichtigung aller potentiellen Gefahren — belastet wird, kann dahingehend beantwortet werden, daß es der Forderung nach möglichst geringer Umweltbelastung weit mehr gerecht wird als etwa konventionelle kalorische Kraftwerke. Im Gegensatz zu konventionell arbeitenden Wärmekraftwerken verbraucht ein Kernkraftwerk zur Energiegewinnung weder Sauerstoff noch führt es der Luft Verbrennungsgase wie  $\text{CO}_2$ , CO und  $\text{SO}_2$  oder andere Verbrennungsprodukte wie z. B. Asche zu. Gemessen an der Abgabe von Verbrennungsrückständen aus fossilbeheizten Kraftwerken ist die Abgabe geringer Mengen radioaktiver Stoffe über den Abluftkamin von Kernkraftwerken an die Umgebung vernachlässigbar klein. Die daraus resultierende zusätzliche Strahlenbelastung liegt unter 1% der natürlichen Umgebungsstrahlung. Hinzu kommt, daß auch konventionelle kalorische Kraftwerke in Abhängigkeit vom verwendeten Brennstoff Radioaktivität über den Abluftkamin freisetzen. Zum Unterschied von Kernkraftwerks-Abgasen handelt es sich hierbei um natürliche radioaktive Isotope, die beim Verbrennen freigesetzt werden (C-14, Uran und Radium u. a.). Bei Kernkraftwerken werden dagegen die Edelgase Xenon und Krypton sowie Radiojod u. a. abgegeben. Bescheidgemäß muß die Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Abluft oder dem Abwasser von Kernkraftwerken durch kontinuierlich arbeitende Meßgeräte kontrolliert und die Meßergebnisse den Behörden vorgelegt werden. Desgleichen wird die Umgebung von Kernkraftwerksstandorten gesondert auf ihre radioaktive Belastung hin überwacht.

Diese Meßwerte werden ebenfalls dem Bundesministerium bekanntgegeben und regelmäßig veröffentlicht. Anreicherungsprozesse von Radionukliden im biologischen Material werden seit vielen Jahren studiert und die Ergebnisse vom BMSV bzw. BMGU regelmäßig publiziert. So kann z. B. der Akkumulationsvorgang des radioaktiven Isotops J-131 über den Weg vom Gras über Kuh und Milch zur menschlichen Schilddrüse hin in allen Phasen abgeschätzt werden. Einer dadurch bedingten eventuellen höheren Strahlenbelastung wird jedoch insofern vorgebeugt, indem man entsprechend den wissenschaftlichen Erkenntnissen die zulässige Freisetzung der Radionuklide seitens der Behörde vermindert. Die Aktivitätskonzentrationen und Dosisleistungen in der Umgebung des Kernkraftwerkes werden durch regelmäßige Untersuchungen von amtlichen Instituten kontrolliert und überwacht.

#### L i t e r a t u r

1. NENTWICH, A. (1970): Energiebedarfsdeckung in Österreich. GTK-Broschüre „Strom für die Zukunft“, 1972.
2. Sicherheitsbericht für das Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld, 1971.
3. GATTINGER, T. E. (1971): Geologisches Gutachten für das Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld.
4. KAUTSKY, F. (1924): Mitt. d. Erdb. Komm., N. F. 58, Wien, Bd. 16, S. 31.
5. SCHWINNER, R. (1929): Zeitschr. f. Geophys., Bd. 16, S. 31.
6. DRIMMEL, J. (1971): Seismologisches Gutachten für das Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld.
7. DRIMMEL, J. (1971): Meteorologisches Gutachten für das Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld vom 29. 7. 1971.
8. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien (1973): Wasserrechtliche Bewilligung für das Kernkraftwerk Tullnerfeld, Zl. 86.306-I/1/72, 15.
9. BOROVICKA, H. (1971): Gutachten über die Gründung des Gemeinschaftskernkraftwerkes Tullnerfeld.
10. WANDERER, E.: Der Standort des ersten Österreichischen Kernkraftwerkes. ÖIZ, 15. Jg., H. 11, 324.
11. Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung (1973): Radiologisches Gutachten über die Gewässer, Böden und Grünfütterpflanzen im Kontroll- und Überwachungsbereich des Gemeinschaftskernkraftwerkes Tullnerfeld bei Zwentendorf zur Beweissicherung für das Jahr 1973.
12. FRANTZ, A. (1974): Unveröffentlichte Meßergebnisse über den Strahlungspegel im Kontroll- und Überwachungsbereich des Kernkraftwerkes Tullnerfeld für 1974.
13. TSCHIRF, E.: Unveröffentlichte Meßberichte zur Beweissicherung für das Kernkraftwerk Tullnerfeld.

Anschrift der Verfasser: Oberrat Dr. Anny FRANTZ, Leiterin der Abteilung Radiologie der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung, A-1223 Wien, Postfach 7 und Dr. Emmerich WANDERER, Gemeinschaftskernkraftwerk Tullnerfeld Ges. m. b. H., A-1011 Wien, Marc-Aurel-Straße 4.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: [1974](#)

Autor(en)/Author(s): Frantz Anny, Wanderer E.

Artikel/Article: [Die Umweltbedingungen für das erste österreichische Kernkraftwerk 9-28](#)