

## **2. STANDORT DES ATOMKRAFTWERKS UND TECHNOLOGIE DER ENERGIEPRODUKTION**

## Inhaltsverzeichnis

<b>2. STANDORT DES ATOMKRAFTWERKS UND TECHNOLOGIE DER ENERGIEPRODUKTION ...</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Standort des Atomkraftwerks .....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Wichtigste Merkmale des Standortes und seiner Umgebung .....	3
2.1.2. Raumnutzung der Standortumgebung .....	5
2.1.2.1. Veränderungen der Raumnutzung .....	5
2.1.2.2. Die unter Schutz stehenden Objekte der weiteren Umgebung .....	8
2.1.3. Auswahl des Standortes .....	10
2.1.4. Ausgestaltung des Standortes, Grundbuchdaten .....	11
2.1.5. Die Sicherheitszone des Atomkraftwerks .....	13
2.1.6. Wichtigste Merkmale der Errichtung des Atomkraftwerks .....	13
2.1.7. Beziehung zwischen Stadt Paks und Atomkraftwerk .....	16
<b>2.2. Die Einrichtungen der Energieproduktion und deren technologische Prozesse .....</b>	<b>17</b>
2.2.1. Die Einrichtungen der Energieproduktion .....	17
2.2.2. Die technologischen Merkmale der Energieproduktion .....	21
2.2.2.1. Der Prozess und die technologischen Einrichtungen der nuklearen Energieproduktion .....	21
2.2.2.2. Niveausicherung der technologischen Einrichtungen, der gegenwärtige Zustand des Atomkraftwerkes .....	30
2.2.2.3. Der Betriebsstoff .....	31
2.2.2.4. Entstehung und Lagerung des radioaktiven Mülls .....	32
2.2.3. Verbundene Tätigkeiten und Einrichtungen .....	42
2.2.3.1. Wasserversorgung .....	42
2.2.3.2. Wasserausleitung .....	44
2.2.3.3. Gefahrenstoffe und ihre Lagerung .....	45
2.2.3.4. Andere verbundene Tätigkeiten, technologische Systeme .....	47
2.2.4. Infrastrukturelle Verbindungen des Standortes .....	48
<b>2.3. Emissions- und Umweltkontrollsysteme .....</b>	<b>49</b>
2.3.1. Kontrollsystem der radioaktiven Emissionen .....	49
2.3.2. Kontrolle der traditionellen Emissionen .....	56
2.3.3. Programm zur Standortcharakterisierung .....	58
2.3.3.1. Zustand der Oberflächengewässer .....	58
2.3.3.2. Möglichkeit der Verwendung der Oberflächen- und der unterirdischen Gewässer, Charakterisierung der Wasserbewirtschaftung der Donau .....	59
2.3.3.3. Zustand des Donaubettes und der Uferböschung (hydrometrische Messungen) .....	60
2.3.3.4. Lokales Klima im Bereich des Kraftwerkes und seine Wirkungen im betroffenen Bereich .....	60
2.3.3.5. Charakterisierung der Raumnutzung und Raumstruktur der Umgebung des Kraftwerkes .....	61
2.3.3.6. Biomonitoring-Untersuchungen mit Musterwert .....	61
2.3.3.7. Untersuchung der Gesundheit der im Umkreis des AKW Paks Lebenden .....	62
2.3.3.8. Festlegung des gegenwärtigen Strahlungsniveaus im Untersuchungsgebiet .....	62
2.3.3.9. Festlegung der Strahlenbelastung der Fauna .....	63
2.3.3.10. Tritiumgehalt der Gewässer .....	63
Literaturverzeichnis .....	64

## 2. STANDORT DES ATOMKRAFTWERKS UND TECHNOLOGIE DER ENERGIEPRODUKTION

### 2. 1. Standort des Atomkraftwerks

#### 2.1.1. Wichtigste Merkmale des Standortes und seiner Umgebung

Der Standort Paks ist im Komitat Tolna zu finden, zirka 118 Kilometer südlich von Budapest und zirka 75 Kilometer von der südlichen Landesgrenze entfernt. Der Standort des AKW befindet sich fünf Kilometer südlich des Stadtzentrums, einen Kilometer westlich der Donau und 1,5 Kilometer östlich der Landeshauptstraße Nummer 6. Die südliche Landesgrenze befindet sich in zirka 94 Kilometer südlich des Atomkraftwerks donauabwärts (Kraftwerke Flusslaufkilometer 1527, Staatsgrenze 1433). Genauen Ort und unmittelbare Umgebung des Kraftwerks zeigt Abbildung 2.1. Auf der Abbildung ist ersichtlich, dass die weitere Umgebung des Kraftwerkes (ein Umkreis von dreißig Kilometer) die Donau in zwei Hälften teilt: die westliche Hälfte befindet sich in der ungarischen Region namens "Dunántúl", "Transdanubien", die östliche im Zwischenland zwischen der Donau und der Theiß [2].

#### Die im Umkreis des Standortes lebende Bevölkerung

In der weiteren Umgebung der Einrichtung<sup>1</sup> (innerhalb von dreißig Kilometer) lebt ein Großteil der Bevölkerung in fünf Städten (Tabelle 2.1.). Gemäß der Daten des Ungarischen Statistischen Zentralamts, Központi Statisztikai Hivatal – KSH, der Volkszählung 2001 gestalteten sich die Bevölkerungszahlen dieser Städte wie folgt:

**Tabelle 2.1. Einwohnerzahl der Städte in der weiteren Umgebung des AKW (31. Jänner 2001)**

	Entfernung von der Einrichtung	Einwohnerzahl
Paks	5 km nördlich	20.859
Tolna	17 km südlich	12.116
Szekszárd	26 km südwestlich	36.233
Dunaföldvár	26 km nördlich	9.149
Kalocsa	10,5 km östlich	18.793
Kecel*	31 km östlich	9.166
Kiskörös*	31 km nordöstlich	15.393

\* in der Nähe des untersuchten Gebietes, aber bereits außerhalb der 30 km-Zone

Die in der unmittelbaren Nähe des Standortes (acht Kilometer) befindlichen Ortschaften und die Einwohnerzahlen führt im Detail Tabelle 2.2. an.

**Tabelle 2.2. Einwohnerzahl Ortschaften in der unmittelbaren Umgebung des AKW**

	Entfernung von der Einrichtung	Einwohnerzahl
Komitat Tolna		
Paks*	5 km nördlich	20.859
Dunaszentgyörgy	4,9 km südwestlich	2.634
Komitat Bács-Kiskun		
Uszód	4 km östlich	1.087
Dunaszentbenedek	4,2 km nordöstlich	948
Foktő	6,7 km südöstlich	1.717

\* bei dieser Zahl ist die Einwohnerzahl von Dunakömlöd mitberechnet, das verwaltungstechnisch zur Stadt Paks gehört

<sup>1</sup> Das untersuchte Gebiet wird nach der unter 1.3.3.2. vorgestellten Gliederung präsentiert.

Innerhalb der Sicherheitszone des Kraftwerks, innerhalb eines Umkreises von drei Kilometern lebt die Bevölkerung von Csámpa mit 137 Personen [2].

### Wichtigste Merkmale der Entwicklung der Stadt Paks

Die soziale Zusammensetzung und Wirtschaft der Stadt war über Jahrhunderte von der Landwirtschaft (Landwirtschaft und Weinbau) von Manufakturen, der Kleinindustrie, dem Handel und der Schifffahrt geprägt. Die charakteristischen Züge der kapitalistischen Entwicklung, die Industrialisierung, gingen im Großen und Ganzen an der Stadt vorbei. Ab Anfang des 20. Jahrhunderts gab es hier nur zwei große Industriebetriebe, die Ziegelei und die Konservenfabrik. Letztere arbeitete die Produkte der Landwirtschaft auf einem sehr hohen Niveau auf. 1950 wurde die Umfahrungsstraße der Landeshauptstraße Nummer 6 fertiggestellt, die die Wohnbezirke der Stadt vom Durchgangsverkehr entlastete.

Die Großgemeinde Paks lebte in den fünfziger und sechziger Jahren den stillen Alltag des provinziellen Ungarns. Arbeitsplätze gab es in Ermangelung einer Industrie nur wenige, womit mehr als tausend Menschen täglich zwischen ihrem Wohnort und ihrer Arbeitsstätte hin und her pendelten. Die Bevölkerung der Siedlung ging laufend zurück, die demographischen Kurven zeigten die Symptome der Überalterung. Mitte der siebziger Jahre kam es zu einem Wandel, als die Vorarbeiten für den Bau des Atomkraftwerks einsetzten. Die Wohnbevölkerung stagnierte kurzfristig, wonach ein kräftiges Wachstum einsetzte, in deren Gefolge sich die Wohnbevölkerung innerhalb eines Jahrzehnts verdoppelte. Auch die Alterszusammensetzung des Ortes änderte sich, denn sowohl die Bauarbeiter als auch die BetreiberInnen des Atomkraftwerks gehörten zur jüngeren Altersgruppe.

**Aufgrund des Wachstums der Bevölkerung und der infrastrukturellen Entwicklungen erhielt Paks 1979 neuerlich den Rang einer Stadt.**

Das Wissenschaftliche Institut für Stadtplanung und -bau (VÁTI) fertigte in den siebziger Jahren eine Untersuchung über die Bevölkerungsverteilung in der Umgebung der Stadt im Zusammenhang mit der Veränderung der Bevölkerungszahlen an [1]. Es wurde festgestellt, dass die betroffenen Siedlungen der Region zu überwiegender Teil, was die Bevölkerungszahlen betrifft, rückläufig sind und man bis 2010 auch mit einem Aufrechterhalten dieser Situation rechnen können (vgl. Tabelle 2.3.). Nach den damaligen Schätzungen würden die Wachstumspole entlang der Donau, dort in erster Linie in Paks, Kalocsa und Szekszárd liegen und (erst in zweiter Linie) im Raum Dunaföldvár-Solt und Umgebung.

**Tabelle 2.3.: Geschätzte und tatsächliche Bevölkerungszahlen**

Siedlung	Faktenmaterial				Prognose		Tatsache
	1980	1990	1992	1993	2000	2010	2001
Szekszárd	34.592	36.857	37.294	37.406	38.574	40.561	36.233
Paks	19.514	20.274	20.810	21.022	22.070	23.586	20.859
Kalocsa	18.613	18.350	18.148	18.209	17.944	17.714	18.793
Dunaföldvár	9.331	8.551	8.271	8.150	7.684	7.210	9.149
Tolna	9.889	12.082	11.910	11.862	11.444	11.156	12.116

Quelle: VÁTI

Die Daten der Prognose vergleichend ist aus den Daten der letzten Spalte, den Daten der Volkszählung 2001 ersichtlich, dass die Vorausschätzungen der VÁTI nicht eingetroffen sind. Die Voraussagen waren überall gegenteiliger Art als die Tatsachen und die reale Entwicklung d.h. dass in den Bereichen in denen ein Rückgang der Bevölkerungszahlen prognostiziert wurde, eine Steigerung zu verzeichnen ist und umgekehrt.

Abbildung 2.1. Der Standort und seine Umgebung (1:100.00) */fehlt auch im Original/*

Die ständige Bevölkerung der Stadt stieg in der Zeit des Baus und der Inbetriebnahme des Atomkraftwerks zwischen 1970 und 1985 um 36 Prozent, die Wohnbevölkerung um 84 Prozent. In derselben Zeit verdoppelte sich der Wohnungsbestand der Stadt (von 3.199 auf 6.400), die vom kommunalen Wasserversorgungssystem versorgten Woh-

nungen stiegen von 27 Prozent auf 67 Prozent an, die Zahl der Wohnungen, die an die Kanalisation angeschlossen waren stieg infolge der Errichtung einer Kläranlage auf 43 Prozent.

Infolge des Betriebsbeginns des AKW und der Ansiedlung der jüngeren Altersgruppe in der Stadt stieg auch die Zahl der Kinder in der Stadt beträchtlich an. Dies zeigen die Zahlen bezüglich der Hortplätze, die um 181 Prozent, der Kindergartenplätze, die um 141 Prozent stiegen, und die Zahl der Schulklassen an, die um 66 Prozent anstieg. Auch die Grundversorgung wurde besser, als Beispiel möge der Anstieg der Grundfläche des Kleinhandels mit 106 Prozent und des Gastgewerbes um 328 Prozent dienen. Diese sehr hohen Wachstumsraten sind in erster Linie mit dem Bau des Atomkraftwerks in Verbindung zu bringen, obwohl es zu dieser Zeit auch andersorts beträchtliche Entwicklungen im Bereich des Städtebaus nach dem Wirtschaftsaufschwung gab.

Nach der Wende hat die Privatisierung sowie der Rückfall der ungarischen Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie auch die landwirtschaftliche Produktion in der Umgebung der Stadt stark umstrukturiert. Im Zuge der Herausformung der neuen Besitzverhältnisse war die Großfelderwirtschaft in der Landwirtschaft Ende der neunziger Jahre zurückgegangen und hatte der Kleinfelderwirtschaft Platz gemacht (In dessen Gefolge auch die Lebensmittelindustrie zurückging und die Konservenfabrik von Paks ihre Tore schließen musste).

Als bedeutsame Entwicklung der Stadt Paks zeigt sich in letzter Zeit die Errichtung des Industrie- und Gewerbeparks und die Regelung des Donaufers in der Stadt. Diese Entwicklungen wurden von der Selbstverwaltung Paks in ihren Verordnungen 12/1997 und 24/1997 verfügt. Die strukturellen Funktionen des Industrie- und Gewerbeparks wurden damit wie folgt angenommen:

- Einrichtungsstruktur,
- Dienstleistungsbetriebe,
- Produktionsbetriebe,
- Lagerung und Verpackung.

Die Funktionen der Donauregulierung lautet wie folgt:

- Fremdenverkehrszentrum,
- Gastgewerbe und Dienstleistungseinrichtungen,
- Grünbereiche für Veranstaltungen am Wasser,
- Sportbereiche,
- Camping- und Erholungslager,
- Zentrum für Wassersport- und -tourismus, Hafen.

Diese Entwicklungen befinden sich zur Zeit im Aufbau.

Vom Gesichtspunkte der Erholung am Wasser hat die Region entlang der Donau eine ganz besondere Bedeutung. Von allen diesen Erholungsmöglichkeiten (für ca. 1,6 Millionen Menschen) ist die Donau mit Einrichtungen für 600.000 Menschen (37 Prozent) beteiligt, auf die untersuchte Region wiederum entfallen Einrichtungen für sechzig bis siebzigtausend Menschen.

## **2.1.2. Raumnutzung der Standortumgebung**

### *2.1.2.1. Veränderungen der Raumnutzung*

In der Auswahl eines Standortes sind die Raumnutzungsverhältnisse der entsprechenden Region, die diesbezüglichen Sensibilitäten der Region immer ein wichtiger Faktor. Deshalb wird hier im weiteren kurz skizziert, welche Formen der Raumnutzung es hier vor dem Bau und der Inbetriebnahme des Kraftwerkes bzw. zur Zeit von Bau und Inbetriebnahme gegeben hat. Dieser Zustand wird nur in seinen größten Umrissen mit der heutigen Raumnutzung verglichen, die gegenwärtige Situation wird mithilfe von Aufnahmen aus dem Weltraum unter Punkt 5.4.10.1. im Detail bewertet.

#### Zustand vor dem Bau des Atomkraftwerks

Das Standortgebiet und die ganze umliegende Region gehörte vor dem Bau des Atomkraftwerks zu den kaum industrialisierten Regionen Ungarns. In der weiteren und näheren Umgebung des AKW Paks befindet sich auch heute keine bedeutenderen Industriebetriebe, auch die Leichtindustrie ist sehr wenig vertreten, die sich zudem sehr stark auf die Städte konzentriert.

Die geographischen und topographischen Merkmale der Region, die Anwesenheit der Donau als bestimmendes Oberflächengewässer sowie die geologischen, hydrologischen-hydrogeologischen Bedingungen lassen diese Gegend unter den landwirtschaftlich wertvollen Territorien des Landes figurieren. Charakteristisch ist die Landwirtschaft und die Viehzucht, im kleineren Ausmaß die Fischzucht und der Obstanbau.

Aus den Bewertungen bezüglich der Bodennutzung, die noch vor dem Bau des Kraftwerkes angelegt wurden, geht hervor, dass in der Sicherheitszone (drei Kilometer) wie auch in der weiteren Zone (dreißig Kilometer) die Landwirtschaft dominant ist, weiters auch noch die Forstwirtschaft und Fischzucht von Bedeutung ist. Dies zeigen auch die Daten bezüglich der Bodennutzung aus dem Jahr 1974, die hier auf Tabelle 2.4. zusammengefasst werden.

**Tabelle 2.4. Daten zur Bodennutzung 1974**

Art der Bodennutzung	Verhältnis der Bodennutzung (%)	
	Unmittelbare Umgebung	Weitere Umgebung
Ackerboden	70	68
Obst, Wein	3	6
Wiese, Weide	15	15
Landwirtschaft, gesamt	88	89
Wald	5	7
Andere	7	4

Vor dem Bau des Atomkraftwerkes war also die oben angeführte Art der Bodennutzung für den später vom Kraftwerk beanspruchten Grund und Boden charakteristisch, womit die Einrichtung hier eine green-field-Investition war. Im Bereich der Einrichtung gab es vorher keine industrielle, dienstleistungsorientierte oder siedlungsadministrative Einrichtung und damit auch keine von diesen verursachte Umweltverschmutzung.

Am Standort des Kraftwerkes und in dessen unmittelbarer Umgebung wurden auf den Ackerböden in erster Linie Getreidesorten, Korn- und Grünfutter produziert. Die Weintrauben wurden zur Weiterverarbeitung weitertransportiert, die Ernte zur Fütterung des Viehbestandes verwendet. Die Bedeutung der Viehhaltung war bereits zur Zeit des Baus des Kraftwerkes hier nicht mehr von Bedeutung, die damaligen mittel- und langfristigen Pläne sahen sogar eine Beendigung der Viehzucht vor.

Die Größe des Betriebsstandortes, des Bereiches für die Bauarbeiten usw. betrug zur Zeit des Baus 388 Hektar. Davon nahm die Materialgewinnungsstätte, woher der Boden für die Aufschüttungen gewonnen wurde, sieben Hektar ein.

#### **Zustand nach der Inbetriebnahme des Kraftwerkes**

Ende der 1980er Jahre, als bereits alle vier Blöcke des Kraftwerkes im Betrieb waren, wurde diese Untersuchung vom Budapester Dienst für Pflanzen- und Bodenschutz wiederholt. Die Untersuchungen bezüglich der Bodennutzung, die sich auf die weitere (dreißig Kilometer Umkreis) Gegend in einer Größenordnung von 282.600 Hektar erstreckten, kamen zu einem durchaus ähnliche Ergebnis wie die erste Studie:

- der Anteil der Landwirtschaft betrug weiterhin 88 Prozent,
- der Anteil der Wälder hatte sich nicht verändert und lag weiter bei sieben Prozent,
- die Wiesengründe (Wiesen und Weiden) waren minimal angewachsen (16,3 Prozent), während die Obst- und Weinkulturen etwas zurückgegangen waren (5,3 Prozent).

In den landwirtschaftlichen Betrieben nahm auch jetzt noch – sowohl was die Bodennutzung als auch was die Produkte betraf – die Ackerpflanzenproduktion den ersten Rang ein, die 78,6 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Anspruch nahm.

Mitte der neunziger Jahre wurden die Veränderungen in der Bodennutzung aufgrund einer vergleichenden Analyse von topografischen Landkarten im Maßstab 1:25.000 vermessen. Der Vergleich erstreckte sich auf die er-

kennbaren Zustände bei Bau des Kraftwerks und in die neunziger Jahre. Abbildung 2.2. zeigt eine (nicht allzu gute) Landkarte der Bodennutzung Mitte der neunziger Jahre.

Bis dahin hatte sich die Bodennutzung in der Region und im Bereich des Standortes ein wenig verändert. Die allgemeinen Prozesse können mit folgenden Feststellungen charakterisiert werden:

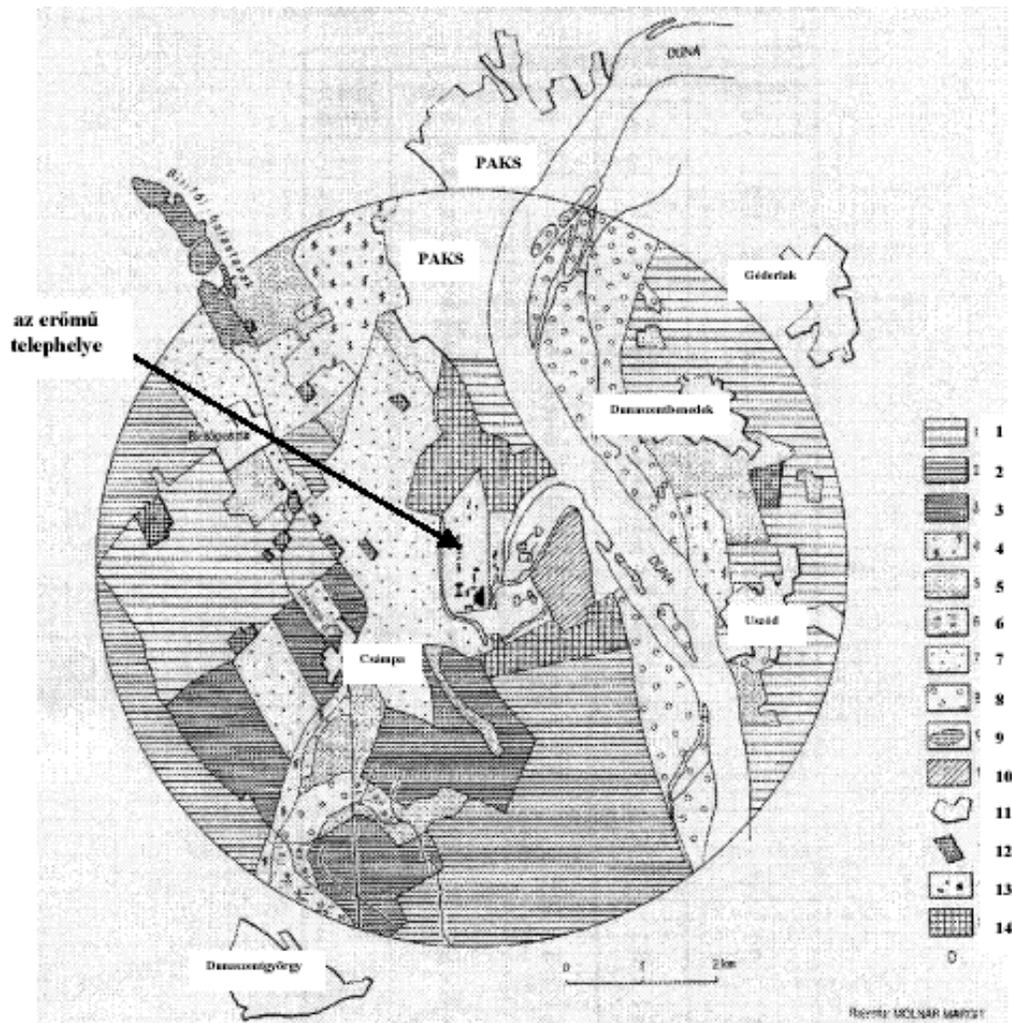
- das bebaute Gebiet der Stadt Paks hat sich in Richtung Süden erweitert, die Bebauung ist allgemein stärker geworden. In den südlichen Teilen der Stadt ist sowohl die dörfliche als auch die städtische Struktur erkennbar;
- die Ausbreitung der Industriezone ist im Vergleich zur Situation vor dem Kraftwerkbau stark gestiegen, auf Kosten der landwirtschaftlichen Zonen, der Bebauungsgrad der Industriezonen hat sich aber seit der Zeit der Errichtung des Kraftwerkes nicht maßgeblich verändert, eher die Fläche der noch zu bebauenden Gebiete hat sich erhöht, diese Industriezonen standen schon damals leer (und stehen auch heute noch unbebaut da), in diesen Gegenden herrscht eine wildwuchernde Vegetation vor und damit ist auch die Zahl der allergenen Pollen hoch (Dies wird auch von den Daten des Gesundheitsdienstes untermauert, der in letzter Zeit einen Anstieg der Allergiekrankheiten verzeichneten);
- Die Waldzonen wurden – im Vergleich zur früher – zu stärker das Landschaftsbild bestimmenden Elementen. Die Ausbreitung der Wälder erfolgte auf Kosten des Rückgangs der Wiesen und Weiden, des Ackerlandes und der Weingärten – heute bilden diese Wälder bereits ganze zusammenhängende und gewachsene Zonen. Die Auwälder am linken Ufer der Donau haben sich nicht spürbar ausgebreitet, aber ihre Abgeschiedenheit ist auch nach dem Besitzerwechsel erhalten geblieben;
- infolge der Umstrukturierung der landwirtschaftlichen Betriebe ist die Viehhaltung (Schweine) zurückgegangen oder überhaupt eingestellt worden (Rinder), weshalb die landwirtschaftlichen Bereich zum Teil ungenutzt sind, ihr Zustand schlecht ist;
- mehr als siebenzig Prozent des landwirtschaftlichen Gebiets sind Ackerfelder, dessen fruchtbarste Böden im Raum Uszód-Dunaszentbenedek zu finden sind, aber ähnlich fertil sind auch die Ländereien des Guts Biritópuszta. Die ehemaligen Länder der LPG, landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaft Paks sind mit der durchschnittlichen Fruchtbarkeit Transdanubiens vergleichbar. Die Intensität der Ackerbauverwendung ist laufend zurückgegangen, Weizen, Mais und Sonnenblumen dominierten schließlich. Die Produktion von Futtergetreide oder Gemüse ist inzwischen fast vollkommen verschwunden;
- infolge der Neuordnung der Besitzverhältnisse ist ein Gebiet von geschlossenen Gärten im nordwestlichen Teil des Gebietes entstanden, der frühere Weinbau hat sich fast ausschließlich in diese Zone zurückgezogen;
- die Bewirtschaftung der Wiesen ist ebenfalls sehr schwach, nur in der Gemeinde Uszód-Dunaszentbenedek werde noch Weiden und Wiesen von Kleinbauern bewirtschaftet.

Die Feststellungen des Vergleichs des Zustandes der achtziger und neunziger Jahre wurden die durch im Rahmen des Charakterisierungsprogramms des Standortes gemachten Weltraumaufnahmen bestätigt. Aufgrund der am 30. Mai 1977 und am 30. Juni 2002 von den Satelliten "Kosmos" bzw. "Landsat" gemachten Aufnahmen beurteilte die AKW Paks AG von den Veränderungen in der Landnutzung der Umgebung folgende als die wichtigsten:

- a) die Großfelderbewirtschaftung im Tiefland gibt es nicht mehr, diese Umstrukturierungstendenzen haben sich in den Teilen westlich der Donau weniger gezeigt,
- b) die Stadt Paks ist in nördlicher und südlicher Richtung gewachsen,
- c) die Spuren der Erdarbeiten sind bereit 1977 zu sehen, bzw. auch der im Jahr 2002 dort bereits in Betrieb befindliche Standort.

(Zu den Details der Auswertung siehe 5.4.10.1.)

Abbildung 2.2. Struktur der Bodennutzung in einem Umkreis von fünf Kilometern um das Kraftwerk



- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1 Ackerland über 29 Ar       | 8 Auwald                               |
| 2 Ackerland 28,9 bis 24,1 Ar | 9 Fischteich                           |
| 3 Ackerland unter 24 Ar      | 10 Fischteich in Industriezone         |
| 4 Garten (Wein, Obst, Acker) | 11 unbebaut im Innenbereich            |
| 5 Wiese, Weide               | 12 unbebaut in Außenzonen              |
| 6 Wiese mit Schilf           | 13 unbebaut geschlossene Industriezone |
| 7 trockener Laubwald         | 14 unbebaut in Industriezone           |

#### 2.1.2.2. Die unter Schutz stehenden Objekte der weiteren Umgebung

Die Auswahl des Standortes für eine Industrieenanlage wird auch von der Sensibilität und Gefährdung des gegebenen Gebietes beeinflusst. Der vielleicht wichtigste Sensibilitätsfaktor, den Industriestandort zu vermeiden haben, ist der Schutz – in erster Linie der Naturschutz – ausgewählter Objekte. Deshalb werden diese schon hier angeführt. Eine detaillierte Auflistung dieser Objekte ist in Kapitel 5 zu finden.

Im Gebiet sind zahlreiche geschützte Naturgebiete von landesweiter Bedeutung in der Verwaltung des Nationalparks Donau-Drauf und des Nationalparks Kiskunság zu finden. Diese wurde größtenteils bereits nach der Inbetriebnahme des Blocks 1 zu Nationalparks umgewidmet [2].

Gebiete, die zum Nationalpark Donau-Drauf innerhalb eines Umkreises von dreißig Kilometer gehören:

- Naturzone (TT) Orchideenwald Bogyiszló (250/TT/92)
- Naturzone (TT) Szakadát
- Naturschutzzone (TK) Südliches Mezöföld

Die Naturschutzzone südliches Mezöföld umfasst folgende Naturzonen (TT) von landesweiter Bedeutung:

- Naturzone (TT) Ökörhegy bei Bikács (199/TT/87)
- Naturzone (TT) Tátorjános bei Bölcske (203/TT/88)
- Naturzone (TT) Flachwiese bei Kistáp (200/TT/87)
- Naturzone (TT) Látóhegy bei Németkér (197/TT/87)
- Naturzone (TT) Szedresi tarkaszáfrányos (Buntsafrane von Szedres) (198/TT/87)

In Planung befindliche Schutzzone<sup>2</sup> innerhalb der dreißig Kilometer Schutzzone um das Kraftwerk:

- Naturzone (TT) Hügelland Kis- und Nagyszékely
- Naturschutzzone (TK) Hügelland Szekszárd-Geresdi
- Naturzone (TT) Weideland Bogyiszló
- Naturzone (TT) Schwertlilienhain von Sióagárd
- Naturzone (TT) Reiherbrutstätte von Mőzs und See Kapszeg
- Naturzone (TT) Imsós Wald bei Paks
- Erweiterung der Naturschutzzone (TK) südliches Mezöföld
- Naturzone (TT) Moorwald von Dunaszentgyörgy

Gebiete, die zum Nationalpark Kiskunság innerhalb eines Umkreises von dreißig Kilometer gehören:

- Naturzone (TT) Miklapusza – Stammgebiet des Nationalparks (Verordnung des Umweltministeriums 22/1996 vom 9. X.)
- Naturzone (TT) Rotmoor von Császártöltés (219/TT/90)
- Naturzone (TT) Weideland und Lössufer von Hajós (229/TT/90)
- Naturzone (TT) See von Szelid (123/TT/76)
- Naturzone (TT) Tal von Érsekhalom Hét
- Naturzone (TT) Sandpuszta von Hajós

Angemerkt werden soll, dass es im südlichen Teil des Umkreises eine im rechtlichen Sinn nicht geschützten, aber vom Gesichtspunkt der Jagd her einen sehr wichtigen "Großwildbestand nationaler Bedeutung" gibt, worunter sich Rot- und Damhirsche, Rehe, Fasane finden.

Geplante Schutzzone innerhalb des dreißig Kilometer Umkreises um das Atomkraftwerk:

- der Nationalpark Kiskunság plant im Umkreis von dreißig Kilometer um das Atomkraftwerk den Ausbau einer Naturschutzzone (wahrscheinlich unter dem Namen Naturschutzzone Örjeg oder Rotmoor), genauere Angaben stehen noch nicht zur Verfügung,
- unter den voraussichtlich zu schützenden Gebieten gibt es auch Natura 2000-Zonen (ganz besondere Vogelschutzzone, SPA, und besondere Naturschutzzone, SAC, SCI), deren Ausgestaltung befindet sich im Laufen.

Außer den landesweit wichtigen Naturzonen befinden sich auch zahlreiche andere, von der Auswahl des Standortes aus gesehen aber weniger wichtige Schutzzone und schützenswerte Objekte in der Umgebung des Kraftwerkes. Die örtlichen Naturschutzzone werden unter Punkt 5.4.5.1. aufgezählt.

Die Tabelle 2.5. wiederum enthält die Baudenkmäler, denkmalartigen Gebäude der Siedlungen der weiteren Umgebung zum Kraftwerk, Gebiete mit Baudenkmalcharakter und Schutzzone. Die Baudenkmäler der Stadt Paks und die Objekte, die noch geschützt werden sollen, werden unter Punkt 4.3.6.2. angeführt.

Die Auswahl der örtlichen Naturschutzzone und Baudenkmäler wird von außen sehr wenig beeinflusst, bleibt in der Regel den Siedlungen überlassen und sind in der Regel auch sehr verstreut zu finden, meistens innerhalb der Ortschaft selbst.

---

<sup>2</sup> Diese Zonen wurden aufgrund der Informationen des Nationalparks Donau-Draufeld und des Nationalparks Kiskunság zusammengestellt

Tabelle 2.5.: Historische Baudenkmäler

Historische Baudenkmäler in der weiteren Umgebung				
Ortschaft	Baudenkmal	denkmalartig	Denkmalzone	Denkmalartige Zone
Komitat Tolna				
Szekszárd	5	30		
Komitat Bács-Kiskun				
Dunapataj	3	4	+	
Hajós	2	28	+	
Kalocsa	10	9		+
Komitat Fejér				
Vajta	1	2		

### 2.1.3. Auswahl des Standortes

Die Auswahl des Standortes des Atomkraftwerkes erfolgte noch im Rahmen einer RGW(COMECON)-Studie. Insgesamt wurden damals achtzehn Siedlungen allgemein charakterisiert, nach folgenden Kriterien:

- Lokalität der Industriezone,
- Bevölkerungsdichte, mögliche Enteignungen,
- ingenieurgeologische Verhältnisse,
- Geländeregulierung, Aufschüttungen,
- Verkehr, Straßen- und Eisenbahnanbindung,
- Wasser, Binnengewässer, Uferschutz,
- Kühlwasserversorgung,
- Anschluss an das Stromnetz,
- Möglichkeiten für den Aufbau einer Wohnsiedlung.

Nach der allgemeinen Beurteilung der Studie und nach einer Konsultation mit den sowjetischen Fachleuten reduzierte sich die Zahl der möglichen Standorte auf vier: Bogyiszló, Dusnok, Paks und Solt. Die Variante Solt geriet aus militärischen Erwägungen aus dem Kreis der Detailuntersuchungen.

Nach einer einheitlichen Prüfung der Standorte bezog man schließlich im April 1967 neben Paks (genauer gesagt für ein Gebiet zwischen Paks und Dunaszentgyörgy) Stellung. Die Auswahl des Standortes war im Entscheidungszeitraum von folgenden Vorteilen bestimmt:

- der Standort war eben, die natürlichen Gegebenheiten erleichterten die Geländearbeiten, die Geländestabilisierung,
- Hochwasserschutz und Binnenwassergefahr sind auf den Gebiet wegen seiner speziellen Ausformung gesichert bzw. gering,
- die Wassermenge der Donau macht 2.500 m<sup>3</sup>/s aus (nur fünfzehn bis zwanzig Prozent des Minimalwertes von 750 m<sup>3</sup>/s werden vom Kraftwerk für Kühlzwecke gebraucht),
- die meteorologischen Gegebenheiten sind günstig,
- im Umkreis von dreißig Kilometer des Kraftwerkes liegt die Bevölkerungsdichte unter dem landesweiten Durchschnitt,
- der Standort ist günstig, weil er die Stromversorgung des Landessüdens verbessert, und damit die Leistungsverteilung unter den Regionen des Landes,
- der Standort kann äußerst wirtschaftlich an das Landesenergienetz angeschlossen werden,
- ein Teil der Baumaterialien kann auf dem Wasser transportiert werden,
- der Betriebsbereich kann leicht an das bestehende Straßen- und Bahnnetz angeschlossen werden,
- die Siedlung Paks bietet – wegen seiner infrastrukturellen Gegebenheiten – eine gute Möglichkeit zur Unterbringung des BetreiberInnenpersonals,
- die Investition erscheint für das in erster Linie landwirtschaftlich geprägte Komitat Tolna bezüglich seiner industriellen Weiterentwicklung sehr günstig.

#### 2.1.4. Ausgestaltung des Standortes, Grundbuchdaten

Die Gesellschaft AKW Paks wurde am 31. Dezember 1991 aufgelöst, ihre Rechtsnachfolge trat am 1. Jänner 1992 die in einer geschlossenen Form gegründete AKW Paks Aktiengesellschaft an, deren Grundkapital bei der Gründung 126 Milliarden 598 Millionen achthunderttausend Forint betrug. Zur Zeit ist die fast einhundertprozentige Besitzerin dieser Aktiengesellschaft die MVM, Magyar Villamosági Művek, die ungarischen Elektrizitätswerke AG. Die Treuhandgesellschaft zur Privatisierung ist im Besitz einer goldenen Aktie und einige Selbstverwaltungen haben auch einen geringen Anteil am Aktienbesitz (darunter auch die Gemeinde Paks).

Der Standort des AKW Paks nimmt auf dem untersuchten Gebiet zur Zeit 5,8 km<sup>2</sup> ein. Der Standort kann vom Gesichtspunkt der Funktion und der Bewachung in zwei Teile gegliedert werden:

1. **Betriebsbereich** AKW Paks: die vier Blöcke des AKW, das Turbinenmaschinenhaus, die Wasseranlage sowie die Behelfsgebäude und -systeme, Büros, Wartungs- und Lagerhallen, die im Besitz der RHK Kht, der öffentlichen Gesellschaft für die Entsorgung des radioaktiven Mülls befindliche KKÁT-Deponie befindet sich daneben, gewisse Funktionen dafür werden auch vom Kraftwerk wahrgenommen;
2. **Investitionsbereich** AKW Paks: hier befinden sich die äußeren Einrichtungen für das Kraftwerk, die Wartungseinrichtungen und Lagerhäuser der Firmen, sowie die Wartungsübungszentrale.

Außerhalb der Zäune des Betriebsbereiches sind die Sammelstätten für Gefahren- und Industriestoffe zu finden, die Schlamm- und Kalt- und der Warmwasserkanal. Die unmittelbare Umgebung des AKW Paks ist auf Abbildung 2.1 bzw. in Beilage 1 dargestellt.

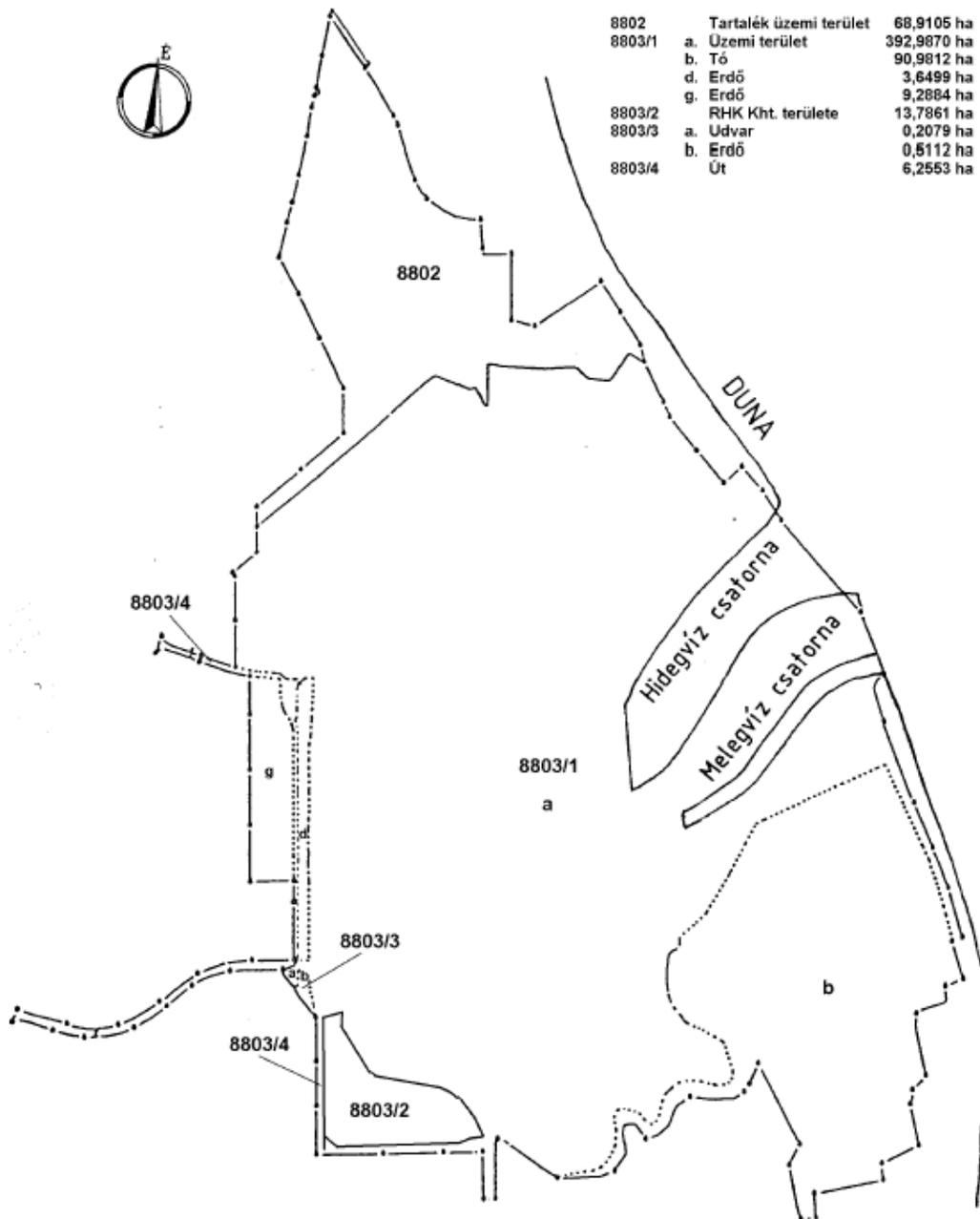
Im Bereich des Kraftwerkes arbeiten auch Firmen von außen. Diese bieten der Kraftwerksbetreibergesellschaft Bau-, Wartungs-, Gärtnerei- und Reinigungsdienstleistungen an. Die AKW Paks AG schließt mit allen diesen Firmen sog. Miet- oder Dienstleistungsverträge ab. In diesen Verträgen verpflichtet sich der Mieter, die Feuer-, Arbeitsschutz-, Umweltschutz-, Abfallentsorgungs- und andere behördliche Bestimmungen einzuhalten und für Schäden aus der Nichteinhaltung dieser Vorschriften aufzukommen. Weiters halten diese Verträge fest, dass die AKW Paks AG als Besitzerin des Geländes die Tätigkeit des Mieters aus umweltschützerischer Sicht überprüfen lassen kann und auffordern darf, eine eventuelle umweltschädigende Tätigkeit umgehend einzustellen.

Abbildung 2.3. stellt die Grundstücksgrenzen des Geländes dar und die innerhalb dessen abgegrenzten Gebiete. Außer dem eng gefassten Betriebsgelände gehörten auch der Fischteich, die Anfahrtswege und die Wälder zur Außenzone. Die jeweilige flächenmässige Verteilung ist in Tabelle 2.6. angeführt.

**Tabelle 2.6.: Bodenbesitz der AKW Paks Ag lt. Grundbuchamt**

Konskriptionszahl	Benennung	Fläche [ha]
8802	Reservebetriebsgelände	68,9105
8803/1		496,9065
	a. Betriebsgelände	392,9870
	b. See	90,9812
	d Wald	3,6499
	g. Wald	9,2884
8803/3		0,7191
	a. Hof	0,2079
	b. Wald	0,5112
8803/4	Straße eigener Verwendung	6,2553
Fläche gesamt:		572,7914

Abbildung 2.3. Grundstücksgrenzen und innere Aufteilung des Kraftwerks



Die Immobilie mit der Konskriptionszahl 8803/2 mit der Flächengröße von 13 ha 7.861 m<sup>2</sup> wurde von der AKW Paks AG am 11. Dezember 2000 im Rahmen eines Kaufvertrages der Republik Ungarn übertragen, die durch die RHK Kt., der Gesellschaft öffentlichen Rechts für die Entsorgung radioaktiven Mülls vertreten war. Das Grundbuchamt Paks hat diese Übertragung in einem vereinfachten Verfahren unter 39089/2000.12.28 in Evidenz genommen.

Die Immobilie mit der Konskriptionszahl 8803/2/A mit der Flächengröße von 812 m<sup>2</sup> wurde am 29. November 2001 im Rahmen eines Kaufvertrages der Republik Ungarn übertragen, die durch die RHK Kt., der Gesellschaft

öffentlichen Rechts für die Entsorgung radioaktiven Mülls vertreten war. Das Grundbuchamt Paks hat diese Übertragung in einem vereinfachten Verfahren unter 30676/2002.01.29 in Evidenz genommen.

### 2.1.5. Die Sicherheitszone des Atomkraftwerks

Die in der Umgebung des Kraftwerkes laufenden Tätigkeiten beeinflussen die Bestimmungen für die Sicherheitszone, weshalb hier im Einzelnen auf diese eingegangen wird.

Die Sicherheitszone des Atomkraftwerks wurde aufgrund der Verordnung des Industrieministeriums 4/1983 vom 30.III. über "Sicherheitszone des Atomkraftwerks" (im weiteren Verordnung des IM 4/1983) festgelegt. Demnach erstreckt sich diese Sicherheitszone ab dem Hauptgebäude gemessen maximal drei Kilometer in alle Richtungen, wobei auch der unterirdische und oberirdische Raum als solche gilt. Die Grenzen wurden von der Staatlichen energetischen und energiesicherheitstechnischen Aufsicht festgesetzt, in Übereinkunft mit der Amtsaufsicht für öffentliches Gesundheitswesen und Epidemienkontrolle.

Die Konstruktionsdaten der Immobilien in der Sicherheitszone enthält die Beilage zur Verordnung des IM 4/1983. 1997 verlor die Verordnung des IM 4/1983 ihre Gültigkeit, zur Zeit müssen die Grenzen der Sicherheitszone laut der Regierungsverordnung 213/1997 vom 1.XII. über die "Grenzen der Sicherheitszonen von Atomkraftwerken und radioaktiven Abfalldeponien" (im weiteren: RV 213/997) bestimmt werden. Da diese RV 213/1997 über keinerlei rückwirkende Gewalt verfügt und auch nicht eine Überprüfung der jetzige Sicherheitszongrenzen verlangt hat, ist im Falle des Kraftwerkes nach wie vor die Bestimmung der Verordnung des IM 4/1984 maßgebend. Die AKW Paks AG lässt zur Zeit diesen Widerspruch rechtlich überprüfen.

Laut der RV 213/1997 sind die maximalen Ausmaße der Sicherheitszone gerechnet ab der Wand des äußersten Sicherheitsschutzes:

- a) im Falle eines AKW an der Oberfläche um die Einrichtung dreitausend Meter, über der Einrichtung zweitausenddreihundert Meter,
- b) im Falle von unter- und oberirdischen Abfalldeponien für radioaktiven Müll an der Oberfläche fünfhundert Meter um die Einrichtung, über der Einrichtung zweitausenddreihundert Meter.

Das Minimum der Sicherheitszone innerhalb der oben beschriebenen Ausmaße ist jenes Gebiet, an dessen Grenzen eine sich laufend dort aufhaltende Person im Zuge des Normalbetriebs der Einrichtung über die in die Umwelt emittierte radioaktive Strahlung auch unter den ungünstigsten Umständen keine größere Strahlenbelastung als 100  $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$  erhält.

Gemäß Paragraph 4 der RV 213/1997 vom 1.XII:

- (1) ist es verboten in der Sicherheitszone
  - a) mit der Ausnahme der nuklearen Einrichtung bzw. der radioaktiven Abfalldeponie, Einrichtungen zu errichten, die einem längerfristige Aufenthalt von Menschen dienen (Wohn- und Erholungsbauten, Kinder- und Gesundheitseinrichtungen, Sportplätze, Spielplätze, Übungs- und Schießstätten, Lager, Camping, Marktplätze).
  - b) Tätigkeiten auszuüben, die der Sicherheit der Einrichtung schaden könnten (Sprengungen, Luftverkehr, Industrietätigkeit),
  - c) eine ungünstige Veränderung unter Beachtung der Einschränkungen bezüglich der Umweltzustände vorzunehmen (Terrain, Straßennetz),
- (2) Für die Genehmigung der unter (1) nicht genannten, nicht verbotenen Tätigkeiten hat die staatsverwaltungsmäßig zuständige Genehmigungsbehörde die Ansicht der OAH NBI, der Sicherheitsdirektion des Landesatomenergiebüros und des Amtsärztlichen Landesdienstes, ÁNTSZ, einzuholen und den Betreiber über die Erteilung der Genehmigung zu informieren.

### 2.1.6. Wichtigste Merkmale der Errichtung des Atomkraftwerks

Das AKW im Spiegel von Jahreszahlen

Wichtigere Daten der Errichtung des AKW waren:

1966: ungarisch-sowjetisches Abkommen über den Bau des AKW

- 1967: Auswahl des Standortes, Beginn der Vorarbeiten, Planung,  
 1968: technische Pläne in der Sowjetunion angefertigt,  
 1969: Geländebauten am Standort,  
 1970: Die Regierung beschließt – wegen des Kohlenwasserstoffprogramms – den Aufschub der Arbeiten,  
 1974: nach mehreren Parlaments- und ministeriellen Konsultationen Entscheidung über die Fortsetzung der Arbeiten, Fertigstellung der technischen Pläne für Block 1 und 2, Beginn des 1. Bauetappe, Erdaushubarbeiten für Hauptgebäude,  
 1975: neuerliche Novellierung des bereits einmal novellierten Staatsvertrages, Zeitplan für Inbetriebnahme der vier Blöcke wird erstellt,  
 1976: Gründung der Betreibergesellschaft,  
 1982: Inbetriebnahme von Block 1,  
 1983: Erdaushubarbeiten am Hauptgebäude II,  
 1984: Inbetriebnahme von Block 2,  
 1986: Inbetriebnahme von Block 3,  
 1987: Inbetriebnahme von Block 4,  
 1991: Gründung der AKW Paks AG.

Die wichtigsten Daten des Baus und der Inbetriebnahme der Reaktorblöcke enthält Tabelle 2.7.

**Tabelle 2.7.: Wichtigere Daten der Reaktorblöcke**

Block	Baubeginn	Hochgefahren am:	Betriebsgenehmigung bis:
1.	1974. 08.	1982. 12. 14.	2012. 12. 14.
2.	1974. 08.	1984. 08. 26.	2014. 08. 26.
3.	1979. 10.	1986. 09. 15.	2016. 09. 15.
4.	1979. 10.	1987. 08. 09.	2017. 08. 09.

### Die wichtigsten technologischen Merkmale des Kraftwerks

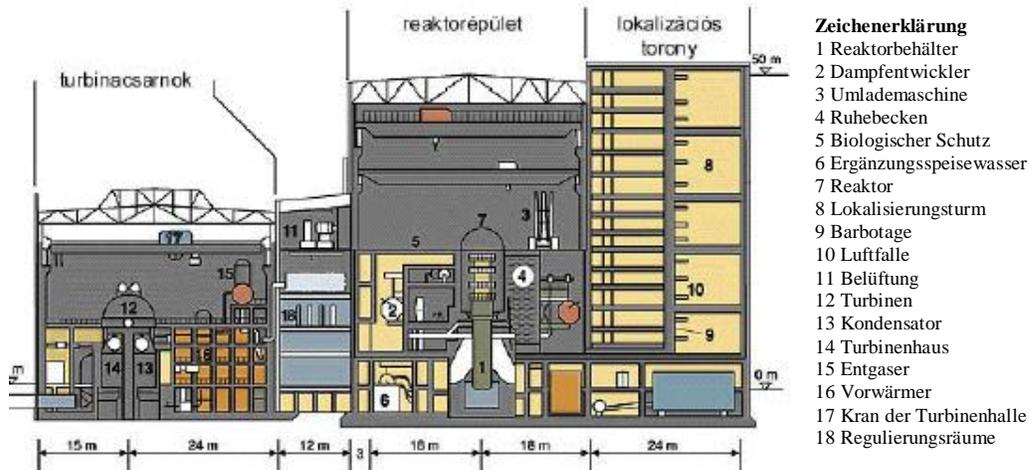
Die derzeit in betrieb befindlichen vier Blöcke sind Druckwasserreaktoren sowjetischer Planung des Typs VVER-440/213. Druckwasserreaktoren sind heute die am meisten verbreiteten Reaktorentypen in der Welt. Bei diesen rotiert der Wärmeträger in einem geschlossenen (Primär-)kreis des Reaktors und hat keinerlei direkten Kontakt mit der Außenwelt. Der Wärmeträger wird zu den Dampftwicklern geleitet, wo die Hitze auf der Sekundärseite der Dampftwickler das Speisewasser abführt. Im Sekundärkreis erhitzt sich das Wasser bis zum Siedepunkt und der so entstandene Dampf treibt die Turbinen an. Dem Primärkreis vergleichbar ist auch der Sekundärkreis geschlossen. Das Sekundärkühlwasser kühlt mittels des Umbaus der Hitze in mechanische Energie ab, die verbleibende Hitze wird über die Erwärmung der Kondensatoren abgegeben, die über Kühlwasser aus der Donau gekühlt werden. Das Kühlwasser wird wieder in die Donau zurückgeleitet. Da auch der Sekundärkreis eine geschlossene Einheit bildet, hat er keinen Kontakt zur Außenwelt.

Das AKW Paks besteht aus zwei Zwillingenblöcken. Der obere Teil des Reaktorgebäudes ist ein traditionelles Industriegebäude, mit allgemein gebräuchlichen Maschinen eingerichtet. Im unteren Teil des Gebäudes befindet sich der Reaktor mit dem Primärkreis und dem Dampftwickler. Der Reaktor wird von einer Ummantelung umhüllt. Das Reaktorgebäude unten ist als Reaktor ein eigenen, abgesonderter Teil. Die abgesonderte Teile, die sogenannte hermetischen Zonen sind an ein eigenes Störfall- und Lokalisierungssystem des Reaktors angeschlossen. Die hermetische Zone bedeutet eine Druckzone, die auch den Druckbelastungen eines Störfalles standhalten würde.

Ähnlich den westlichen Reaktoren folgt auch das AKW Paks dem Sicherheitsprinzip der "Tiefenwirkung", d.h. es gibt mehrere Systeme (Sicherheitslinien) zwischen Brennelementen und Umwelt, die eine Emission verhindern. Außer diesen passiven Systemen gibt es auch aktive. Für den Fall des Störfalles und danach dienen entsprechend ausgelegte Systeme der Kühlung des Reaktors. Im Falle eines Stromausfalles treten Dieselsegeneratoren in Betrieb. Einen Querschnitt durch das Reaktorhauptgebäude mit Bezeichnung des Lokalisationsraumes für Störfälle zeigt Abbildung 2.4.

Zu allen vier Reaktoren gehört ein gemeinsames Turbinenhaus, das sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Reaktorgebäuden befindet. Zu jedem Reaktor gehören zwei Turbinen, es gibt daher insgesamt acht Turbinen. Die Haupttransformatoren befinden sich neben dem Turbinengebäude, die Schaltzone aber in sicherer Entfernung – im Feuerfall gefährden sich so Turbinenhaus und Schaltzone nicht wechselseitig. Im Normalbetriebsfall und während der Wartung ist das AKW Paks aus infrastruktureller Sicht vollkommen autark und unabhängig von äußeren Dienstleistungen.

**Abbildung 2.4. Die Zentrale der Technologie: Reaktorgebäude und Turbinenhalle**



Das AKW sichert mit seinen vier Blöcken der Type VVER-440, 213 vierzig Prozent des elektrischen Energiebedarfs Ungarns. Die Elektroenergieproduktion Ungarns und deren Verteilung im einzelnen gibt Tabelle 2.8. wieder.

**Tabelle 2.8. Elektroenergieproduktion Ungarns in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre**

<b>Import</b>	2.195 GWh
<b>Eigene Produktion</b>	34.787 GWh (100%)
AKW Paks	40,8%
Öl, Gas	29,8%
Kohle	27,2%
Andere	2,2%

### Entwicklungsschritte des Kraftwerkes

Im Interesse der Steigerung des Wirkungsgrades wurden noch 1989 die Niederdruckturbinen ausgetauscht (Der Einbau von Endstufen mit größeren Durchmessern in den Niederdruckturbinen führte zu einer Leistungssteigerung von zehn Megawatt. Bei den anderen drei Blöcken kam es bereits von Anfang an zum Einbau solcher Turbinen).

Die in jüngster Zeit abgeschlossene Rekonstruktion der Turbinenkondensatoren hat mit der Einführung des Wasserbetriebes im Sekundärkreis mit einem erhöhten pH-Wert die Betriebsbedingungen der Dampfentwickler bezüglich der Verlängerung ihrer Lebensdauer verbessert und hat per Block eine Leistungssteigerung von zwei bis drei Megawatt gebracht.

2003 wurde das Modernisierungsprogramm der acht Turbinen abgeschlossen, mit dessen Abschluss die nominelle Leistung der Blöcke des Kraftwerks auf 472 Megawatt ansteigt. Damit steigt die Elektroleistung der vier Blöcke um mehr als vier Prozent bei gleicher Wärmeleistung und Senkung der Wärmebelastung der Umwelt.

Nach den ursprünglichen Planungen war die Leistung je eines Blocks 440 Megawatt. Die Gesamtleistung des Kraftwerkes betrug so 1760 Megawatt. Nach dem gegenwärtigen Zustand produziert Block 1 467 MW, Block 2 468 MW, Block 3 460 MW und Block 4 471 MW, die mit einer laufenden Veränderung der ursprünglich eingebauten Blöcke erreicht wurde. Die Gesamtleistung des Kraftwerkes beträgt zur Zeit 1866 MW.

Das AKW Paks entsprach als erstes Kraftwerk des ehemaligen Ostblocks den modernsten Sicherheitserwartungen. Die Reaktorblöcke von Paks entsprechen auch weiterhin aus nuklearer Sicherheitssicht den strengen internationalen Erwartungen, aber im Laufe der Zeit – wie überall in der Welt – müssen die neu ausgearbeiteten, die Sicherheit vergrößern Maßnahmen planmäßig und laufend durchgeführt werden. Ein solches sechsjähriges Projekt wurde 2002 abgeschlossen.

Ein Mittel der Steigerung der Sicherheit ist die laufende Fortbildung der MitarbeiterInnen. Diese Möglichkeit ergab sich mit der gemeinsamen ungarisch-finnischen Entwicklung eines Blocksimulators. Mit Förderung der IAEA wurde im Wartungsübungszentrum das Schulungszentrum mit einem eher unüblichen Modell ausgestattet. Der Reaktor, der Dampferwickler, die Kreislaufpumpen, die Schiebetore und andere Behelfsmittel sind alle Originalzubehöre, die man aus anderen nicht in Betrieb gegangenen AKWs ankaufte oder aus eigenen Mitteln sicherte.

In der Reaktortechnologie, in den Einrichtungen und in den Steuerungseinheiten gab es keine grundsätzlichen, qualitativen Erneuerungen. Unter den Rekonstruktionen waren die wichtigsten:

- im Rahmen der Rekonstruktion der komplexen Steuerungsmechanismen wurde die Erneuerung und Modernisierung der Reaktorschutzeinrichtungen durchgeführt,
- im Interesse der Verbesserung des Erosions- und Korrosionsschutzes des Sekundärkreises wurden Einrichtungen ausgetauscht (Kondensatoren, Hochdruckvorwärmer), im Interesse einer stabilen Wasserbewirtschaftung (pH=9,8),
- wegen der Verschärfung der Erdbebennormen wurden die technologischen System, die den Reaktor abschalten und kühlen verstärkt,
- eine nicht begehbare Eisenbetonrohrbrücke zum Transport radioaktiven flüssigen Abfalls zwischen den Behelfsbauten wurde errichtet,
- Verstärkung der Baustrukturen im Interesse einer Erdbebensicherheit,
- Umbau der Deponie für festen radioaktiven Abfall.

Daneben wurden auch die baulichen Strukturen bezüglich der Erdbebensicherheit verstärkt sowie die Technologien zur Behandlung und Entsorgung des radioaktiven Mülls (Ultrafiltersysteme, provisorische Deponie des 1. Behelfsgebäudes, Aufarbeitung des flüssigen Abfalls) weiter entwickelt.

Die Wartungen werden vom eigenen Betriebspersonal bzw. einigen Subunternehmen durchgeführt. Die Wartung des AKW erfolgt in einer von der OAH NBI, des Landesbüros für Atomenergie, Direktion für nukleare Sicherheit genehmigten Form.

Der Umweltschutz des AKW Paks erstreckt sich sowohl in den nuklearen als auch in den traditionellen Aufgabenbereich. Die Kontrolle der nuklearen Emissionen haben seit der Inbetriebnahme des Kraftwerkes zum Ziel, die Emissionen des Kraftwerkes, deren Größe und Zusammensetzung zu registrieren und zu bestimmen und die natürliche und künstliche Strahlung laufend zu beobachten. Die Messungen erstrecken sich auf alle Umweltmedien, auf Probeentnahmen aus der Pflanzenwelt, aus Fischen, der Milch. Der traditionelle Umweltschutz kontrolliert seit der Inbetriebnahme des Kraftwerkes die Verschmutzung des Grund und Bodens sowie des Grundwassers. Bei den anderen Umweltelementen laufen seit der Aufnahme der Basis- und Referenzdaten noch vor der Inbetriebnahme des Kraftwerkes regelmäßige Kontrollen im Rahmen des Charakterisierungsprogramms des Standortes. Dieses Programm umfasst auch ein radiologisches Monitoring.

### **2.1.7. Beziehung zwischen Stadt Paks und Atomkraftwerk**

Der Bau des AKW Paks im Verwaltungsbereich der Stadt bestimmt die Entwicklung der Siedlung seit dem Ende der siebziger, seit Anfang der achtziger Jahre.

Über die frühere Entwicklung der Stadt lässt sich folgendes sagen:

- Seine Blütezeit erlebte die Stadt in den 1820er und 1830er Jahren, was auch zahlreiche denkmalgeschützte Bauten aus dieser Zeit belegen. Die damals noch in symbiotischer Einheit mit der Donau lebende Gemeinde war von einem regen Handelsleben gekennzeichnet, der um die Jahrhundertwende zum 20. Jahrhundert seinen Höhepunkt erlebte und bis zum zweiten Weltkrieg dauerte. Von diesem regen Leben zeugen die Handelshäuser des Zentrums, das ehemalige Hotel und die vielen Gasthöfe, die Weinkeller, die verkehrsreichen Flösse und die Beschreibung der im Hafen ankernden Schiffe.
- Der zweite Weltkrieg verursachte einen maßgeblichen Verfall des städtischen Lebens. Die jüdische Bürgerschaft, die den kommerziellen Charakter der Stadt prägte, wurde fast zur Gänze ermordet. Aber davon unabhängig war die Bevölkerungszahl bereits am Ende des ersten Weltkriegs zurückgegangen. Diese Faktoren führten zu einer Verhinderung der weiteren Entwicklung der Stadt, ja sogar zu ihrem spürbaren Verfall. (Kennzahlen dafür sind die rückgängige Bevölkerungszahl, die Verschlechterung der Alterszusammensetzung, die ungünstige Entwicklung der Wirtschaftszahlen, wie dies bereits unter Punkt 2.1.1. aufgezählt wurde).
- Dieser langsame Verfall wurde von den in den siebziger Jahren sich beschleunigenden Plänen zur Errichtung des Kraftwerkes gestoppt. Aber auch diese Entwicklung kann nicht wirklich als eine organische gesehen werden, wurde doch gewissermaßen "über den Köpfen" der einheimischen Bevölkerung hinweg eine Wohnsiedlung errichtet. Neue EinwohnerInnen kamen zuerst im Rahmen der Bauarbeiten, dann um das Kraftwerk selbst zu betreiben. Diese dramatischen Veränderungen, die komplette Umgestaltung der Stadtstruktur brauchte den "ursprünglichen BewohnerInnen" Vor- und Nachteile gleichermaßen (Die stille, provinzielle Siedlung wurde auf jeden Fall zu einer quirligen Kleinstadt).

Die charakteristischen Veränderungen gestalten sich wie folgt:

- die Zahl der Einwohner verdoppelte sich zwischen 1960 und 1980;
- in der Aufbauphase war neben den ständigen EinwohnerInnen mit ca. dreißig bis zweiunddreißig vorübergehend hier wohnenden Menschen zu rechnen (und nur ein Teil von denen arbeitete unmittelbar an der Baustelle);
- die Veränderungen in der Zusammensetzung erstreckten sich auch über eine längere Zeit. Ab dann bestimmte aber das Auftauchen einer fachgebildeten jungen Arbeitskraft die weitere Entwicklung (und deren Erwartungen);
- mit der neuen Wohnsiedlung verdoppelte sich die EinwohnerInnenzahl, dies geschah aber nur auf einen lokal sehr begrenzten Teil der Stadt, nicht auf die ganze verteilt. Dies drückte der Versorgungs- und Dienstleistungsstruktur der Stadt nachhaltig einen Stempel auf;
- der Zuzug einer jungen Bevölkerung brachte in den achtziger Jahren eine hervorstechende Zahl von Kindern hervor. Dies wird aller Voraussicht nach in den Jahren 2005 bis 2010 zu einer neuerlichen demographischen Spitze führen;
- in der ersten Zeit konnten die Dienstleistungen und die Versorgung nicht den beträchtlich angestiegenen Erwartungen folgen (siehe zum Beispiel im Handel, in den Erziehungseinrichtungen der Grundebene).

Auch aus dieser Aufzählung ist ersichtlich, dass die Entwicklung der Siedlung in den vergangenen dreißig Jahren untrennbar mit dem Kraftwerk verbunden ist. **Das AKW Paks ist immer schon für seine Rolle in der Entwicklung der Stadt gestanden.** Ein Großteil der Bevölkerung ist mittelbar – oder aber unmittelbar – eben mit dem Kraftwerk verbunden.

## 2.2. Die Einrichtungen der Energieproduktion und deren technologische Prozesse

### 2.2.1. Die Einrichtungen der Energieproduktion

Bezüglich Aufbau und Anordnung sind im Kraftwerk folgende Baustrukturen im weiteren zu unterscheiden [3]:

- Betriebshauptgebäude (0001, 0201),
- Behelfsgebäude (0002, 0201),
- Dieselgeneratorgebäude (0004, 0204),
- Gesundheits- und Labortrakt (0007),

- Aufbereitung für chemisches und Ersatzwasser (0008=),
- Wasserausleitung, Wasserführung (0023, 0223),
- Niveaustabilisierer (1130)
- Warmwasserkanal (1158),
- Entlüftungsschornstein (0100, 0200),
- Wasserstoffbetrieb (0005),
- Wasserstoff-, Stickstoffbehälterpark (027H, 027N),
- Kühlmaschinenhaus (0018),
- Kompressorgelände (1097),
- technologisches Pumpengebäude (0023, 0223).

In der Aufzählung werden die am Standort anzutreffenden Büros Lager und andere Gebäude sowie die KKÁT-Deponie nicht angeführt. Die Anordnung der Gebäude unter Anführung ihrer Kodezahl ist auf Abbildung 2.5. zu finden.

### **Betriebshauptgebäude**

Das Betriebshauptgebäude ist die Zentrale der Energieproduktion, die hier zu findenden vier Blöcke bilden eine Einheit. Das Gebäude besteht planerisch aus – im wesentlich identischen – je zwei Einheiten aus je zwei Blöcken. Das Betriebshauptgebäude gliedert sich der Technologie entsprechend in die Teile, die den Primär- bzw. den Sekundärkreis umfassen bzw. in elektrische Schalthäuser.

Die Gebäudeteile:

- Primärkreis (Reaktorgebäude):

- Boxenteile, hermetische Zone,
- Zentralteil,
- Reaktorhalle,
- Absaug- und Rezirkulationsentlüftungszentrale,
- Lokalisationstürme

- Sekundärkreis:

- Quer- und längsgerichtete Schalthäuser,
- B-V Stiegehäuser,
- Maschinenhaus

### **Behelfsgebäude**

Pro Ausbau dient ein Behelfsgebäude der Unterbringung von Wasserkläranlagen und der Unterbringung des innerhalb der kontrollierten Zone anfallenden flüssigen und festen Abfalls sowie für die diesen Müll behandelnden Technologien. Hilfsgebäude Nummer 0002 wurde in der erste Ausbauphase gemäß den ursprünglichen technischen Plänen, jene mit der Kodenummer 0202 als Teil der zweiten Ausbauphase bereits aufgrund ungarischer Pläne gebaut. Die Behelfsgebäude sind mit dem Hauptgebäude über Brücken und Tunnels verbunden, und miteinander über eine Rohrbrücke, die dem Transport des flüssigen Abfalls dient.

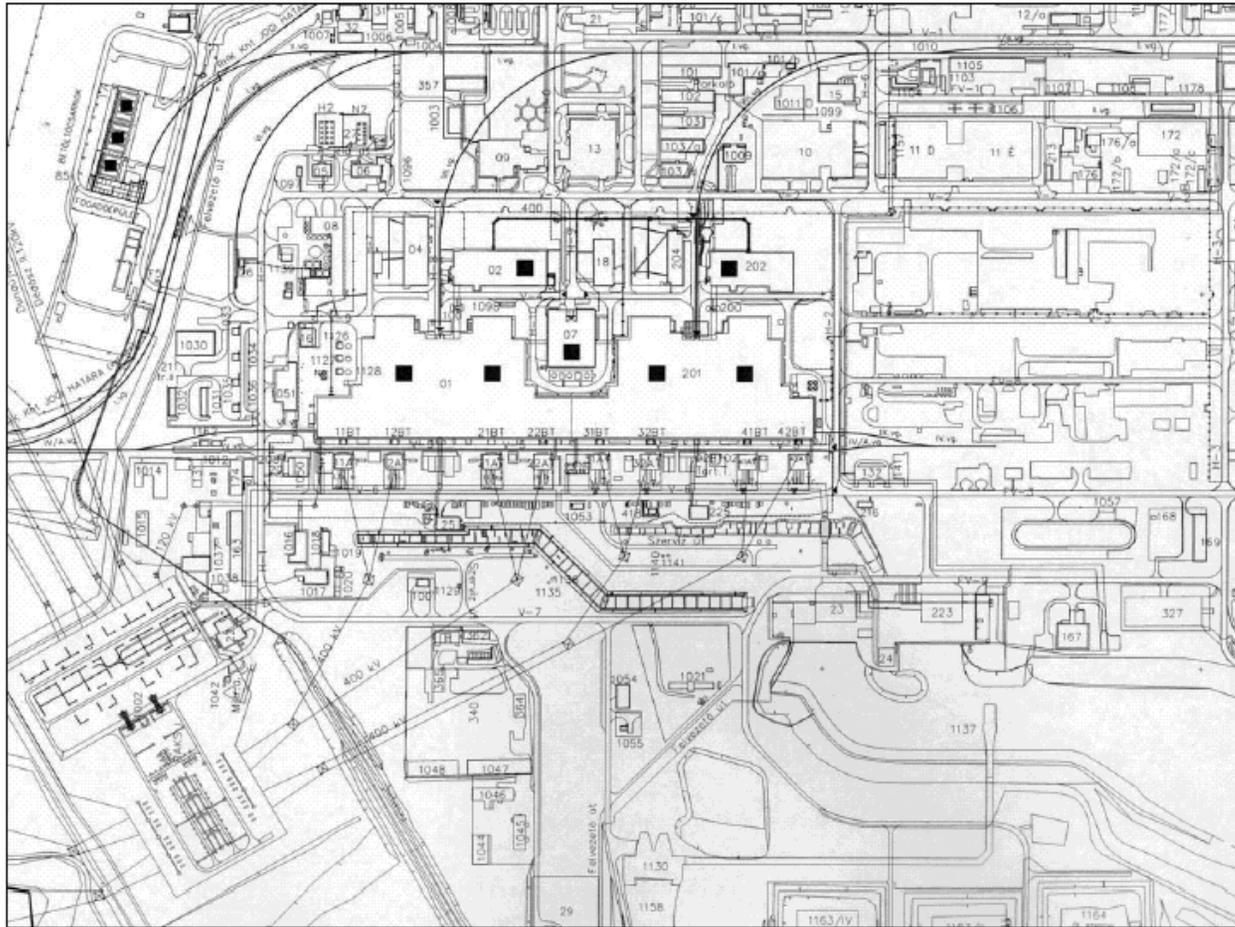
### **Gebäude für den Dieselgenerator**

In den beiden Gebäuden für die Dieselgeneratoren kamen je sechs Dieselgeneratoren unter, die das Notstromsystem des Kraftwerkes darstellen. Die einzelnen Gebäudeteil sind durch feuerfeste Wände hinter denen je sechs Generatoren sind, voneinander getrennt.

### **Gesundheits- und Laborgebäude**

Das Gebäude dient der Versorgung der Blöcke 1 bis 4. Es befindet sich zwischen den beiden Hauptgebäuden, davon in nördlicher und südlicher Richtung, durch eine zweistöckige Brücke verbunden. Auf den zweistöckigen Stahlbrücken spielt sich der Personenverkehr zwischen den Garderoben und den Arbeitsplätzen im Hauptgebäude ab sowie der Lastenverkehr zwischen den Wäschereien und dem Labor. Die komplexe Einrichtung nimmt eigentlich die Rolle einer "Schleuse" zwischen der kontrollierten und dem Betriebsareal wahr .

Abbildung 2.5. Standorte der Betriebsgebäude des Kraftwerkes



In den kontrollierten Zonen des Gebäudes sind die Garderoben, Duschen, Toiletten, Wäschereien für den Primärkreis, der dosimetrische Dienst, die Leitzentrale für die Strahlenschutzeinrichtungen des Blöcke 1 bis 4 und die Messlabors für Radiochemie, Strahlenschutz und Materialprüfung zu finden. Zur kontrollierten Zone gehört das Eichlabor, die Steuerungszentrale und die Aufbewahrungsstätte für verseuchtes Wasser, die Isotopenbehälter sowie das Buffet des Primärkreises.

In der freien Zone der Gesundheitseinrichtung sind die dosimetrischen Labors der Steuerungstechnik, der Elektroabteilung und des Personals zu finden, die Umkleieräume des Sekundärkreises, die Wäscherei, die gemeinsame Steuerungszentrale des Kraftwerkes, die 5/0,4 kV-Transformatoren und Verteiler sowie die maschinentechnischen Einrichtungen und deren Steuerungszentrale.

### **Chemische Wasseraufbereitung**

Das Gebäude dient der Herstellung des für de Betrieb der Blöcke 1 bis 4 nötigen entsalzten Wassers sowie der Unterbringung der technologischen und Dienstleistungssysteme, die den Chemiemittelbedarf des Sekundär- und Primärkreises sichern. Die chemische Wasseraufbereitung hat eine "U-Form", besteht aus drei Hallen aus vorgefertigten Eisenbeton- und Eisenelementen. Von den drei Hallen sind zwei einstöckig, eine Halle hat drei Stockwerke und ist unterkellert. Im Hof befindet sich der technologische Behälterpark. Die technologischen Verbindungen sind über Rohrbrücken und technologischen Eisenbetonhallen gesichert.

### **Entlüftungsschornsteine der Blöcke**

Die Aufgabe der Entlüftungsschornsteine ist es die aus den Räumen des Primärkreises und der Entlüftungseinrichtung weitergegebene gefilterte Luft zu emittieren. Für die Blöcke 1 und 2 bzw. 3 und 4 sind je ein hundert Meter hoher Schornstein aus Eisenbeton errichtet worden. Beide Schornsteine haben zwei Rohre und entlüften auf natürlichem Weg.

### **Wassereinlass**

Der Wassereinlass der die Wasserkühlung des Kraftwerke sichert, besteht aus drei Einheiten, zu den Blöcken 1 und 2 bzw. 3 und 4 gehören eigene Wassereinlässe. Für die beiden Wassereinlässe wurde eine gemeinsame Steuerung errichtet, die die Elektroeinrichtungen, die Betriebs-, Kontroll- und Regulierungsaufgaben wahrnimmt. Die Pumpenanlagen am Ende des Kaltwasserkanals heben die benötigte Wassermenge für die Kondensatoren heraus und befördern sie in das Rohwasserbecken weiter.

Die Maschineneinrichtungen befinden sich in der Filteranlage, die mit dem das gefilterte Rohwasser enthaltende Becken, das Rohwasser und das Filterwasser lagernde Becken zusammengebaut ist

### **Überläufe zu Niveauerhaltung**

Aufgabe der Überläufe zur Niveauerhaltung ist die Sicherung des Kühlwassers auf einem ständigen Niveau mithilfe der Gravitation, sowie die Sicherung dessen, dass Warmwasser wieder in den Kaltwasserkanal zurückführen zu können. Das Objekt aus Eisenbeton befindet sich zwischen dem verschlossenen Eisenbetonabschnitt und dem offenen Erdbereich des Warmwasserkanals.

### **Warmwasserkanal**

Aufgabe des Warmwasserkanals ist es, das im Zuge des Kraftwerkbetriebes entstandene Warmwasser in die Donau abzuleiten. Die Ausleitung des Warmwassers wird von einem Eisenbetonkanal mit 16 m<sup>2</sup> per Blockverschlüssen, durchlaufend offen verlaufend und dem anschließenden offenen Erdkanal gesichert. Der Warmwasserkanal ist mit energiehemmenden und -mindernden Eisenbetonobjekten an die Donau gebunden. Vor dem Eingang des Warmwasserkanals befindet sich das Rücklaufsystem, das die Enteisung des Kaltwasserkanals und die Wasserversorgung im Falle eines Störfalles sichert.

### **Wasserstoffentwicklungsgebäude**

Aufgabe des Gebäudes für die Wasserstoffentwicklung ist es, die technologischen Einrichtungen und Maschinen unterzubringen, die den Wasserstoff herstellen, der für die Kühlung der Generatoren dient. Das Gebäude ist mit 6 x 12 Säulen ausgestattet, ein Trägerelement, eine zweistöckige Industriehallenkonstruktion aus Eisenbeton.

### **Wasserstoff-, Stickstoffbehälterpark**

Aufgabe des Wasserstoff und Stickstoffbehälterparks ist es, den im Wasserstoffherstellungsgebäude hergestellten Wasserstoff, der der Kühlung der Generatoren dient, zu lagern sowie den Stickstoff, der in Tankwagen angeliefert wird, und der Schnellentleerung der Generatoren im Gefahrenfall, der Spülung des Wasserstoffbetriebes bzw. dazu dient, die technologischen Gewässer aus den Systemen des Primärkreises herauszupressen in flüssiger und gasförmiger Form zu lagern.

Das Fundament für die fünfzehn Stück Behälter für den gasförmigen Wasserstoff bzw. die zehn Behälter für den gasförmigen Stickstoff und die vier Behälter für den flüssigen Stickstoff ist eine Grundplatte aus Eisenbeton. Eisenbetonwände sichern die technologischen Einrichtungen und Büros des Standortes für den Fall der Beschädigung der Behälter.

### **2.2.2. Die technologischen Merkmale der Energieproduktion**

1996 betrug die elektrische Energieproduktion des Kraftwerkes Paks 14,1805 TWh, 1998 12,949 TWh, 2001 13,29 TWh, 2003 (als Folge des Störfalles in Block 2) nur 11,013 TWh. Diese Zahlen bedeuten vierzig Prozent der ungarischen Basiselektroenergi.

#### *2.2.2.1. Der Prozess und die technologischen Einrichtungen der nuklearen Energieproduktion*

Die Reaktorblöcke des Kraftwerkes Paks der Type VVER-440/V-213 sind mit thermischen, leichtwassermoderierten Druckwasserreaktoren und gefüllten Dampfkreisläufen arbeitende Kraftwerkssysteme. Die einzelnen Reaktorblöcke haben zwei Kreisläufe, dementsprechend bestehen sie aus einem radioaktiven Primärkreis und einem nichtradioaktiven Sekundärkreis. Das prinzipielle Beziehungssystem zwischen dem Primär- und dem Sekundärkreis siehe Abbildung 2.6.

#### a) Ausformung und Einrichtungen des Primärkreises

Der Primärkreis unter einem Druck von 123 bar besteht aus einem Reaktorbehälter mit einer Wärmeleistung von 1375 Megawatt und sechs parallel geschalteten Schleifen. Zu jeder einzelnen Schleife gehört eine Hauptkreislaufpumpe (FKSZ), ein Dampfwickler (GF) und ein Hauptabschlussschiebeschloss (FET) sowie die die einzelnen Bestandteile miteinander verbindenden, aus rostfreiem Stahl bestehenden Rohre mit einem Durchmesser von fünf hundert Millimeter. Abweichungen in den Schleifen ergeben sich nur bei den Systemen, die nicht aus der Schliefe auszuschließen sind bzw. in der Art und Weise der Verbindung.

Die Dampfwickler sind horizontal ausgelegte, gehängte Wärmetauscher in Zylinderform, die mit der Übergabe von Wärme aus dem Primärkreis an den Sekundärkreis sichern, dass der Sekundärkreis mit trockenem Dampf versorgt wird.

Zum Zwecke des Ausgleichs der Druck- und Volumenänderungen im Primärkreis enthält das Kühlsystem des Reaktors einen Volumenausgleicher, der mit dem nicht ausschließbaren Hitzezweig einer Schleife verbunden ist.

Aufgabe der Reaktoreinrichtung ist es, Hitze in der aktiven Zone zu erzeugen, eine gesicherte Übergabe und den Betriebsstoff nicht gefährdende Übergabe dieser Wärme an den in den Schleifen rotierenden Wärmeträger zu leisten sowie die entsprechende Platzierung der einzelnen Elemente, deren Fixierung und strahlenmäßige Sicherung zu erreichen. Die Reaktoreinrichtung ist in Abbildung 2.7. dargestellt.

Der Reaktor der Type V-213 besteht aus folgenden strukturellen Teilen:

- Reaktorbehälter,
- Einrichtungen innerhalb des Reaktorbehälters,
- aktive Zone,
- Regelungs- und sicherheitstechnisches Systems (SZBV) für den oberen Block mit Antrieb,
- Dichtungselemente der Hauptverteilerebene des Reaktors.

Abbildung 2.6.: Prinzipielles Schaltsystem der wichtigsten Einrichtungen des Primär- und des Sekundärkreises

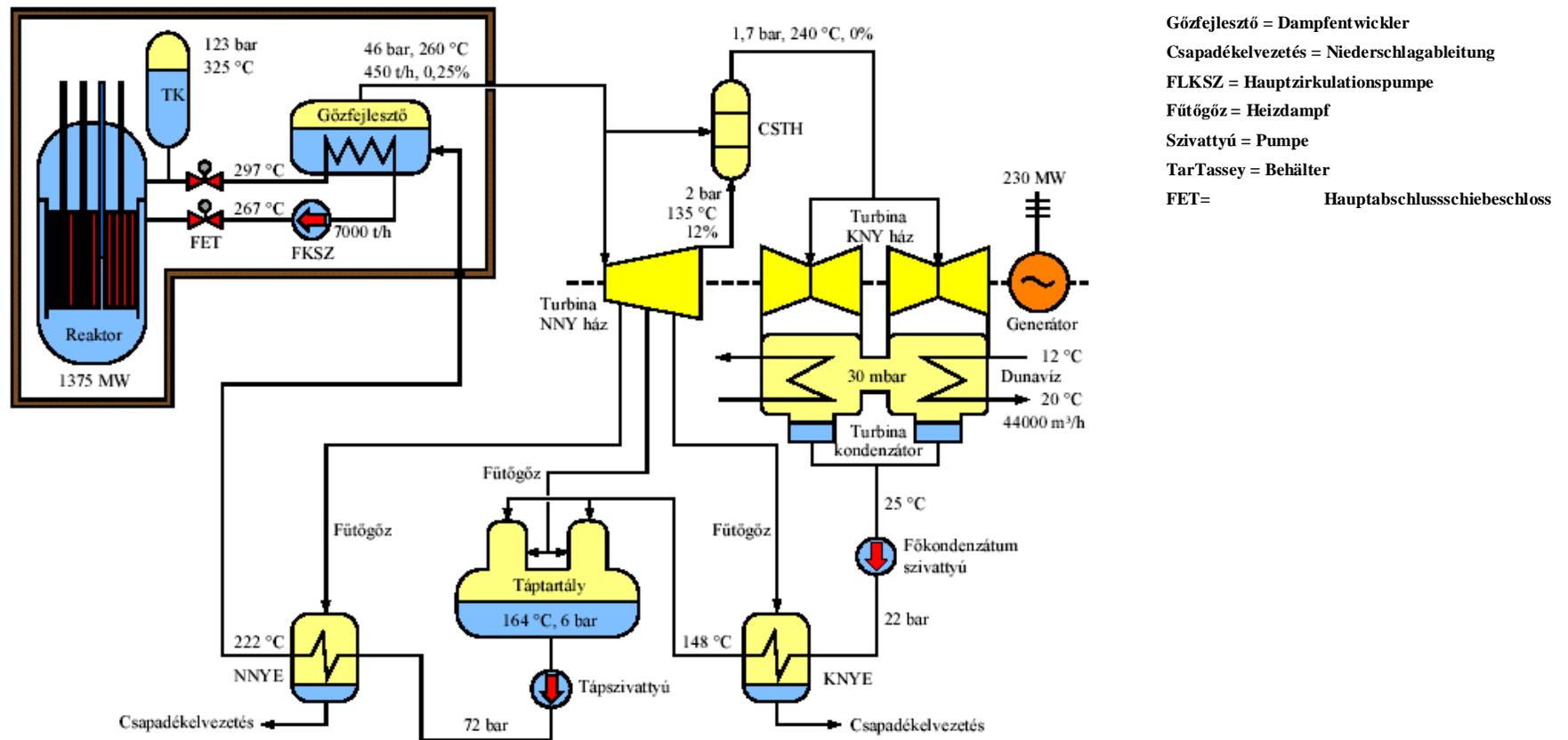
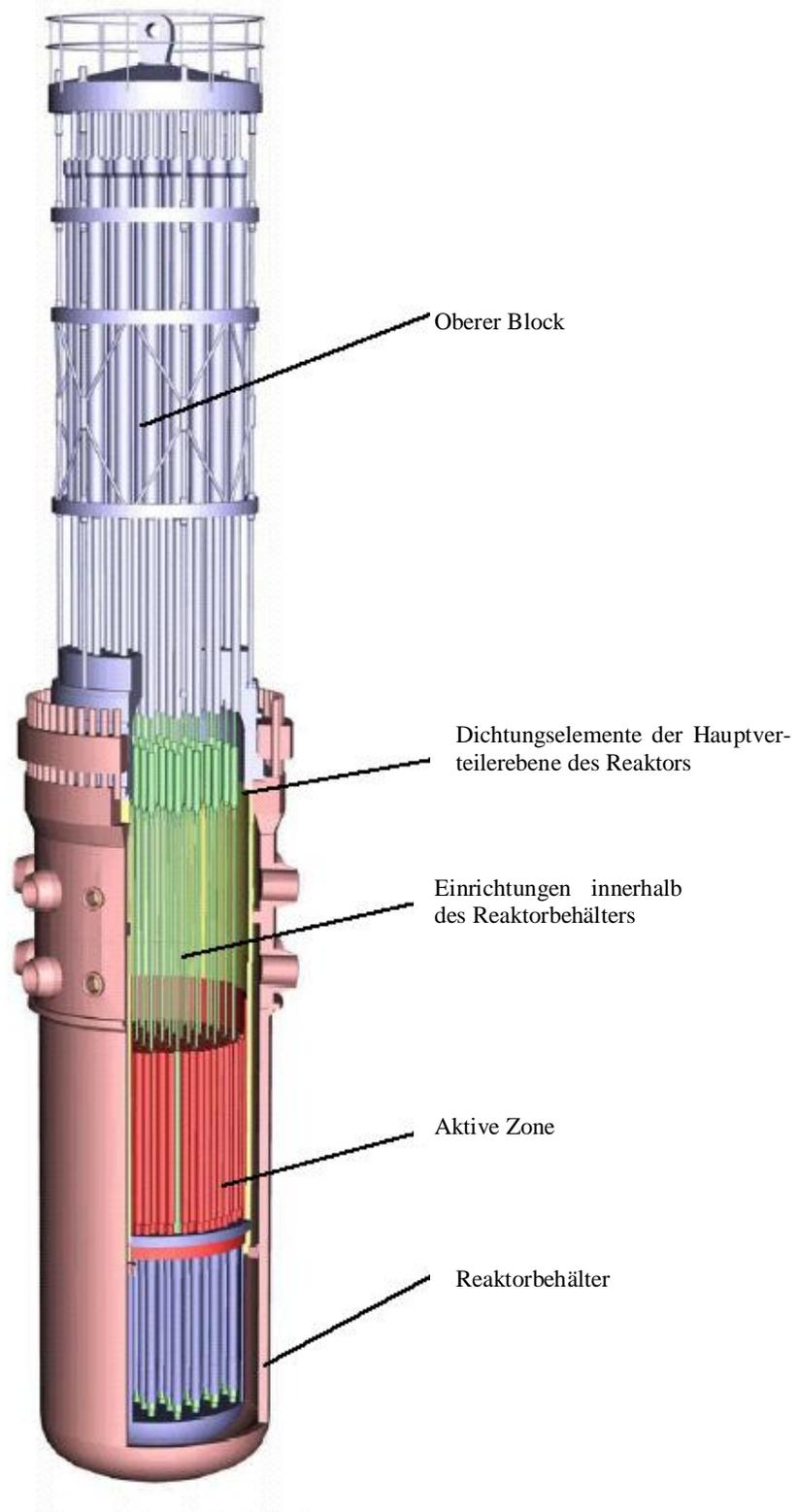


Abbildung 2.7.: Der Reaktor



### **Reaktorbehälter**

Der Reaktorbehälter dient der Unterbringung der aktiven Zone und der Einrichtungen innerhalb des Reaktors. Der Reaktorbehälter ist vertikal ausgerichtet, ist ein Zylinder mit einer elliptischen Abdeckung und einem ebenso geformten Boden. Der Behälter besteht aus schwach legiertem C-Stahl, um eine Korrosion zu verringern wurden die inneren Oberflächen mit rostfreiem Stahl abgedeckt (plattiert).

Auf der ovalen Bodenplatte des Reaktors befindet sich kein einziger Durchbruch, keine Ableitung. Oben befinden sich die Regelstäbe der Bündel, und auch die Messdaten bezüglich Neutronen und Temperatur kommen über den Deckel des Reaktors.

Der Reaktorbehälter stützt sich auf den Halterungsring des Betonschachtes mittels von Rändern, die sich am oberen Teil befinden. Über dem Rand ist die Rumpfzone zu finden, wo sich die Zirkulationsleitungen der sechs Schleifen mit einem Durchmesser von fünfhundert Millimeter sowie die 250 Millimeter dicken Rohre des Kühlsystems für den Störfall befinden.

### **Einrichtungen innerhalb des Reaktorbehälters**

Die Einrichtungen innerhalb des Reaktorbehälters – Schacht, Schachtboden, heraushebbarer Korb, der Block, das Schutzrohr und der intermediäre Stab – dienen der Fixierung der aktiven Zone im Behälter und der Steuerung der Strömungen innerhalb des wärmetragenden Reaktors.

### **Aktive Zone**

Die aktive Zone ist jener Teil des Reaktors, wo infolge der kontrollierten Kettenreaktion sich eine erhebliche Menge an Hitzeenergie freigesetzt wird. Die Zone besteht aus insgesamt 349 sechseckigen Brennelementen (Kassetten), wovon 312 fixe Brennelemente und 37 beweg- und regulierbare Regel und Sicherheitsstäbe sind. Der äquivalente Durchmesser der Zone beträgt 2,66 Meter, seine Höhe 2,5 Meter. Die Brennstabbündel werden von unten mit dem Korbboden, von oben von der Unterplatte des Schutzrohrblocks fixiert. Die Spitze der aktiven Zone liegt einen Meter tiefer als die untere Ebene des Kaltwasserrumpfes des Reaktors.

Im Zentralrohr von 36 Brennelementen der aktiven Zone ist mittels je sieben Detektoren mit verhältnismäßigen Stromsignalen der Neutronenfluss zu messen, bzw. über 210 Brennstäben ist mittels Heizelementen die Temperatur messbar.

### **Oberer Block**

Der obere Block (2) verschließt den Reaktor, Im oberen Block befinden sich die Antriebe für die den Reaktor steuernden Stäbe und die Sicherheitsmechanismen, die Messkabel des Messsystems innerhalb des Behälters und die Anschlüsse sowie die Schutzrohre. Der obere Block verhindert eine Aufwärtsbewegung des Reaktorschachtes.

### **Dichtungselemente der Reaktorhauptverteilerebene**

Die Aufgabe der Dichtungselemente der Reaktorhauptverteilerebene ist es, die Dichtung zwischen dem Reaktorbehälter und dem oberen Block zu sichern. Die Dichtungselemente der Reaktorhauptverteilerebene sind: Stockschrauben mit Zubehör, Festhalterung mit Zubehör, Dichtungsringe mit Zubehör, obere und untere Schrauben.

### **b.) Hilfssystem im Anschluss an den Primärkreis**

#### **Regulierungssystem für Ersatzwasser und Bor**

Aufgabe des Systems ist es die organisierten und nichtorganisierten Sickerungen des Primärkreises zu ersetzen, den Wasserhaushalt des Primärkreises zu sichern, die langsamen Reaktivitätsveränderungen mit dem Entzug von Borsäurelösung zu kompensieren. Im Falle von Störfällen lässt das System Borsäure in den Primärkreis gelangen und sichert damit eine subkritische Ebene. Das System von Ersatzwasser und Bor besteht aus zwei Zweigen, die zwar genauso aufgebaut sind, aber nicht die gleiche Funktion haben. Der eine ist für die Regulierung des Ersatzwassers zuständig, der andere für jene des Bors. Beide Zweige sind mit den Ersatz- und Vorlaufpumpen des gemeinsamen Saugkollektors verbunden.

### **Wasserklärsystem**

Ein wichtiger Faktor des sicheren und aufgabengemäßen Betriebs der technologischen Einrichtungen des Primärkreises ist die Reinheit des Kühlmittels im Primärkreis, was mit einer laufenden Klärung des Wassers erreicht wird. Die Aufgaben der Klärung des Wassers übernehmen voneinander unabhängige Systeme, die von 1 bis 6 durchnummeriert sind. In der Reihenfolge dieser Zahlen haben die einzelnen Systeme folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Klärung des Wärmeträgers im Primärkreis,
- Klärung und Lagerung des geordneten Sickerwassers und der Abzapfungen aus dem Primärkreis,
- Säuberung der Bodenwässer im Primärkreis,
- Klärung des Ruhe- und Umlagerungsbeckens, der Borsäurebehälter für den Störfall, die Klärung der Borsäurelösungen der Barbotagekondensatoren,
- Klärung der Schlammablagerungen auf der Sekundärseite der Dampfentwickler,
- Wiedergewinnung der konzentrierten Borlösung der bei Betriebsbeginn abgelassen Wärmeträger.

### **System zur Behandlung des radioaktiven Abfalls**

Das zur Zeit in Betrieb befindliche und in Fertigstellung befindliche System zur Lagerungs- und Aufbereitungsbehandlung des radioaktiven Abfalls enthält folgenden Komponenten: den im Behelfsgebäude befindlichen Behälterpark für Müllablagerung, die im Behelfs- und im Hauptgebäude befindliche Deponie für feste Abfälle, die Systeme zur Sortierung und Klassifizierung des festen Mülls und die Technologien zur Volumenminimierung des flüssigen Abfalls (Ultrafilter, Baldof-Filter, Borsäureentzug, Cs-Selektivfilter und Komplexabbau), die MOWA-Einrichtung, die der Verfestigung flüssigen und feuchten Abfalls dient (Mobilzement).

### **System der organisierten Sickerungen**

Das System der organisierten Sickerungen sammelt die Sickerwässer des Primärkreises (die Sickerungen der Hauptkreispumpe, FLSZ, die nicht unter Druck stehenden Sickerungen der Ersatzpumpen, die eventuellen Sickerungen der Schnellschlösser der Notkühlsystems in der unter Druck und nicht unter Druck befindlichen Zone, die Dichtungssickerungen, Stopfbüchse des Hauptschliessschiebeschlusses und die Entleerung der Barbotage) und entlässt es dann in das Ersatzwassersystem.

### **Intermediärer Kühlkreis**

Einzelne Elemente der Haupteinrichtungen des Primärkreises bedürfen einer laufenden Kühlung. Da diese Einrichtungen unmittelbar mit dem Wasser des Primärkreises in Kontakt kommen, wurde zwischen dem Kühlwasser der Umwelt und der zu kühlenden Einrichtung ein geschlossener Zwischenkühlkreis eingebaut.. Die Radioaktivität des entsalzten Wassers wird laufend kontrolliert.

Der Zwischenkühlkreis verfügt über:

- Antrieb der Regel- und Sicherheitsstäbe,
- Hauptkreislaufpumpen,
- Pumpen der Notkühlung der Zone.

### **Ruhebecken und Kühlkreis**

Aufgabe des Ruhebeckens ist es die ausgebrannten Brennstäbe nach ihrer Entfernung aus dem Reaktor ca. fünf Jahre lang zu lagern. Das Ruhebecken ist mit einem Umlagerungskanal mit dem oberen Teil des Reaktorschachts, dem Umlagerungsbecken, verbunden. Am Boden des Ruhebeckens ist das eine ein betriebsmäßige Lagerung Lagerung sichernde Gestell untergebracht, das ein engmaschiges Gitter hat und das der Lagerung der ausgebrannte Brennstäbe, dem oberen Teil der Steuerstäbe, der Brennstäbe sowie (in hermetisch abgeschlossenen Hülsen) der Bündel der Brennstäbe, dient.

Der subkritische Zustand der auf dem Lagerungsgestell untergebrachten Kassetten wird von den Brennstäbe umgebenden, sechseckigen, borhaltigen Rohren gesichert. Im Ruhebecken wird über dem netzartigen Gestell laufend eine drei Meter hohe Wasserschicht gesichert. Das Ruhebecken verfügt über ein eigenes Kühlsystem, das den Entzug der Resthitze aus den Brennstäben sichert.

### c.) Sekundärkreis

Aufgabe des Sekundärkreises ist es, den aus dem Primärkreis erfolgenden Wärmeentzug über die Wärmetauscher zu sichern, den trockenen Dampf an die beiden Turbinenmaschinengruppen weiterzuleiten und das entstehende Kondensat an die Dampferweiterer zurückzuleiten. Bei Abkühlung und im Störfall wird der Wärmeentzug aus dem Primärkreis über die Dampferweiterer gesichert.

Die Wärmeabgabefunktionen auf der Sekundärseite kann man auf drei Hauptsysteme reduzieren, auf das Hauptdampfsystem, das System des Hauptkondensators und des Versorgungswassersystem.

#### Hauptdampfsystem

Die Aufgabe des Systems ist es den im Dampferweiterer erzeugten Dampf an die Turbinen weiterzuleiten, um die Turbinen anzutreiben. Der in den sechs Dampferweiterern entstehende Dampf geht über für jeden Dampferweiterer eigene Rohre zum Dampfhauptkollektor. In jeder Leitung gibt es Sicherheitsventile, schnellarbeitende pneumatische Schiebeschlösser für einzelne Bereiche und Hauptbereichsschiebeschlösser.

Von den einzelnen Gashauptkollektoren zweigen folgende Einrichtungen ab, mit den im folgenden dargestellten Aufgaben:

- Atmosphärenreduktor: Seine Hauptaufgabe ist es, den Druckanstieg am Hauptdampfsystem zu vermeiden, ist ausschließlich mit der Sammelleitung des Hauptdampfes verbunden,
- Kondensatorreduktor: seine Aufgabe ist es, im Falle eines Druckanstieges des Frischdampfes eine Möglichkeit zu schaffen, diesen Druck in den Kondensator über den Druckreduktor abzuführen,
- Reduktor für 7 bar und 5 bar: Sichert die Versorgung des Dampfsystems des Hausbetriebes mit technologischem Dampf,
- Reduktor des Kühlsystems: funktioniert in der Dampf-Wasser-Phase der Kühlung des Blocks.

#### Hauptkondensatorsystem

Die Aufgabe des Systems ist es, den von den Turbinen verbrauchten, kondensierten Dampf vorzuentgasen, vorzuwärmen und das Versorgungswassersystem von der Seite der Erhitzung zu nähren. Zu den zu einem Block gehörenden zwei Turbinen gehört je ein Hauptkondensator gleichen Aufbaus. Die beiden Hauptkondensatorsysteme enthalten folgenden Einrichtungen: Zwei Kondensatoren, drei Hauptkondensatorpumpen, einen Kondensatorreiniger und fünf Niederdruckvorwärmer. Aus dem Boden der Kondensatoren kommt das Hauptkondensat über ein gemeinsames Saugsystem in die drei Hauptkondensatorpumpen, von denen zwei zum Normalbetrieb gehören, eine weitere eine Ersatzpumpe ist. Die Pumpen befördern die Kondensate zuerst in den Vollstromwasserklärer. Nach der Klärung fließt das Kondensat zum Teil durch die Dampfstrahlluftpumpen und durch die Kondensatoren der Stopfbüchsen.

#### Versorgungswassersystem

Aufgabe des Systems ist es, das für die Dampfproduktion nötige Versorgungswasser zu entgasen, vorzuwärmen und seitens des Zustromes zu nähren. Das Versorgungswassersystem besteht aus zwei Versorgungswasserbehältern, fünf Versorgungswasserpumpen, sechs Hochdruckvorwärmern und sechs niveauregulierende Ventilgruppen bzw. aus den diese Einrichtungen verbindenden Leitungen und Armaturen per Block.

#### Entsalzungssystem

Das Entsalzungssystem sichert die Verluste der Kühlelemente des Sekundärkreises. Das entsalztes Wassersystem besteht per Zwillingsblöcken aus drei 1.000 m<sup>3</sup>-Behältern, drei Pumpen bzw. den diese und die Verbraucher im Sekundärkreis verbindenden Armaturen und Leitungen. Die Anfüllung der Behälter erfolgt aus der Wasseraufbereitungsanlage.

### d.) Kühlwassersysteme

Der Betrieb zahlreicher Systeme und Einrichtungen des Kraftwerkes bedarf einer entsprechenden Versorgung mit Kühlwasser. Entsprechend der Sicherheitsphilosophie der Dienstsysteme besteht das System aus drei voneinander unabhängigen Untersystemen gleicher Funktion:

- Sicherheitskühlsystem,
- technologisches Kühlsystem,
- Kondensatorenkühlsystem.

Der Kühlwasseranspruch aller drei Systeme, immer den Anforderungen einer anderen Technologie entsprechend, wird letzten Endes von der Donau befriedigt. Die notwendige Wasserversorgung sichern die zu den Blöcken 1 und 2 bzw. 3 und 4 gehörenden Wassereinlässe.

Aufgabe des Sicherheitskühlsystems ist es, jene Einrichtungen mit Kühlwasser zu versorgen, die bei einem Normalbetrieb der Blöcke einer laufenden Kühlung bedürfen bzw. der Abkühlung der Blöcke im Normalfall und im Störfall zu dienen. Unter Beachtung der Tatsache, dass das Notkühlsystem entsprechend der Philosophie des Kraftwerkes aus drei voneinander unabhängigen Systemen besteht, besteht auch das Sicherheitskühlsystem dementsprechend aus drei voneinander unabhängigen Systemen. Das Sicherheitskühlsystem wird von den Kühlpumpen, die sich im Wassereinlasswerk befinden, mit Wasser versorgt.

Das Kondensatorenkühlsystem stellt das Kühlwasser bereit, das benötigt wird um den Dampf, der die Turbinen antreibt, in Niederschlag zu verwandeln (also zu dessen Kondensation), bzw. für den Betrieb der Turbinen und einiger Hilfseinrichtungen.

Das von den Pumpen des Kondensatorenkühlwassersystems kommt in das Rohwasserbecken und fließt ab dann natürlich weiter. Vom Rohwasserbecken fließt es durch vier Trommelfilter, das nun gefilterte Wasser aus den Trommelfiltern in das Filterwasserbecken, dann von da in eine (je nach Block eigene) Hauptleitung. Von dieser Hauptleitung gerät nun das Wasser von einer Abzweigung in das technologische Pumpenhaus. Das erwärmte Kühlwasser gerät von den Kondensatoren in die profilmäßig verschlossenen Eisenbetonkanäle, schließlich über den Warmwasserkanal und die Überlaufsicherungen in die Donau zurück.

#### **e.) Lüftungs- und Klimasysteme**

Nach der grundlegenden Strahlen- und Gesundheitsschutzkonzeption und der damit verbundenen Lüftung der Gebäude des Atomkraftwerkes, seiner Gebäude, sind die radioaktiv nicht verseuchten und jene Bereiche, die potenziell radioaktiv verseucht werden könnten, voneinander getrennt. Die potenziell verseuchbaren Bereiche sind in zwei Teile getrennt:

- das System der hermetisch abgeriegelten Räume, die einen Hochdruckbereich darstellen,
- das System der anderen Räume im Hauptgebäude, den Behelfsgebäuden bzw. in den anderen Gebäuden die keinen Hochdruckbereich darstellen.

Aufgabe der Lüftungs- und Klimasysteme ist es, eine entsprechende Ableitung und Behandlung der Luft der potenziell verseuchten Bereiche zu sichern bzw. Betriebsvoraussetzungen für den Betrieb der Einrichtungen und für den Aufenthalt des Personals.

#### **f.) Systeme für den Störfall**

Die Störfallsysteme des Atomkraftwerkes sind so ausgestaltet, dass diese den Sicherheitsbedingungen entsprechen, d.h. dass sie bei irgendeiner Beschädigung und irgendeinem Fehler der Einrichtungen im Normalbetrieb sichern müssen, dass die aktive Zone in einen sicheren Zustand kommt, und verhindern können müssen, dass radioaktives Material in die Umwelt ausströmt. Deshalb sind die wichtigen Schutzsysteme in der Regel aus der Sicht der Sicherheit mit einer dreifachen Redundanz (Reserve) ausgeführt worden.

#### **Störfallkühlsysteme der Zone (ZÜHR)**

Die Störfallkühlsysteme der Zone (ZÜHR) stellen das mit Bor versetzte Kühlwasser bei Störfällen, die mit Verlust des Kühlmediums einhergehen, bei. Die Notkühlsysteme der aktiven Zone des Reaktors bestehen entsprechend ihrer funktionalen Bestimmung und ihrem Funktionsprinzip aus drei Gruppen. Diese sind wie folgt:

- aktive Hochdrucksysteme,
- passive Niederdrucksysteme,
- passive Systeme.

Das passive System besteht aus vier voneinander unabhängigen Behältern (Hydroakkumulatoren), in denen sich pro Behälter vierzig Kubikmeter 12g/kg borsäurekonzentriertes Wasser befindet. Den Druck von 58 bar der Hydroakkumulatoren sichern Stickstoffpolster. Jeder Behälter ist getrennt und eigenständig mit dem Reaktorbehälter verbunden.

Die aktiven Systeme unter Hoch- und Niederdruck sind aus je drei parallel geschalteten Systemen aufgebaut. Jedes System besteht aus einer Pumpe und einem Behälter. Die einzelnen Hochdrucksysteme sind über ihre Saugkollektoren mit den entsprechenden Niederdrucksystemen verbunden. Im Falle einer Entleerung der Behälter des Notkühlsystems der Zone schaltet sich dieser Zweig automatisch auf die Behälter des entsprechenden Niederdrucksystems um.

Wenn auch die Behälter des Niederdrucksystems leer geworden sind, schaltet sowohl das Hochdruck- als auch das Niederdrucksystem aufgrund der Verriegelungswirkung auf die Rezirkulationsbetriebsweise um, auf das Unterfass. In diesem Fall geben die beiden Systeme nicht nur Kühlwasser in den Primärkreis ein, sondern es wird mit dem vom Sicherheitskühlwasser gekühlten Unterfass auch Wärme aus dem hermetisch abgeriegelten Raum abgeführt,

Die aktiven und passiven Systeme treten auf Wirkung der entsprechenden technologischen Signale in Wirkung. Die elektrische Versorgung der Systeme erfolgt über das Sicherheitssystem.

Das Notkühlsystem unter Hochdruck spritzt das Kühlwasser aus Behältern ein, die 40 g/kg borsäurekonzentriertes Wasser enthalten, das Notkühlsystem unter Niederdruck 12 g/kg borsäurekonzentriertes Wasser aus den entsprechenden Behältern.

### **Störfallsysteme des Dampfwärmtauschlers**

Zum Zweck einer sicheren Wasserversorgung der Dampfwärmtauschler stehen ihnen Einspeisepumpen für den Störfall bzw. ergänzende Störfalleinrichtungen zur Verfügung.

Aufgabe des Speisewassersystems für den Störfall ist es, nach dem Ausfall der Einspeisepumpen für den Normalfall, die Wasserversorgung der Dampfwärmtauschler aus den Entgaserbehältern zu sichern.

Die ergänzenden Speisewassersysteme für den Störfall sichern den Wassernachschub aus den entsalzten Wasserbehältern für den Fall einer Störung des Speisewassersystems, falls die Dampfwärmtauschler vom Austrocknen bedroht sind. Zu jedem Block gehören je zwei Einspeisepumpen für den Störfall.

Zu den Störfallsystemen des Dampfwärmtauschlers gehören weiters zwei Hochdruckluftsysteme, die Hochdruckluft unter 47 bis 52 bar für den Betrieb der Störfall- und hermetischen, pneumatischen Armaturen, den Schnellbetrieb der pneumatischen Schiebeschlosser, sowie Verschluss- und Öffnungsluft für die Ventile des Dampfwärmtauschlers sichern.

Das Hochdruckluftsystem für die vier Blöcke wird von einem gemeinsamen Kompressorbereich versorgt. Das System besteht aus drei voneinander unabhängigen Systemen, deren Verbindung nur im Falle eines Schadens erlaubt ist. Zu allen drei Zweigen gehört pro Block ein Luftbehälter von fünfzehn Kubikmeter.

### **g.) Lokalisationssysteme**

Das Raumsystem, das für einen Überdruck des Kraftwerkes bemessen ist, das Containment, umfasst die Gebäudestruktur des Primärkreises. Seine Aufgabe ist es bei Störfällen, die mit dem Verlust von Kühlmedien einhergehen, das Austreten von radioaktiven Stoffen an die Umwelt zu verhindern. Die Gebäudestruktur wurde entsprechend dem beim maximalen Maßstörfall auftretenden Maximaldruck von 0,247 MPa bemessen.

Das Containment ist mit einem passiven und drei aktiven Druckreduktoren versehen. Im Interesse der Sicherung der hermetischen Abriegelung ist es mit inneren und äußeren Stahlummantelungen versehen, und in den durchgehenden Rohren entlang der beiden Wände befinden sich Lokalisierungsarmaturen, die Durchleitungen durch die Wand sind gegen Sickerungen geschützt.

### **Lokalisierungsturm**

Das Lokalisierungssystem ist ein passives Systemelement zur Reduzierung des Drucks innerhalb des Containments, dessen Einzelteile der Lokalisierungsturm zusammenfasst. Der Lokalisierungsturm besteht aus zwei Hauptteilen: aus dem Barbotagekondensator und der Luftfalle.

Der Barbotagekondensator besteht aus zwölf Tassen. Im Normalzustand sind auf diesen Tassen 12 g/Kg konzentrierte Borsäurelösung aufgefüllt. Zu jeder Tasse ist in zwei Reihen ein Rückkoppelungsventil geschaltet, die mit vier Luftfallen den Luftraum der Tassen miteinander verbinden. Zu jeder Luftfalle gehören drei Tassen.

Im Falle eines Störfalles mit Rohrbruch kondensiert der Dampf durch die Wasserschicht, die sich in den Tassen des Barbotagekondensators befindet, durchgehend, die Luft kommt aufgrund des Druckunterschieds in die Luft-

fallen. Dieser Prozess dauert so lange an, bis der Druckunterschied zwischen dem Raum vor und nach der Wassersperre den hydrostatischen Druck der auf der Tassen befindlichen Wasserschicht übersteigt.

Bei Druckausgleich hört die Barbotage auf. Infolge der Druckreduzierung der an den Oberflächen der Wände und der Einrichtungen erfolgenden Kondensierungen, und weil die Sprinkleranlage in Betrieb tritt, drückt die Luft das Wasser von den Tassen zurück, das in die Lokalisierungstürme sprüht und so weiter den Druck im Containment reduziert.

### **Sprinklersystem**

Das Sprinklersystem ist ein aktives Element des Druckverringersystems im Containment. Das Sprinklersystem besteht aus drei unabhängigen Systemen, die einzeln für sich in jedem Raum installiert sind. Die einzelnen Systeme sind so bemessen, dass sie auch in einem Störfall ihren Aufgaben nachkommen können.

Alle drei Sprinklerpumpen sind auf der Saugseite mit den Behältern verbunden, die entsprechend dem ZÜHR-System eine Borsäurekonzentration von 12g/kg enthalten. Nach Entleerung der Behälter arbeitet das System aus dem Unterfass weiter. Dann fließt das aus dem Unterfass gesaugte Wasser mit dem Wärmetauscher gekühlt vorbei, der wiederum mit dem Notkühlwasser, das sich in den Saugteilen der Pumpe befindet, gekühlt wird – womit sich die Abtragung der Wärme über das Notkühlssystem realisiert. Die Sprinkleranlage arbeitet wie gewohnt und hält den Druck des Containment in bestimmten Depressionsgrenzen.

### **h.) Elektroeinrichtungen**

Die im Kraftwerk produzierte Elektroenergie kommt über 400 kV und 120 kV Hochspannungssysteme an die VerbraucherInnen. Die beiden zu den Reaktorblöcken gehörenden Turbogenerator-Transformatoreinheiten sind, auf der 400 kV-Seite zusammengeschaltet, über eine sog. anderthalb Unterbrecherschaltung mit dem 400 kV-Netz verbunden. Die 400 kV-Sammlerschienen sind über Boostertransformatoren mit einer Übertragung von 400/132/18 kV an das 120 kV-Netz angeschlossen. Das Hochfahren des Blocks bzw. die Energiereserve wird über einen 120/6 kV-Transformator gesichert.

Zu jedem einzelnen Turbogenerator gehört ein dreifach gewickelter Hilfstransformator, dessen 6 kV-Seite die für Sicherheitsaspekte nicht wichtigen 6 kV-VerbraucherInnen versorgt.

Die Energieversorgung des Reaktorregel- und Sicherheitssystems ist über zwei spezielle 6 kV Transformatoren mit Gleichrichtern und eigenen Niederfrequenzumformern gesichert. Das System wird zudem mit einer Gleichstromschiene ergänzt, mit einer Akkugelände, der als kurzfristige Energiequelle dient. Die 6/0,4 kV Transformatoren speisen mehrere Schienenabschnitte, die die Motoren der technologischen VerbraucherInnen sowie das Verteilernetz mit Strom versehen, an das kleinere Motoren und Armaturen angeschlossen sind. Der Reserveversorgung der 0,4 kV Schienenabschnitte dienen eigene Transformatoren und Schienen.

### **Notstromversorgung**

Die im vorhinein skizzierte 6 kV-Betriebsschiene sind über zwei reihengeschaltete Unterbrecher mit der 6 kV-Notstromschiene verbunden. Deren Energieversorgung geschieht im Normalfall über die Transformatoren des Hilfsbetriebes. Bestimmte technologische Störfälle oder ein Spannungsabfall der Sicherheitsschiene löst den Schienenunterbrecher, schaltet die festgelegten Verbraucher ab, und ein Automat wirft den zum Schienenabschnitt gehörenden Dieselgenerator an. Neben den beiden Hauptgebäuden befinden sich in je einer Dieselgeneratorstation, per Block je drei, in eigen Boxen untergebrachte, voneinander vollkommen unabhängige, automatische Dieselgeneratoren.

Entsprechend den technologischen Ansprüchen werden die einzelnen Verbraucher wieder angeschaltet, die zum Teil direkt an das 6 kV-System angeschlossen sind, zum Teil an das 0,4 kV-System.

Aus den Sicherheitssystemen wird das Notkühlsystem der Zone (ZÜHR) gespeist, die Borversorgungsanlagen, die Belüftungs- und Klimaeinrichtungen, das Speisewasserversorgungssystem für den Notfall, die Motoren des Notkühlsystems und die Schiebeschlösser sowie andere wichtige VerbraucherInnen.

Von diesem System wurden insgesamt drei ausgebaut, die voneinander sowohl physisch als auch galvanisch getrennt sind. Die hier angeschlossenen VerbraucherInnen werden ab Eingang des Signals innerhalb von zwei Minuten stufenweise wieder mit Energie versorgt.

### Laufende Energieversorgung ohne Unterbrechungen

Für die Versorgungen jener VerbraucherInnen, die keine Unterbrechung in der Stromversorgung vertragen – kleinere Motoren, Rohrarmaturen, steuerungstechnische Einrichtungen – dient das sog. System ohne Unterbrechung.

Der 0,4 kV unterbrechungslose Hauptverteiler wird von einem Schnellbetriebsthyristor betrieben. Im Störfall wird der Wechselstromabschnitt vom Gleichstromsystem betrieben – so lange bis die von den Dieselsegeneratoren erzeugte Energie nicht die normalen Parameter erreichen und zwischen den beiden Spannungen ein reversibler Motor-Generator einen Kontakt herstellt. Die Kapazität der Akkumulatoren sichert einen vierstündigen Betrieb.

#### i.) Steuerungstechnik

Das ausgebreitete System zur Steuerungstechnik des Reaktorblocks enthält eine strukturierte Einheit aktiver (die Prozesse und deren Abzweigungen beeinflussender) und passiver (über die Prozesse und deren Parameter, den Zustand der diese beeinflussenden Einrichtungen und Ereignisse informierender) Systeme.

Die steuerungstechnischen Systeme dienen der Kontrolle der Parameter und dazu, diese innerhalb sicherer Grenzen zu halten. Im Normalbetrieb werden die Parameter des Kraftwerkes von den Regelkreisen, den Leitungskreisen sowie Leitungsbefehlen der Operatoren innerhalb der festgelegten und erwünschten Grenzen gehalten.

Kontrollsysteme führen ein laufendes und erforderliches Abfragen der gemessenen Daten, der Betriebsvoraussetzungen der Antriebe und der Zustandsangaben aus, arbeiten diese Daten auf und zeigen sie an.

#### 2.2.2.2. Niveausicherung der technologischen Einrichtungen, der gegenwärtige Zustand des Atomkraftwerkes

Die Blöcke des Atomkraftwerkes funktionieren als Basiskraftwerke, ihre Produktion wird – ausgenommen Störfälle, die ein Abschalten gerechtfertigt erscheinen lassen – nur bei der jährlichen Umlagerung des Betriebsstoffes und bei Wartungen (Hauptrevisionen) eingeschränkt. Bei den Umlagerungen wird in der Regel ca. ein Drittel des Betriebsstoffes ausgetauscht. Das Maximum der Betriebspausen übersteigt – im Falle einer geplanten Tätigkeit – nicht sechzig bis siebenzig Tage.

Seit 1996 werden gegenüber den früher zur Anwendung gekommenen zwei Hauptrevisionstypen (normal und groß) nunmehr drei durchgeführt. Zu kurzfristigen Hauptreparaturen kommt es bei jedem Block alle zwei Jahre. Im Rahmen der großen Wartung werden Umbauarbeiten größeren Ausmaßes im Bereich der Sicherheitstechnik, der Rekonstruktionen und anderer Hauptreparaturen durchgeführt. Im Interesse dessen, dass man mit den kleineren Reparaturen, die aber wegen des Zeitaufwandes in der Zeit der kleineren Hauptreparaturen nicht durchgeführt werden können, nicht immer eine Hauptrevision abwarten muss, kommt es zwischen zwei Hauptreparaturen immer zu einer 25tägigen mittleren Reparaturphase. Ziel der kleinen Wartungen ist es, die Brennstabfüllungen zu tauschen und die verpflichtenden und nötigen Wartungsarbeiten durchzuführen. Die Hauptwartungsarbeiten kommen in einem vierjährigen Zyklus nach Block in der Reihenfolge lang-kurz-mittel-kurz zum Tragen.

Die gegenwärtige Wartungsordnung des Kraftwerkes richtet sich gemäß den Vorschriften der NBSZ, den nuklearen Sicherheitsbestimmungen, in Abhängigkeit von der Funktion der realisierten Sicherheitseinrichtungen an sehr differenzierten Bedingungen aus. Innerhalb dessen wird im Rahmen einer Betriebszeitverlängerung wichtigen Strukturen, Systemen und Einrichtungen eine eigenes Alterungsprogramm durchgeführt.

Der gegenwärtige Zustand der AKW-Blöcke wird von den Charakteristika zum Zeitpunkt ihres Baus, den Belastungen während des Betriebs und Vorfällen sowie von den bis jetzt durchgeführten Wartungsarbeiten bestimmt. Die bis jetzt in der Betriebszeit durchgeführten Umbauten (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Umbau des ergänzenden Speisewassersystems bei Störfällen (KÜTR),
- Verhinderung der Wiederanfüllung der Behälter im Niederdrucknotkühlsystem (ZÜHR) nach Entleerung,
- Schutz der Unterfassbox gegen Verstopfung (Bodenabfluss im hermetisch abgeriegelten Raum) mit dem Einbau neuer Filter,
- Verhinderung einer explosionsgefährlichen Konzentration von Wasserstoff im hermetisch abgeriegelten Raum bei Störfällen per Block durch die Installation von sechzehn Stück Wasserstoffrekombinatoren auf katalytischer Basis der Firma Siemens,
- Ausbau der Gasentfernungsanlage für den Störfall,

- Tausch der Akkumulatoren (Tausch betrifft die je drei Sicherheitssysteme per Block, je einen gemeinsamen für das Kraftwerk, einen für die Steuerung des Regelstabs, also insgesamt zwanzig Akkumulatoren),
- Modernisierung der betriebstechnischen Steuerungsanlage (ÜRİK),
- Tausch der Starkstromkabelüberführungen im hermetischen Raum,
- Rekonstruktion der Turbogeneratorenleitzentrale,
- Tausch der Überspannungsregulierer,
- Rekonstruktion der Turbinensteuerung,
- Rekonstruktion der Blockcomputeranlage,
- Rekonstruktion des Reaktorschutzsystems,
- Rekonstruktion der Chemieentladung an der Bahn,
- Ausbau der vorübergehenden Deponie für wenig und mittel aktive feste Stoffe,
- Ausbau der Technologie zur Behandlung radioaktiven Abfalls (Betriebsultrafiltersystem, nichtbegehbare Eisenbetonverbindungsbrücke für den Transport radioaktiven Mülls, vorübergehende Deponie in Behelfsgebäude 1)
- Tausch des Regel- und Leitungssystems für die Dieselgeneratoren.

In Gefolge der internationalen Praxis schrieb die Regierungsverordnung 108/1997 alle zwölf Jahre eine umfassende nuklearsicherheitstechnische Überprüfung (IBF) vor, als dessen Abschluss die Betriebsgenehmigung des Blocks erneuert werden muss [7].

Schlussfolgerung der IBF war, dass sich die betroffenen Blöcke in einem guten Zustand befinden, die organisatorischen und menschlichen Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb gegeben seien, die Zusatzaktivitäten entsprechend organisiert und geregelt wären und – neben der Durchführung der vorgeschlagenen Verbesserung – die Behörde die Betriebsgenehmigung für weitere zwölf Jahre ausstellen könne.

Gegenwärtig sind von den Blöcken drei laufend in Betrieb. Wegen des Vorfalles vom 10. April 2003 im Zuge einer Beschädigung des Brennstabes im Schacht von Block 2 ist dieser Block nicht in Betrieb, kühl. Die technologischen Systeme des Block 2 sind energetisch gesehen in Ordnung, ihre Verwendung wird lediglich von der Blockierung in Schacht 1 behindert. Die Liquidierung der Folgen des Störfalles sowie die Inbetriebnahme des Blocks möchte die AKW Paks AG im Einvernehmen mit der Behörde – im Rahmen eines eigenen Verfahrens – erreichen.

### 2.2.2.3. Der Betriebsstoff

In den VVER-440 Kraftwerken wird gering angereicherter keramisches Urandioxid als Brennstoff verwendet. Die jährliche Brennstoffnachfüllung ist grundsätzlich des Anreicherungsgrades 3,6 Prozent, doch zur Sicherung der entsprechenden Zonenzusammensetzung wurde auch schon eine von 2,4 Prozent verwendet. Die Betriebsstofffüllungen bestehen aus 7,5 Millimeter Durchmesser messenden und zehn Millimeter hohen Tabletten, in deren Mitte ein 1,6 Millimeter großes Loch ist. Die Dichte des Kraftstoffes ist  $10,6 \text{ g/cm}^3$ . Die Tabletten werden in Rohr mit einem Außendurchmesser von 9,1 Millimeter gefüllt. Das Material des Rohres besteht aus einer Zirkoniumlegierung, das ein Prozent Niobium enthält, die Dicke der Rohrwand beträgt 0,63 Millimeter. Ursprünglich war für die Verwendung der Kraftstoffkassetten ein Zeitraum von drei Jahren vorgesehen, später stellte man sich auf vier Jahre um. Ab 2000 und als erster im Block 3, danach in Block 4 und schließlich in Block 1 stellte sich die AKW Paks AG auf die Anwendung profilierter, russischer Kraftstoffkassetten mit einem Anreicherungsgrad von 3,82 (3,3, 3,6 Prozent) um. Ziel dieser Umstellung war es, mit der Steigerung des Anreicherungsgrades die Zahl der frischen Kassetten zu senken und damit auch die Zahl der ausgebrannten Stäbe.

### Gegenwärtiger und zukünftiger Zustand der nuklearen Brennelemente

Die Brennstäbe werden aus Russland über genehmigte Routen per Bahn angeliefert. Die frischen Elemente werden in der Frischelementelagerstätte des Betriebes gelagert.

Die Dokumentation, Kontrolle und Qualitätssicherung der Brennstäbe erfolgt durch russische Firmen. Im Kraftwerk werden zwar die Maße der frischen Brennstäbe kontrolliert, deren Urangehalt aber nicht, da die russische Dokumentation diesen im Detail anführt. Die IAEA kontrolliert einen Prozent der angelieferten Brennstäbe.

Die in das AKW gelangenden frischen Brennstäbe benötigen keine Spezialbehandlung bezüglich Lagerung und Transport in das Reaktorgebäude. Die Brennstäbe werden auf Hallenniveau gebracht und in den Umlagerbecken vor der Platzierung im Reaktor zwischengelagert.

Der Brennstoffbedarf der vier Blöcke beträgt 400-460 Bündel/Jahr. Das Ausmaß der Lagermenge frischen Brennstoffes wird von einer Verordnung vorgeschrieben (im allgemeinen handelt es sich um einen Bedarf von zirka zwei Jahren). Mit der Inbetriebnahme des AKW Paks hat der Lieferant im Rahmen eines ungarisch-sowjetischen Abkommens die Versorgung mit frischen Brennelementen übernommen.

Nach den Vorschriften, die bei der Annahme der technischen Pläne des AKW Paks erfolgt sind, nahm die Sowjetunion die in den Ruhebecken des Kraftwerkes gelagerten ausgebrannten Brennstäbe nach Ablauf von drei Jahren kostenfrei wieder zurück. Diesen Vorschriften entsprechend werden die ausgebrannten Brennstäbe wiederaufbereitet (reprozessiert), wobei aber alle Endprodukte der Aufarbeitung in der Sowjetunion verblieben. Diese Inanspruchnahme einer weltweit einzigartigen Rücklieferung bedeutete gleichzeitig, dass Ungarn hinsichtlich des Abschlusses (back end) eines nuklearen Brennstoffzyklus' für einen geschlossenen Brennstoffzyklus optiert hatte – mit einer ganz besondern Hintergrundleistung.

Im Zuge der Inbetriebnahme des AKW Paks begann auch die Ausbrennung des nuklearen Brennstoffes. Die ausgebrannten Brennstäbe gelangten nun vom Reaktor in die Ruhebecken neben dem Reaktor.

Nach der Inbetriebnahme des Blocks 1 veränderte die Sowjetunion die Rücktransportbedingungen einseitig. Dem gemäß wurde die Ruhezeit auf fünf Jahre angehoben und die Preise für die Rücklieferungen als eine Dienstleistung immer mehr angehoben.

Die AKW Paks AG verdoppelte daher – um den neuen Anforderungen gerecht werden zu können – die Ruhekapazitäten mit der Verdichtung der Gittereinteilung und wickelte die Rücklieferungen im Rahmen von Privatverträgen ab. Zwischen 1989 und 1998 kamen so 2.331 ausgebrannte Brennstäbe in die Sowjetunion, später in die Russische Föderation zurück.

Wegen der politischen und wirtschaftlichen Veränderungen in der Sowjetunion und in Europa tauchte in den ersten Jahren des Rücktransports immer wieder die Idee auf, dass die Praxis der Rückstellung der ausgebrannten Brennstäbe unter Aufrechterhaltung der obigen Bedingungen nicht mehr lange zu halten sein wird. Nach der Sitzung des Landesbüros für Nuklearenergie OAB im September 1991 entschied man, dass man neben dem laufenden Rücktransport der ausgebrannten Brennstäbe auch eine ungarische Variante der Entsorgung vorbereiten wird.

Für die Erfüllung dieser Funktion entschied man sich 1992 für die GEC Alstom MVDS (Modular Vault Dry Storage: modulare Schachttrockenlagerung) und deren Realisierung. Die Inbetriebnahme der KKÁT-Deponie ist inzwischen erfolgt, deren Auffüllung begann 1997. Die ersten drei Module der KKÁT-Deponie waren Ende 1999 voll, und man begann mit dem Bau weiterer vier Module. Die Auffüllung der neuen Kammern begann im Februar 2000, während die RHK Kt., die Gesellschaft öffentlichen Rechts für die Entsorgung des radioaktiven Abfalls, die diesbezüglichen Aufgaben übernahm. Ende 2002 wurde die Phase 3 des Projekts abgeschlossen, d.h. das elfte Modul fertiggestellt, womit der bis dahin genehmigte Teil fertiggestellt war. Für den Aufbau der weiteren 22 Module bedarf es einer neuerlichen Genehmigung.

Die ausgebrannten Brennstäbe werden Minimum drei Jahre im Ruhebecken des Reaktors gelagert, bevor sie in die KKÁT-Deponie überstellt werden.

Die vorübergehende Lagerung der ausgebrannten Brennstäbe ist auf der KKÁT-Deponie für fünfzig Jahre vorgesehen, womit genügend Zeit für eine weitreichende Entscheidung bezüglich der Endlagerung zur Verfügung steht. Die Vorbereitung des weiteren Programms gehört zum Aufgabenkreis der RHK Kt., der Gesellschaft öffentlichen Rechts für die Entsorgung des radioaktiven Abfalls.

#### *2.2.2.4. Entstehung und Lagerung des radioaktiven Mülls*

Im Zuge des Normalbetriebs des Atomkraftwerks (Leistungsbetrieb, Wartung) fällt notwendigerweise radioaktiver Müll an, d.h. solche Isotopen enthaltende Stoffe, die für eine weitere Verwendung ungeeignet sind. Im Zuge des Betriebes fallen auch traditionelle Abfallstoffe (Industriestoffe, Gefahrenstoffe, Nichtgefahrenstoffe, kommunaler Abfall) an. Die mengenmäßigen und qualitativen Eigenschaften dieser Stoffe werden im einzelnen unter

Punkt 5.4.6. vorgestellt. Innerhalb der kontrollierte Zone des Kraftwerkes werden alle Abfallstoffe als radioaktiv verseucht erachtet, bis nicht eine Messung das Gegenteil ergeben hat [4].

Im Zuge des Betriebes des Kraftwerkes entstehen unterschiedlich stark verseuchte Feststoffabfälle. Bezüglich dem in der kontrollierten Zone anfallenden radioaktiv verseuchten Abfall bzw. bezüglich der kontaminierten Einrichtungen, Werkzeuge, technischen Apparate, Mittel usw. und deren Erklärung zu nicht radioaktiv verseuchtem Abfall gibt es eine eigene Regelung.

Die früheren Strahlenschutzbestimmungen bzw. deren Praxis bezog sich ausschließlich auf die Dosisleistungsmessung an der Oberfläche von Abfall bzw. Abfallbündel in einer Höhe von zehn Zentimetern. Die Durchführungsbestimmungen des Gesundheitsministeriums 16/2000 vom 8.VI. zum Gesetz CXVI. aus dem Jahre 1996 über die Atomenergie hält das jährliche, individuelle Maß der Strahlenbelastung der Behandlung im Rahmen der Wiederverwertung von radioaktiven und nichtradioaktiven Stoffen genau fest. Für eine der Verordnung genauestens entsprechende Abfallklassifikation hat das Kraftwerk eine fundierte Dokumentation zusammengestellt, worin es die beabsichtigte Anwendung der neuen Strahlenbelastungsklassifikation, die anzuwendende Messung und die drei Entlastungsvorgangsweisen präsentierte. Als Zulassungsbehörde hat die Direktion für nukleare Sicherheit des Landesbüros für Atomenergie, OAH NBI, aufgrund dieser eingereichten Dokumentation in ihrem Beschluss eine Betriebsgenehmigung für den in der kontrollierten Zone anfallenden Abfall, die Stoffe und Gegenstände bezüglich der Einrichtungen zu deren Entlastung erteilt. Im Rahmen selbigen Genehmigungsverfahrens hat der Amtsärztliche Landesdienst, ÁNTSZ, als Behörde die die Entlastung zulässt, die Genehmigung zum Abtransport aus der kontrollierten Zone erteilt.

Aufgrund der Dokumentation, die die bisherige Entlastungspraxis begründet, die Verordnung 16/2000 vom 8.VI. des Gesundheitsministeriums beachtend, hat die ÁNTSZ drei verschiedene Entlastungspraxen bezüglich des Abtransports von Abfall aus der kontrollierten Zone genehmigt:

- Entlastung des geringfügig radioaktiven Materials mit den an unmittelbaren Oberfläche befindlichen Gegenständen ohne Bedingungen,
- bedingungslose Entlastung der geringfügig radioaktiv verseuchten Gegenstände,
- Entlastung jenes radioaktive Stoff beinhaltenden Abfalls, der in die Mülldeponie Paks gerät – mit Bedingungen.

Im weiteren wird der ursprünglich geplante Zustand der Entsorgung und Lagerung flüssigen und festen radioaktiven Abfalls präsentiert bzw. die im Laufe des Betriebs am 31. Dezember 2002 zum Zuge gekommene Variante.

Gegenwärtig verfügt Verordnung 47/2003 des Gesundheitsministeriums über einzelne strahlungsgesundheitliche Fragen bezüglich der Klassifizierung des radioaktiven Mülls und der vorübergehenden und endgültigen Lagerung des radioaktiven Mülls sowie die im Rahmen einer Industrieproduktion anfallenden radioaktiven Stoffe und Behandlung von in der Natur auftretenden radioaktiven Stoffen. Diese Klassifikation wurde aufgrund der Erfordernisse der Entsorgung des Abfalls ausgearbeitet und entspricht den internationalen Empfehlungen (IAEA, EU). Demgemäß:

- sind als radioaktiver Abfall zu erachten alle jene radioaktive Isotopen enthaltenden Stoffe, deren Aktivitätsgehalt in ihrer unmittelbaren Umgebung eine die Größenordnung von  $10 \mu\text{SV}/\text{Jahr}$  an Dosisleistung verursachen (können nicht entlastet werden),
- als geringfügig und mittelaktiven Abfall werden alle jene, die Entlastungsgrenze überschreitenden aktiven Materialien erachtet, dabei braucht man für den geringfügig aktiven Abfall keinen Strahlenschutz, bzw. jener Abfall, für den man bereits einen Strahlenschutz benötigt, wird als mittelaktiv erachtet. Der mittel und geringfügige Abfall kann die "Lebensdauer" gesehen lang- oder kurzlebig sein. Beim kurzlebigen Abfall darf die Halbwertszeit der bestimmenden Isotopen nicht mehr als dreißig Jahre betragen. Im kurzlebigen Abfall darf die Menge der Alfastrahlen mit einer hohen Halbwertszeit im Durchschnitt nicht größer als  $400 \text{ Bq/g}$  sein,
- als hochaktiv wird jener Abfall erachtet, deren Wärmeleistung den Wert von  $2 \text{ kW/m}^3$  erreicht oder überschreitet.

Davon abweichende, auf grundsätzliche Strahlenschutzgesichtspunkte aufbauende Bestimmungen enthält die zur Zeit in Überprüfung befindliche MSZ, ungarische Industrienorm, Nr. 14344/1-89.

### **Behandlung und Lagerung von festen radioaktiven Stoffen**

Die wichtigsten Quellen der im Zuge des Betriebes entstehenden radioaktiven Abfälle sind wie folgt:

- verbrauchte oder aktivierte oder oberflächlich verseuchte Einrichtungen, Rohre, Armaturen, Wärmedichtungen usw.,
- aus Umbauten stammendes Baumaterial (Betonmüll, Holzmaterial usw.),
- die in Wartungswerkstätten anfallenden Metallabfälle, Späne und abgenutzten Werkzeuge,
- die im Zuge von Wartungsarbeiten und Betrieb anfallenden weichen Abfälle (Kleider, individuelle Schutzanzüge, Wischtücher, Folien usw.)
- aus dem Reaktor abgebaute Komponenten (Absorbenten der Regelkassetten, Zwischenstäbe, Wärmelemente usw.).

Die Sammlung der festen Abfälle erfolgt in 50-Literkunststoffsäcken und in 200-Litermetallfässern.

Gemäß MSZ 14344/1 kommt der hochaktive, feste Abfall nach Zerteilung und Demontage in eine die Wiederverwertung sichernde Verpackung zur Lagerung in die Lagerbrunnen des Reaktorraumes.

Die jährlichen Mengen an geringfügig und mittelaktiven festen Abfall und die Zahl der Lagerungsfässer gibt Tabelle 2.9. an.

**Tabelle 2.9. Menge des geringfügig und mittelaktiven festen Abfalls und Zahl der Lagerungsfässer**

Jahr	Abfallmenge vor Behandlung [m <sup>3</sup> ]	Abfallmenge nach Behandlung [m <sup>3</sup> ]	Zahl der Fässer 2001 (Stk.)
1983	14,2	14,2	71
1984	65,9	65,9	330
1985	154,0	161,8*	809
1986	174,8	178,2*	891
1987	275,4	292,8*	1464
1988	218,8	95,6	478
1989	287,8	92,5	463
1990	279,3	103,1	516
1991	343,6	94,1	471
1992	349,3	85,6	428
1993	429,5	111	555
1994	433,7	95,4	477
1995	402,1	110,6	553
1996	497,5	116,9	585
1997	510,4	118,6	599
1998	579,4	135,4	677
1999	554,8	102,0	510
2000	633,6	128,8	644
2001	749,1	220,4	1103
2002	604,1	132,0	660

\* Anstieg wegen Anreicherung des Schlammes mit Kieselsteinerde

Beim aktiven Schlamm fielen in der vergangenen Zeit vier bis fünf Kubikmeter jährlich an, in erster Linie bei der strukturellen Untersuchung jener Behälter der vier Blöcke, die das Sickerwasser des Primärkreises auffangen, chemisch behandeln, sedimentieren lassen oder vorübergehend lagern (diese Schlamm kommen nicht in

die den flüssigen radioaktiven Abfall lagernden Behälter hinaus.) Im Zuge des Betriebes des Kraftwerkes sind zwischen 1983 und 2002 insgesamt  $80,3 \text{ m}^3$  Schlamm angefallen.

Die festen Abfälle kommen alle, eingeschlossen die Aerosolfilter und die verfestigten Schlammsorten, einheitlich in spezielle (mit Kunststoff ausgekleidete) 200-Liter Metallfässer mit einer Wandstärke von 1,2 Millimeter (Durchmesser  $560 \times 850$  Millimeter).

Aus den Angaben der Tabelle lässt sich herauslesen, dass jährlich 580 bis 660 Fässer Abfall anfallen, die Maximalwerte bei 1.400 bis 1.600 liegen.

Von der zur Lagerung gelangenden Fässern werden fünfzehn Prozent einer Isotopenselektion zugeführt. Mit der Verwendung der beiden Klassifikationen und der Identifizierung der Fässer werden diese in Evidenz gehalten. Von der Fässerdeponie wurden zwischen 1983 und 1995  $1.580 \text{ m}^3$  in die RHFT-Deponie nach Püspökszilágy überstellt.

### **Vorübergehende Lagerung von mittel und geringfügig aktivem Material in der kontrollierten Zone des Kraftwerkes**

Die vorübergehende Lagerung der im Laufe des Betriebes noch weiter angefallenen 4.220 Stück Fässer erfolgt bis zur Fertigstellung der Deponie in den Haupt- und Nebengebäuden, deren totale Lagerungskapazität 7.663 Fässer beträgt.

### **Vorübergehende Lagerung hochaktivem Material im Bereich des Kraftwerkes nach MSZ 1434/1-89**

Für die Lagerung der hochaktiven festen Abfälle wurden 1.114 Stück Lagerbrunnen geplant. Für die endgültige Entsorgung dieser Brunnen ist nach der Stilllegung des Kraftwerkes zu sorgen.

Gelagerte Menge: In Ausbauphase I. und II insgesamt 1.114 Stück, d.h.  $222,8 \text{ m}^3$  Lagerkapazität, siehe Tabelle 2.10.

<b>Ausbau</b>	<b>Kapazität (<math>\text{m}^3</math>)</b>	<b>Gelagerte Menge (<math>\text{m}^3</math>)</b>
I	111,4	35,9
II.	111,4	25,4

### **Behandlung und Lagerung des flüssigen radioaktiven Mülls**

In den sowjetischen technischen Plänen wurden folgende flüssige radioaktiven Abwässer in Betracht gezogen (nach dem Ort ihres Anfallens):

- unorganisiertes Sickerwasser im Primärkreis, borsäurehaltige Abwässer aus Abschüttungen und Entlüftungen,
- Abfälle aus Dekontaminierungen und anderen Abflüssen,
- Regenerierungsabfälle und Entspannungswässer aus den Klärungen im Primärkreis,
- Verbrauchte Ionentauschharze aus Klärungen im Primärkreis,
- chemische Abfälle aus den Dekontaminierungen der Einrichtungen
- Säurelösungen des Evaporators,
- Labor- und Wäschereiabwässer aus dem Primärkreis, verseuchtes Duschwasser,
- Verschmutzungsöle.

Im Laufe des Betriebes des AKW zeigten sich über diese vorhergesehenen Abwässer noch folgende:

- Verseuchte, organische Lösungsmittel (Waschbenzin, Waschalkohol, Petroleum),
- Borsäurelösungen des Primärkreises die zu Opal wurden,
- Reinigungslösungen des verseuchten Dampfentwicklers,

- Schlammarten, die sich am Boden von Sedimentierungsbehältern zeigten, flüssiger radioaktiver Abfall an den Boden der Verdichtungsbehälter, die ebenfalls als Schlamm entsorgt wurden.

Die Abwässer in den Sedimentlagerungsbehältern in den Wasserschichten werden in die Sedimentierungsbehälter des Behelfsgebäudes gepumpt, wo sie weiter sedimentieren. Das sedimentierte Wasser kommt in weitere Behälter.

Nach Sammlung, Sedimentierung und vorübergehender Lagerung der vorher aufgezählten Abwässer werden diese nach entsprechender Vorbereitung verdampft.

Die in die Harzlagerbehälter des Behelfsgebäudes gebrachten Wasch- und Lockerungswässer sowie die im Rahmen des Harztransportes hierher gebrachten aufgebrauchten Ionentauschharze werden in den Behältern zum Sedimentieren gebracht. Das sedimentierte Wasser kommt in Wasserbehälter.

Die im Labor- und Gesundheitstrakt gesammelten und nicht emittierbaren Abwässer werden in den Sedimentierungsbehälter des Behelfsgebäudes 1 gepumpt, wo sie nach entsprechender Sedimentierung in Behälter abgefüllt werden.

Die entsprechend vorbereiteten Abwässer mit einem Salzgehalt von drei bis fünf g/l werden in der Verdampfungsanlage verdichtet. Das Destillat der Verdampfungsanlage kommt nachdem es durch mechanische Filter geleitet wurde und nach einer entsprechenden radiochemischen Kontrolle unmittelbar in die Kontrollbehälter, oder – wenn sie im Zuge der Kontrolle noch radioaktive Verseuchung gezeigt hatten – über die Durchleitung durch Kationen- und Anionentauscher in die Kontrollbehälter. Nach der chemischen und radiochemischen Kontrolle des gereinigten Kondensats wird es über das Wasser emittiert oder kommt in Behälter zur Versorgung des Betriebes mit sauberem Kondensat – sofern es den Vorschriften entspricht. Wenn das Kondensat diesen Vorschriften nicht entspricht, kommt es zu den Sickerwässern zur Neubearbeitung.

Neben den oben dargestellten Behandlungstechnologien wurden im Interesse der Reduzierung der Menge des anfallenden radioaktiven Abfalls auch neue Vorgangsweisen eingeführt. Die Technologie zur Reduzierung des flüssigen radioaktiven Abfalls basiert aber weiterhin auf der alten, bekannten Technologie, bzw. ist eine Ergänzung derselben:

- Reinigung des im Zuge des Kraftwerkbetriebes verseuchten Borsäurelösungen mit Ultrafiltern (kleine bzw. große Ultrafiltertechnologie),
- mit der Verbindung der beiden Behälterpark in den Behelfsgebäuden Ermöglichung einer besseren Nutzung der Behälter (die Technologie der Verbindung der beiden Behälterparks über eine Rohrbrücke),
- die Aufarbeitung der im Rahmen des Betriebes nicht vorgesehenen Abwässer (Reinigung des Dampfentwicklers, aktive Abwässer mit EDTA-Gehalt) (EDTA-Lösungseinrichtung),
- separierte Sammlung der Säurelösungen des Evaporators.

Zur weiteren Aufarbeitung zur volumenmäßigen Reduzierung der in den Behältern der Behelfsgebäude verbliebenen Verdampfungsreste und Lösungen wurde die Vorgangsweise einer finnischen Firma ausgewählt.

Im Zuge der Entwicklung dieser Technologie war es das Ziel, dass die inaktiven Bestandteile der radioaktiv verschmutzten Flüssigkeiten von den Radioisotopen abgespalten werden. Die verbliebene inaktive Lösung kann, sofern diese den Vorschriften entspricht, über den Warmwasserkanal emittiert werden – als über bilanzmäßiges Warmwasser.

Die neue Aufarbeitungstechnologie der radioaktiven Abwässer besteht aus folgenden Subsystemen:

- System zur Wiedergewinnung der Borsäure,
- Ultrafiltersystem,
- Cäsiumentfernungssystem,
- Co-Entfernungssystem.

Als Ergebnis der Volumenreduzierung wird die nach den technischen Plänen für dreißigjährige Betriebszeit geplante Menge von geschätzten, endgültig zu lagernden Abfällen von 20.000 m<sup>3</sup> zirka auf die Hälfte reduziert werden können.

In den Behältern der vorübergehenden Abfalldeponie für flüssigen radioaktiven Abfall in den Behelfsgebäuden wird die Sammlung folgender Stoffe durchgeführt:

- Verdampfungsreste,
- Säurelösungen des Evaporators,

- Aufgebrauchte Ionentauschharze niedriger und hoher Aktivität.

In Behelfsgebäude Nummer 1 befinden sich fünf Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 550 m<sup>3</sup> für Verdickungsabfälle, zwei Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 490 m<sup>3</sup> für verbrauchte Austauschharze, ein Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 381 m<sup>3</sup> für Störfälle und ein Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 24 m<sup>3</sup> für verschmutztes Öl.

In Behelfsgebäude Nummer 2 befinden sich vier Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 381 m<sup>3</sup> für Verdickungsabfälle, drei Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 381 m<sup>3</sup> für verbrauchte Austauschharze, ein Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 381 m<sup>3</sup> für Störfälle und ein Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 24 m<sup>3</sup> für verschmutztes Öl.

Die in den Behältern der beiden Behelfsgebäude im Jänner 2003 gelagerter Flüssigkeiten, deren Art und Mengen enthalten Tabellen 2.11. bis 2.13. (Die Kapazität der Flüssigkeitsbehälter ist um fünf bis zehn Prozent größer als deren nominelles Volumen).

**Tabelle 2.11.: Menge und Art der Abfälle in den Behältern des Behelfsgebäudes 1**

Alphanumerisches Zeichen	Funktion	Volumen m <sup>3</sup>
01TW10B001	Konzentrat	500
01TW20B001	Harz und Transportwasser	500
01TW30B001	Konzentrat	260
01TW30B002	Konzentrat	580
01TW30B003	Konzentrat	580
01TW30B004	Manipulationsbehälter Borsäure	0
01TW30B005	Konzentrat	580
01TW15B001	Störfall	0
01TW55B001	Verschmutztes Öl	0

**Tabelle 2.12.: Menge und Art der Abfälle in den Behältern des Behelfsgebäudes 2**

Alphanumerisches Zeichen	Funktion	Volumen m <sup>3</sup>
02TW10B001	Harz und Transportwasser	385
02TW10B002	Konzentrat	370
02TW10B003	Manipulationsbehälter Borsäure	0
02TW30B001	Konzentrat	400
02TW30B002	Konzentrat	400
02TW30B003	Konzentrat	400
02TW30B004	Säurelösung Evaporat	230
02TW15B001	Störfall	0
02TW55B001	Verschmutztes Öl	0

**Tabelle 2.13.: Mengen der Verdampfungsrückstände nach Jahren gegliedert**

	I. Ausbau m <sup>3</sup> /Jahr	II. Ausbau m <sup>3</sup> /Jahr	Summe m <sup>3</sup> /Jahr
1985	183	-	183
1986	184	-	184
1987	183	139	322
1988	122	131	253
1989	107	107	214
1990	105	80	185
1991	120	100	220
1992	124	88	212
1993	114	116	230
1994	112	158	270
1995	122	85	207
1996	118	91	209
1997	160	115	275
1998	110	105	215
1999	140	115	255
2000	120	90	210
2001	100	65	165
2002	140	120	260

\*Ausbau I: Block 1 und 2; Ausbau II: Block 3 und 4

Die Menge der im Laufe des Betriebes entstandenen, aufgebrauchten Ionenauschharze beträgt in den beiden Behelfsgebäuden insgesamt 75,6 m<sup>3</sup>, ihre Lagerung erfolgt nach Ausbau in je einem Abfallbehälter.

Die Menge der im Laufe des Betriebes entstandenen Evaporatorsäurelösungen beträgt 230 m<sup>3</sup>, ihre Lagerung erfolgt in den Abfallbehältern der zweiten Ausbauphase.

Die spezifische Lagerkapazität des flüssigen radioaktiven Abfalls, die zur Zeit gelagerten und die während des Betriebes durchschnittlich jährlich angefallenen (1985-2002) Mengen sind in Tabelle 2.14. angeführt

**Tabelle 2.14.: Mengen des flüssigen radioaktiven Abfalls**

	Jährlicher Anfall, [m <sup>3</sup> ]	Zur Zeit gelagert, [m <sup>3</sup> ]	Komplette Kapazität, [m <sup>3</sup> ]
Harz	4-5 76	1.000	
Verdampfungsreste	240-260	4.070	5.700
Andere Abwässer	15-30	230	1.000

Aus obigen Angaben ist ersichtlich, dass die zur Zeit zur Verfügung stehenden Kapazitäten in nächster Zukunft erweitert werden müssen. Die Erweiterung des Behälterparks wurde von der AKW Paks AG bereits initiiert, ihre Genehmigung und der Bau ist im Laufen.

#### **Endgültige Lagerung der radioaktiven Abfälle**

Laut der in den technischen Plänen des AKW Paks beschriebenen Konzeption war die Lagerung des geringfügig und mittelaktiven Mülls in den Behelfsgebäuden des Atomkraftwerks vorgesehen. Betont gehört aber der provi-

sorische Charakter der Lagerung, da eine endgültige Lagerung der Abfälle auf dem Gebiet des Kraftwerks aus technischen und Sicherheitsgründen ausgeschlossen ist.

Als natürliche Vorstellung war gegeben, dass es zielbringend wäre, die infolge des Betriebes und des Abrisses anfallenden Abfallstoffe, in der Deponie Püspökszilágy unterzubringen, war doch dort damals die einzige Einrichtung für mittel und geringfügig aktiven Abfall in Betrieb.

Da aber eine Erweiterung der Einrichtung von Püspökszilágy, wie es das AKW Paks erfordern würde, sehr viel mehr Platz benötigte, wurde 1993 ein interministerielles (später Nationales) Zielprojekt ins Leben gerufen, dessen Ziel es war, eine endgültige Lösung bezüglich einer Enddeponie für mittel und geringfügig radioaktiven Abfall zu finden. In diesem Rahmen begann die Vorbereitung zur Auswahl des Standortes. Das gesamte Territorium des Landes wurde aufgrund der Fachliteratur durchgeschaut, und schließlich in den vielversprechenden Regionen – und wo dies auch die Bevölkerung unterstützte – unter- und oberirdische Vorfeldforschungen ausgerichtet, um das geologisch geeignete Objekt identifizieren zu können.

Das Abschlussdokument der geologischen, technisch-sicherheitspolitischen und wirtschaftlichen Untersuchungen schlug 1996 schließlich vor, im Raum Úveghuta weitere unterirdische Untersuchungen auszuführen, um den Abfall im Granit unterzubringen – hielt aber auch weiter noch einige oberirdische, mögliche Deponien im Auge. Dieses Gebiet erweist sich vor allem deshalb als günstig, weil es nicht weit vom Atomkraftwerk selbst, noch dazu am gleichen Ufer der Donau liegt. So wurde 1997 im Einvernehmen mit dem Landesbüro für Atomenergie schließlich entschieden, weitere Forschungen im Raum Úveghuta anzustellen.

Ende 1998 schlug schließlich das Ungarische Geologische Institut (MAFI) in seinem Abschlußbericht über die Untersuchungen der Jahre 1997 bis 1998 vor, dass man mit den detaillierten, eine Genehmigung und den Bau vorbereitenden, geologischen Arbeiten und den Arbeiten zur Charakterisierung des Standortes im Raum Úveghuta beginnen solle. Den Forschungsabschlussbericht schlugen die das Programm beaufsichtigenden ExpertInnen zur Annahme vor.

Das Programm geriet an diesem Punkt in den Mittelpunkt fachlicher und politischer Auseinandersetzungen. Auf Initiative des Landesbüros für Atomenergie OAH wurde die Tätigkeiten im Rahmen des Programms nun von den Fachleuten der IAEA überprüft, die konform mit den bisherigen Ergebnissen die Fortsetzung der Forschungen vorschlugen.

Der Ungarische Geologische Dienst erstellte ebenfalls ein Fachgutachten über die erfolgten Forschungen und stimmte ihnen zu. Die auf den Forschungen basierenden Sicherheitsanalysen bestätigten, dass die Einrichtung auf dem Gebiet sicher wird funktionieren können.

Aufgrund des oben Dargestellten unterfertigte schließlich der Minister, der den Nuklearen Finanzfonds verwaltet, im Mai 2001 das vierjährige Forschungsprojekt. Für die Verträge und die Forschungen wurde eine Ausschreibung platziert. Im Dezember 2001 wurde zur Durchführung des Forschungsprogramms in Zusammenarbeit mit mehreren ungarischen Firmen (ETV-ERŐTERV ges. m. b. H., Umweltschutzverband AG "Mecsekérc", Golder Associates Hungary) die Bátatom Ges. m. b. H. gegründet – mit der Unterstützung der MAFI und mehreren Subunternehmen. Parallel zu den nötigen Vorbereitungsarbeiten stellte die Bátatom die für die Forschung unumgänglichen geologischen Untersuchungspläne zusammen. Aufgrund der genehmigten Pläne, gerieten die Bohrungen tiefer, Forschungsschächte und Wassermessstationen wurden eingerichtet, und schon mit einer Auswertung der wissenschaftlichen Ergebnisse begonnen. Der Raumordnungsplan Bábaapáti wurde angefertigt und die Vorbereitungen für eine Vorstudie zu einer Umweltverträglichkeitsprüfung nahmen ihren Anfang.

### **Emissionen flüssigen Abfalls**

Während des Betriebes wird die überbilanzmäßige Emission von Abwässern in Kontrollbehältern gesammelt. Der Emission der Gewässer geht eine strenge chemische und radiologische Untersuchung voraus. Der gegenwärtigen Praxis nach wird aufgrund der Gesamtbetrag einer aus den Behältern entnommenen Probe – unter Berücksichtigung des pH-Wertes der Flüssigkeit – über deren Emittierbarkeit entschieden, danach wird aufgrund der wöchentlichen, monatlichen und vierteljährlichen Archivierung der Proben und unter Aufarbeitung der Durchschnittsproben und der Messungen des Labors über die genaue Menge der isotopenselektiven Emission entschieden. Das aus den Kontrollbehältern emittierte Wasser gerät über ausgebaute Leitungen, dann gemäß den Wassermissionsbestimmungen des Kraftwerkes über den Warmwasserkanal in die Donau. Die in dieser Emissionsordnung festgelegten beiden Routen haben je eine Wassermessstation (V2 und V3), die sichert, dass die Aktivität des aus dem Kraftwerk emittierten Wassers – eingeschlossen das Kühlwasser der Turbinenkondensatoren – kurz vor dem Abfluss in die Donau kontrolliert werden kann. Die für die Emissionen freigegebenen Gewässer – nach der chemischen Verschmutzung gegliedert – kommen in die kalkschlammhaltigen oder chemischen Re-

servoires zur Behandlung bzw. zur weiteren Kontrolle. Aus den Becken kommen diese Abwässer – ebenfalls unter Einhaltung der Grenzwerte – schließlich über den Warmwasserkanal in die Donau.

Die Menge der aufgrund der Beckenmessungen akzeptierten, emittierten Gewässer gibt Tabelle 2.15. an.

**Tabelle 2.15.: Flüssige Emissionen 2002**

Komponenten	Jahresemission	Grenzwert/Jahr/Block	Grenzwertausnutzung [ % ]
Spalt- und Korrosionsprodukte	1,25 GBq	3,7 GBq	8,5
Tritium	21,9 TBq	7,5 TBq	73
Sr <sup>90</sup>	1,9 MBq	37 MBq	1,3
Gesamt-Alfa	* **	-	

\* Obwohl der Betrieb in einigen Mustern eine über den Grenzwerten liegende Gesamtalfa-Konzentration maß, so zeigten die von der Behörde genehmigten Ergebnisse der Alfaspektrometrie, dass diese nicht aus dem Kraftwerk, sondern von der Strahlung natürlicher alfastrahlender Isotopen stammten

\*\* Laut behördlicher Genehmigung (20199/1989, Wasserrechtliche Genehmigung, KDT, KÖZVIZIG, Székesfehérvár) ist diese Emission dem Wert "0" gleichzusetzen (Emission "0": Gesamt-Alfakonzentration in den Kontrollbehältern unter 0,011 Bq/l)

### Behandlung und Emission luftförmiger Emissionen

Die die atmosphärischen Emissionen behandelnden Entlüftungs-, wasserstoffverbrennenden und gasreinigenden Systeme sind nach den ursprünglichen Plänen errichtet worden und arbeiten bestimmungsgemäß.

Die Quellen der radioaktiven atmosphärischen Emissionen sind folgende:

- Erstrangige Quelle der radioaktiven atmosphärischen Emissionen ist der Wärmeträger des Primärkreises, dessen Aktivitätskonzentration, die in die belüfteten Räume gelangende Menge, Isotopenzusammensetzung sowie die Entlüftung über den Grad der Verschmutzung eines Raumes befindet.
- Die Quellen der radioaktiven atmosphärischen Emissionen sind folgende:
  - im Reaktorraum innerhalb des hermetisch abgeriegelten Raums die aus den organisierten und unorganisierten Sickerungen des Wärmeträgers des Primärkreises stammende radioaktive Verschmutzung,
  - in den Räumen der kontrollierte Zone können Quellen der atmosphärischen Emissionen die Sickerungen des Wärmeträgers des Primärkreises, die Sickerungen des Evaporatorsystems, die Sickerungen der Behälter für verseuchtes Kondensat, die Sickerungen der Ruhebecken, die in den Expresslabors des Hauptgebäudes durchgeführten Wasserprobenuntersuchungen, sein,
  - aus der Wasserstoffverbrennungsanlage austretende Gase,
  - die im Wärmeträger in gelöstem Zustand verbliebene radioaktive Gase lösen sich in den Behältern für das verseuchte Kondensat,
  - die Sickerungen und Überläufe der Wasserkläranlagen in den Behelfsgebäuden und den Systemen, die den flüssigen radioaktiven Müll lagern,
  - im Gesundheitstrakt im metalltechnologischen und wasserchemischen heißen Zellenkomplex in den am Gang befindlichen Chemiezellen, in den ICP Emissionsspektrometern, die der Analyse der Wasserproben dienen, in den Chemiezellen für die chemischen Messungen, in den Chemiezellen zur Vorbereitung der Dosimetrie.

### Emission atmosphärischer Emissionen

Aufgabe der Systeme, die die atmosphärischen Emissionen behandeln, ist es, die aus den potenziell verseuchten Räumen vom Belüftungssystem abgesaugte bzw. von den technologischen Absaugaktionen stammende Luft vor der Emission an die Umwelt zu säubern. Für diese Aufgabe dienen im Normalbetrieb des Kraftwerkes:

- Filteranlagen für den hermetisch abriegelten Raum des Reaktors im Normalbetrieb (Aerosol- und Jodfilter),
- jene Räumlichkeiten des Reaktorbetriebs, in denen es potenziell zu einer gasförmigen radioaktiven Verseuchung kommen kann, und die vom gemeinsamen Entlüftungssystem der beiden Reaktorblöcke entlüftet werden (Aerosolfilter),
- Filteranlagen der Anlagen, die die Entlüftung der Expresslabors und die Absaugung der Chemiezellen sichern (Aerosolfilter),
- Filteranlagen der Anlagen, die die Entlüftung der Abfallräume für festen und flüssigen radioaktiven Abfall im Behelfsgebäude sichern (Aerosolfilter),
- Filteranlagen des Rezirkulationssystems des Reaktorblocks (Aerosol- und Jodfilter),
- Filter der speziellen Gasreiniger, die die Gasabblasungen im Hauptgebäude ausführen (Zeolith, Adsorptionskohle, Jodfilter),
- Filter der speziellen Gasreiniger, die die geringfügig aktiven Gasabblasungen im Haupt- und Nebengebäude ausführen (Aerosol-, Jodfilter),
- Im Falle eines Störfalles, wenn in den hermetisch abriegelten, unter Hochdruck stehenden Raum über die organisierten Sickerungen hinaus primär Wärmemedium gelangt, zu Zweck der Luftreinigung außer den Rezirkulationssystemen, die Wartungssaugeinrichtungen (Aerosol- und Jodfilter), die Grundaufgabe der Saugereinrichtungen ist es zur Zeit der Umlagerungs- und Wartungsarbeiten die normalen Betriebsverhältnisse in den hermetisch abriegelten, unter Druck stehenden Räumlichkeiten aufrecht zu erhalten,
- die Entlüftungseinrichtungen des Gesundheitstraktes, die potenziell radioaktiv verseuchbare Luft transportieren.

Im Laufe des Kraftwerkbetriebes kommt es an drei Stellen zur Emission radioaktiver Isotopen.

#### **Entlüftungsschornstein von Block 1 und 2**

Die Höhe des Schornsteins von Block 1 und 2 beträgt unter Beachtung der in der Gesundheitszone zugelassenen Oberflächen-Radioisotopenkonzentration einhundert Meter. Der Schornstein ist als ein Zwillingsbau ausgestaltet, in dem es zwei Einlagerohre gibt. Der Querschnitt der beiden Einlagerohre beträgt bei Austritt  $10,2 \text{ m}^2$ , die minimale Austrittsgeschwindigkeit beträgt  $15 \text{ m/s}$ .

Über den Schornstein entweicht die Entlüftungsluft von Block 1 und 2 sowie des Behelfsgebäudes Nummer 1. Die in die Umwelt emittierte gesamte Luftmenge macht ca.  $567.000 \text{ m}^3/\text{h}$  im Normalbetrieb der Blöcke aus, und ca.  $686.000 \text{ m}^3/\text{h}$  falls ein Block gewartet wird. Von der gesamten Luftmenge sind ca.  $142.000 \text{ m}^3/\text{h}$  die in den Gasfiltern des Entlüftungssystems gereinigte Luft, die restliche Menge ist inaktive Luft.

#### **Schlot des Gesundheitstraktes**

Der Schlot des Gesundheitstraktes befindet sich am Dach des Gebäudes, die Spitze des Schlotes befindet sich in dreißig Meter Höhe. Der Querschnitt des Schlotes beträgt  $14,0 \text{ m}^2$ , die geplante Austrittsgeschwindigkeit beträgt  $3,2 \text{ m/s}$ .

Über den Schlot entweicht die aus den Räumlichkeiten des Gesundheitstraktes abgesaugte Luft in die Umwelt. Die gesamte Luftmenge macht ca.  $164.000 \text{ m}^3/\text{h}$  aus, davon sind  $4.500 \text{ m}^3/\text{h}$  aus den Chemiezellen des radiochemischen Labor abgesaugte Luft, ca.  $3.400 \text{ m}^3/\text{h}$  abgesaugte Luft aus den heißen Zellen und  $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$  andere, auch der Filterung emittierte Luft.

#### **Entlüftungsschornstein von Block 3 und 4**

Die Schornsteine von Block 3 und 4 sind identisch mit jenem von Block 1 und 2. Über den Schornstein entweicht die Entlüftungsluft von Block 3 und 4 sowie des Behelfsgebäudes Nummer 2. Die in die Umwelt emittierte gesamte Luftmenge macht ca.  $570.000 \text{ m}^3/\text{h}$  im Normalbetrieb der Blöcke aus, und ca.  $690.000 \text{ m}^3/\text{h}$  falls ein Block gewartet wird. Von der gesamten Luftmenge sind ca.  $134.000 \text{ m}^3/\text{h}$  die in den Gasfiltern des Entlüftungssystems gereinigte Luft, die restliche Menge ist inaktive Luft.

Zur Charakterisierung der Menge der in die Atmosphäre emittierten radioaktiven Isotopen werden in Tabelle 2.16. die im Bericht HAKSER angeführten Werte wiedergegeben.

**Tabelle 2.16.: Von der Behörde akzeptierte atmosphärische Emissionen 2002, in Prozentsatz Der unter einen Grenzwert fallenden Komponenten**

Grenzwerten unterliegende Komponenten	Block 1 und 2 [MBq/Jahr]	Block 3 und 4 [MBq/Jahr]	Gesamt [ MBq/Jahr] %	
$^{89}\text{Sr} + ^{90}\text{Sr}$	0,070	0,027	0,097	0,25
Radioaktive Jodisotopen, Äquivalente zu $^{131}\text{I}$	37,6	48,2	85,8	<0,1
Radioaktive Aerosole*	198	28,2	227	<0,1
Radioaktive Edelgase*	$3,3 \cdot 10^7$	$2,3 \cdot 10^7$	$5,6 \cdot 10^7$	0,43

\* Gesamt-Betaaktivität, bei Aerosolmessungen  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ , bei Edelgasen  $^{133}\text{Xe}$ , kalibriert mit geeichter Quelle

### 2.2.3. Verbundene Tätigkeiten und Einrichtungen

#### 2.2.3.1. Wasserversorgung

Das Wasserhaushaltssystem des AKW Paks ist nach Wasserquelle und Funktion in zwei Hauptgruppen einzuteilen. Seitens der Wasserquelle sichert die Donau bzw. Brunnen die Wasserversorgung, der Verbrauch ist von industrieller Tätigkeit und kommunaler Verwendung bestimmt.

#### a.) Trinkwasserversorgung

Versieht ausschließlich kommunale Zwecke, die Versorgung der Sozialeinrichtungen des Gebäudes. Der jährliche Verbrauch macht ca. 260.000 m<sup>3</sup> aus, die zugelassenen Verbrauchsmenge beträgt 350.000 m<sup>3</sup>/Jahr.

Die Versorgung des Atomkraftwerks mit Trinkwasser besorgt das Wasserwerk Csámpa. Zur Gewinnung des Wassers wurden im Bereich Csámpa I und Csámpa II sieben, weiters weitere zwei, insgesamt also neun Tiefbrunnen gebohrt. Von denen sind zur Zeit sechs auch in Betrieb, zwei sind verstopft und einer fungiert als Beobachtungsbrunnen. Ihre Tiefe beträgt 76 bis 154 Meter, ihre Wasserabgabe macht zwischen 200 und 1.200 l/Minute aus.

Das Wasser ist Schichtwasser. Dem Wasser wird Eisen und Mangan entzogen und chloriert.

#### b.) Nutzwasser

Im AKW kam es zu einer einheitlichen Ausgestaltung des Industrie- und des Löschwassersystems.

#### Versorgung mit Löschwasser

Die geplante maßgebliche Wassermenge für Löschwasser beträgt 11,4 m<sup>3</sup>/Minute, das sich wie folgt zusammensetzt:

- Wasserbedarf für Betriebshauptgebäude 10,2 m<sup>3</sup>/Minute
- Löschschaumbildung des größten Kabeltunnels im Hof 0,4 m<sup>3</sup>/Minute
- Wasserbedarf der Löschschaumbildung für Ölfeuer im Turbinenhaus 0,8 m<sup>3</sup>/Minute

Erste Wasserquelle des Löschwassersystems ist das Brunnenystem am Donauufer. Die Brunnenreihe befindet sich an der Nordseite des Kaltwasserkanals, wurde 1986 bis 1988 errichtet und besteht aus neun großen bzw. mittelgroßen ca. dreißig Meter tiefen Brunnen. Die Brunnen liefern bei einem Anfangsdruck von acht bar 12 m<sup>3</sup>/Minute.

Die zweite Quelle des Löschwassersystems ist das automatisch sich zuschaltende Pumpenhaus im technologischen Pumpenhaus Nummer 2. Die Wasserbasis dieses Pumpenhauses ist das Kühlwassersystem der Kondensatoren von Block 1 und 2 d. h. der das Gebrauchtwasser abtransportierende Warmwasserkanal.

Die Pumpenanlage mit Dieselbetrieb schließt sich – sollten die Pumpen am Ufer und das Pumpenhaus ausfallen – an den Warmwasserzweig des Notkühlsystems an. Seine Wasserbasis ist das Kühlwassersystem der Kondensatoren von Block 3 und 4 d. h. der das Gebrauchtwasser abtransportierende Warmwasserkanal mit Eisenbetonauskleidung.

Das Pumpenhaus im Kesselhaus dient als Reserve. Seine Wasserbasis ist das neben Gebäude 177/A befindliche 600 m<sup>3</sup> Wasserreservoir, seine Auffüllung erfolgt durch das Löschwassersystem. Für das Auffüllen der Feuerwehrtanks stehen sechs Stück Ventile zur Verfügung.

Aufgabe der Löschwasserpumpenanlage mit zwölf bar Überdruck ist der Feuerschutz der Turbinenhalle – sichert die Löschung mit Wasser und die Versorgung der Schaumkanonen mit Wasser. Seine Wasserbasis ist der Warmwasserkanal von Block 3.

### c.) Technologische Wasserversorgung

Für die Vorbereitung des Kühl- und Zusatzwasser wird aus dem Kondensatorkühlwassersystem über das System des technologischen Kühlwassers technologisches Wasser entnommen. Das Kühlwasser gerät nach der Aufbereitung, Feinfiltration und Druckanstieg im Wassereinlassbereich zu den Verbrauchern. Die Herstellung des Zusatzwassers sichert das Wasservorbereitungssystem.

Die Ausleitung des Donauwassers bzw. die Rückführung in die Donau werden von folgenden Einrichtungen gesichert:

- Kaltwasserkanal,
- Slop-System des Wassereinlasswerks,
- Warmwasserkanal,
- Einrichtungen gegen Überlauf,
- Warmwasserkanal und Wehre am Ende.

Der Kaltwasserkanal ist ein die Donau mit dem Wassereinlasswerk verbindender offener, zum Teil gedeckter Erdkanal. Seine Aufgabe ist es – unabhängig vom Wasserstand der Donau – den Kühlwasserbedarf des AKW zu befriedigen, die Sicherung des Schiffverkehrs in dem im Kaltwasserkanal errichteten Hafen.

An beiden Seite befinden sich Dämme für den Hochwasserschutz. Im Kaltwasserkanal:

- Einrichtungen zum Auffangen schwimmender Gegenstände,
- Rückkoppelungssystem zur Vermeidung von Havarien,
- Hafen,
- Warmwasserrückmischanlage.

Die aufgewärmten Kühlwässer (Kondensator-, Sicherheits- und technologische Wässer) und auch die Niederschlagswässer werden in den geschlossenen Warmwasserkanal aus Eisenbeton geleitet. Der Warmwasserkanal führt das Wasser zu den Überlaufschutzeinrichtungen. Seitens des Kondensatorkühlwassers wurde für jeden Block ein eigener Warmwasserkanal errichtet.

Ab dem Überlaufschutz erfolgt die Zuleitung in die Donau in einem abgedeckten, zwanzig Meter Breiten, mit Böschungen im Verhältnis 1:2 offenen Kanal. Beim Einlass in die Donau sind Bremseinrichtungen installiert worden.

Die Bauten des Wassereinlasses und die Maschinen sichern gemeinsam eine reibungslose Erfüllung der ihnen zugeordneten Aufgabe. Der Wassereinlassbau der I. Phase liefert das Kühlwasser nur für Block 1 und 2, jener der II. Phase nur für Block 3 und 4.

Aufgabe des technologischen Kühlsystems ist es:

- Die Normalverbrauchern des Kraftwerkes Kühlwasser beizustellen, dessen Parameter besser als jene des Kondensatorkühlwassers sind;
- Die Versorgung des Wasserbedarfs der Wasseraufbereitungsanlage für entsalztes Wasser mit "rohem" Donauwasser zu sichern.

Der Wasserumsatz des technologischen Kühlwassersystems: 7.200 m<sup>3</sup>/h.

Das Rohwasser gerät aus der Donau über das Rohwassersystem in den in Block 1 untergebrachten Betrieb, das den Bedarf an entsalztem Wasser deckt. Der Betrieb erhält das Rohwasser über 2 x DN200 Rohre auf 25±5 °C aufgewärmt. Die Rohwasserpumpen pumpen das Wasser aus dem Rohwasserbehälter und leiten es in den kalkhältige Vorenthärterreaktor weiter.

Die kalkhältige Vorenthärtung findet im Klärreaktor statt. Die Vorenthärtung erfolgt mit Kalkmilch. Der Reaktor kann maximal 360 m<sup>3</sup>/h enthärten. Der gesäuberte, geklärte, vorenthärtete Wasser wird über Sammeltröge mithilfe der Erdanziehung auf die Filter geleitet.

Für die weitere Aufbereitung des Wassers, für die Vorentsalzung stehen vier Stück Entsalzungsblöcke zur Verfügung, jeder einzelne mit einer Leistung von 120 m<sup>3</sup>/h. Ein Entsalzungsblock besteht aus drei Ionentauschbehältern, in der Reihenfolge der Bearbeitung, Bindung organischer Stoffe, Kationentauscher, Anionentauscher, während sich die Feinentzugsanlage auf den Gemischbettfiltern befindet.

Getrennte Leitungen versehen in der Folgedie je drei Stück 1.000 m<sup>3</sup> Behälter von Block 1 und 2 sowie Block 3 und 4 mit entsalztem Wasser sowie die 4 x 500<sup>3</sup> großen Behälter für entsalztes Wasser.

#### 2.2.3.2. Wasserausleitung

##### a) Abwässer

Das AKW verfügt über getrennte Ausleitungen für kommunale und industrielle Abwässer.

#### **Kommunale Abwässer**

Das kommunale Abwässersystem sammelt ausschließlich die aus der Verwendung der sozialen Einrichtungen stammenden Abwässer. Die aus den Gebäuden gesammelten Abwässer werden in abschüssig verlaufenden Rohren in einen Hauptsammelkanal gesammelt, von Hier werden sie mit Pumpen und Druckrohrer in die betriebseigene Kläranlage befördert.

Die Kläranlage wurde östlich der Kraftwerkblöcke errichtet. Die totaloxidierende aus zwei Baureihen bestehende Kläranlage der Marke TABTA empfängt die kommunalen Schmutzwässer des Kraftwerkes, die Abwässer des Gesundheits- und Labortrakts und von Zeit die über der TM-Bilanz liegenden Wässer. Die Belastung der Anlage liegt bei 240-280.000 m<sup>3</sup> pro Jahr. Das heißt, dass die gegenwärtige Kapazität von 1.870 m<sup>3</sup>/Tag zur Zeit nicht ausgenutzt ist, die Menge des rohen Schmutzwassers beträgt zur Zeit 700 bis 1.100 m<sup>3</sup>/Tag. Der Überschuss kommt nach einer Schlammverdickung auf ein Sickerbett (im Detail siehe 5.4.6.2.1.)

Der kommunale Abwasserschlamm wurde als gefährlicher Müll klassifiziert. Der getrocknete Schlamm (zirka fünfzigprozentiger Trockenstoffanteil) wird zur Kontrolle der Radioaktivität wie von den Strahlenschutzbehörden im Rahmen der sog. Entlastungsvorschriften vorgeschrieben, die die Behandlung des Mülls als nichtaktiven Abfall gestattet haben, auf einer Deponie für Gefahrenstoffe gelagert.

#### **Industrieabwässer**

Das Industrieabwässersystem sammelt die nichtkommunalen, aus der Technologie rührenden Abfall- und Ölwässer. Hierher kommen auch die beim Wassereinflauf aufgefangenen, bei den Filteranlagen angesammelten Abfälle (ca. 1.800 m<sup>3</sup>/h). sowie die Abwässer der Wasseraufbereitungsanlage (der Vorenthärereinrichtung. Kalkreaktor, Kalkmilchvermischanlage, Schotterfilter, Entsalzungsanlagen, Ionentauscher zur Bindung organischer Stoffe, Kationen- und Anionentauscher, Vorbereitungsanlage für Chemikalien, Behälterüberlauf, Chemieentsorger, sowie die Abwässer nach Behandlung der Kondensats und andere Abwässer).

Die geschätzte Menge beträgt fünfhundert bis 700 m<sup>3</sup>/Tag. Diese Abwässer kommen in den Schlammbehälter. Das geklärte Wasser fließt mithilfe der Erdanziehung in den Warmwasserkanal ab.

Technologische Ölverschmutzungen entstehen bei der Autowaschanlage der Feuerwehrekaserne, bei Dieselmaschinenhaus, beim Hochdruckkompressorhaus, bei der Turbineölzentrifuge und bei der Ölabsaugstation an der Bahn, ihre Menge beträgt 235-290 m<sup>3</sup>/Jahr, die maximale Intensität beträgt 65 l/s.

Im Zuge ihrer Reinigung werden die verölten Wässer am Ort des Entstehens mittels Ölfangvorrichtungen, die eine Reinigung zum Teil sichern, in die 10.000 m<sup>3</sup> großen Ölschmutzwasserbehälter gebracht. Gemäß den ursprünglichen Plänen war der Ölschmutzwasserbehälter – bei ausreichender Wassermenge – zum Absaugen von

Öl geeignet. Die Menge der Schmutzwässer, die nun in den Behälter kommt, macht dies aber nicht möglich. Der Behälter fungiert zur Zeit als Schmutzwasserreservoir und Lagerstätte für Schmutzwasserschlamm.

Der wasserrechtliche Antrag zur Auslösung des Ölbeckens mit einer modernen Ölreinigungsanlage der Marke SEPURATOR III, mit einem Reinigungsgrad der es erlaubt, sie in lebendige Gewässer zu stellen bzw. der Antrag zur Auflösung des Beckens wurde 2004 eingereicht.

Der Entstehungsort der Abwässer aus dem Sekundärkreis ist das Maschinenhaus. Das Kondensat sind Abwässer und Aufwaschwasser, die im Unterfass im Keller gesammelt werden, Abwässer die eventuell aus dem Kühlwassersystem stammen, die Spülwässer der Magnetfilter werden über den Warmwasserkanal emittiert. Die Abwässer des Kondensreinigers kommen nach einer Kontrolle in die Behälter des Primärkreises oder in die kalkhaltigen Gumpenwasserbehälter. Die Abwässer der Portionieren für die Ersatzchemikalien und die Abwässer aus der Reinigung der Behälter geraten aus den Sammelbehältern in den Pumpenschacht der Abwässer der Wasseraufbereitungsanlage, dann in den kalkhaltigen Gumpenwasserbehälter.

Die temporären Waschwässer entstehen bei der regelmäßigen Wartung und chemischen Reinigung der Systeme des Primär- und Sekundärkreises. Sie kommen in den Abwässerbehälter für Chemikalien, danach in den Warmwasserkanal.

#### b.) Ausleitung von Niederschlagswasser

Das System der Ausleitung von Niederschlagswasser besteht aus Einspeisungsleitungen, Hauptleitungen und Rezipienten. Seine Aufgabe ist es die abgedeckten und grünen Oberflächen zu entwässern sowie die Dachwässer von Gebäuden, das Regenwasser von Platzabdeckungen, Straßen und Grünflächen abzuleiten.

Das Kanalsystem besteht auch aus Gravitationsrohren, aber hat auch wie das Abwässersystem Pumpen, sein Gefälle macht drei bis fünf Promille aus – entlang des Verlaufs wurde alle dreißig bis sechzig Meter runde Klärschächte eingebaut. Das von den Abflüssen von den Gebäudedächern sowie den Kanalgittern der Straßen gesammelte Wasser wird in kleinere Kanalzweige, dann in den Hauptsammler geleitet. Im Bereich des AKW Paks sind fünf solcher Hauptsammler zu finden.

Die Rezipienten der Niederschlagswassersammler wurden außerhalb des Betriebsgeländes aufgebaut: Das sind der nördliche Ringkanal – der parallel zu der mit FH bezeichneten Straße verläuft. Letzter Rezipient ist aber der Kaltwasserkanal. Südlicher Ringkanal – er verläuft im südlichen und westlichen Bereich des Standortes. Ein Teil davon ist ein 0,6 bis einen Meter breiter Graben, Böschungsgefälle 1:1 bis 1:3. Weiterer Abschnitt zu. Rezipient ist der Warmwasserkanal.

#### 2.2.3.3. Gefahrenstoffe und ihre Lagerung

Die Liste der Industrieinrichtungen, die am Standort des AKW Paks eine potenzielle Gefahr bedeuten könnten, wird auf Tabelle 2.17. angeführt. Die in entsprechender Entfernung zum Kraftwerk gelagerten Stoffe sind anbetrecht der Distanz potenziell keine Gefahr.

Tabelle 2.17: Am Standort AKW Paks gelagerte Gefahrenstoffe und ihre Lagerstätten

Quelle	Inhalt	Menge	Distanz vom Block
Stickstoffbetrieb	Stickstoff in Gasform	60 m <sup>3</sup> (9 bar),	300 m
	Flüssigstickstoff	60 m <sup>3</sup> (140 bar)	
		16 m <sup>3</sup> (2,5 bar),	
		50 m <sup>3</sup> (9 bar)	
Wasserstoffbetrieb	Wasserstoff in Gasform	300 m <sup>3</sup> (9 bar)	300 m
Abbau von Chemikalien	Salzsäure	Entdampfung nur bei Abbau	>250 m
	Salpetersäure	Entdampfung nur bei Abbau	

Wasseraufbereitungsanlage	Salpetersäure Salzsäure Natriumhydroxid Schwefelsäure	32 m <sup>3</sup> (60%) 400 m <sup>3</sup> (32%) 300 m <sup>3</sup> (40%) 1 m <sup>3</sup> (96%)	>200 m
Gasflaschenlager	Gasförmiger Wasserstoff Gasförmiges Azethylen Gasbutan	14.400 kg (50 kg-Flaschen) 3.600 kg (50 kg-Flaschen) 500 kg (50 kg-Flaschen)	250 m

Im **Stickstoffbetrieb** werden Stickstoff in Gasform unter einem Druck von 14 MPa und flüssiger Stickstoff mit einer Temperatur von  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$  gelagert. Die Behälter des **Wasserstoffbetriebes** lagern zwanzig Kubikmeter Gas unter einem Druck von 0,9 MPa.

Die **Chemikalienzapfstation** der Ersatzwasseraufbereitungsanlage des Sekundärkreises ist – gemeinsam mit der Wasseraufbereitungsanlage – eine der am frühesten eröffneten Einrichtungen des Kraftwerkes, die seit 1979 laufend in Betrieb ist. In dieser Zapfstation geschieht die Gewinnung der flüssigen Chemikalien aus den Behälterwaggons der Bahn und deren Abfüllung in die eigenen Behälter. In den neunzehn Jahren seit der Inbetriebnahme der Station wurden hier fast 30.000 Tonnen aggressiver Chemikalien mit der Hilfe dieses Systems abgeladen.

Auf der **Zapfstation** und in der **Wasseraufbereitungsanlage** werden in großen Behältern konzentrierte Säuren aufbewahrt. Die Behälter sind in Tropfschalen integriert bzw. befinden sich in den Räumlichkeiten Sammelkanäle. Die ausfließenden Stoffe können von hier in die kalkhaltigen Gumpenwasserbehälter gelangen. Hier werden die Säuren neutralisiert, allein ein großer Austritt an Laugen kann Probleme verursachen. Für diesen Fall wurde ein eigener Notfallplan ausgearbeitet. Die aus den Ausflüssen entstehenden Gase werden sehr rasch verdünnt und sind mengenmäßig vernachlässigenswert.

Im **Gasflaschenlager** werden fünfzig Kilogramm Wasserstoff-, Azethylen- und Propangasflaschen aufbewahrt. Für die laufenden Arbeiten im AKW werden in großen Mengen unterschiedliche chemische Produkte benutzt (Industriegase als Teil der Technologie, Chemikalien zur Wasserklärung und Entseuchung, Fette und Öle für die maschinellen Bereiche, Diesel für die Notstromaggregate usw.). Von den aufgezählten Stoffen sind hier lediglich die Gefahrenstoffe von Bedeutung und auch nur die, die über einen technologischen Bezug verfügen. Eine Aufstellung der im Zeitraum 2000 bis 2002 auf der Betriebsstätte zur Verwendung gelangten Gefahrenstoffe und die gelagerte Menge bietet Tabelle 2.18.

**Tabelle 2.18. Menge der verwendeten und am Betriebsgelände gelagerten Gefahrenstoffe 2000-2002**

Material	Liefereinheit	Jährlich verbrauchte Menge			Am Gelände gelagerte Menge, auf Lager 21.10.2002	Jährliche Lieferhäufigkeit und Gesamtmenge
		2000	2001	2002		
<b>Azethylen</b>	Flasche 2 kg 3,6 kg 10 kg	10 kg 50,4 kg 400 kg	0 kg 105,2 kg 372 kg	6 kg 129,6 kg 130 kg	8 kg 21,6 kg 140 kg	Keine in de letzten beiden Jahren 11x 129,6 kg 2x 140 kg
<b>Alkohol</b>	Fass 200 l	610 l	942 l	707 l	278 l	4x800 l
<b>Benzin</b>	Behälterwaggon 33-er Mischung 95-er	5.035 l 5.248 l	10.988 l 8.955 l	9.789 l 7.187 l	1.892 l 8.014 l	Keine in de letzten 2 Jahren 4x 30.000 l

<b>H<sub>2</sub> 160 bar</b>	Flaschen 6 m <sup>3</sup>	42 m <sup>3</sup>	702 m <sup>3</sup>	606 m <sup>3</sup>	1194 m <sup>3</sup>	4x 600 m <sup>3</sup>
<b>Hydrazin</b>	Spezialcontainer 1.000 l	75.760 l	67.900 l	4.590 l	7.760 kg	7x 67.900 l
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> auf 100% berechnet</b>	Kunststoffballon 25 kg 96% 92%	50 kg 1.200 kg	7 5 kg 5.000 kg	36 kg 980 kg	124 kg 2.065 t	1-2x 100 kg 7x 5000 kg
<b>HCl 33 %</b>	Behälterwagon Tonnen	381 t	435 t	247 t	58,83 t	18x 400 t
<b>NaOH</b>	Behälterwagon Tonnen	208 t	190 t	135 t	74,23 t	7x 200 t
<b>O<sub>2</sub> 200 bar</b>	Flasche 4 m <sup>3</sup> 10 m <sup>3</sup>	112 m <sup>3</sup> 820 m <sup>3</sup>	152 m <sup>3</sup> 730 m <sup>3</sup>	152 m <sup>3</sup> 460 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup> 140 m <sup>3</sup>	10x 152 m <sup>3</sup> 7x 550 m <sup>3</sup>
<b>Diesel</b>	Behälterwagon geringschwefelhaltig Diesel	80036 l 96000 l	88810 l 86525 l	72000 l 52809 l	967299 l 8911 l	3x 75000 l 10x 80000 l
<b>Phosphorsäure 100%</b>	Kunststoffballon 60 l	50 l	50 l	100 l	117 l	1-2x 100 l
<b>Ammonium-hydroxid</b>	Kunststoffballon 60 l	120 l	1000 l	128 l	415 l	2x 500 l
<b>Wasserstoffperoxid</b>	Kunststoffballon 60 l	1482 l	300 l	0 l	300 l	2x (2001) 625 l
<b>Zitronensäure 100 %</b>	Sack 25 kg	3500 kg	5975 kg	1400 kg	1725 kg	7x (2001) 6400 1x (2002) 1500
<b>Oxalsäure 100 %</b>	Sack 25 kg	2255 kg	5925 kg	1265 kg	1935 kg	7x (2001) 5.750kg 1x (2002) 2.000kg
<b>KMnO<sub>4</sub></b>	Zsák 25 kg	400 kg			1050 kg 3x (	3x (2001) 2.000kg 1x (2002) 800kg
<b>Flüssigstickstoff</b>	Behälterwagon 25 m <sup>3</sup> , -196 °C (14 000 m <sup>3</sup> )	56.2770 m <sup>3</sup>	62.7030 m <sup>3</sup>	54.4390m <sup>3</sup>	27.500 m <sup>3</sup> auf Gas umgelegt 0,686 m <sup>3</sup>	52x 650.000 m <sup>3</sup>
<b>Speisesalz</b>	Sack 50 kg	72.000 kg	61.000 kg	35.000 kg	13.750 kg	3x (2001) 75.000 1x (2002) 25.000 kg
<b>Salpetersäure</b>	Behälterwagon Kg	9.000 kg	13.000 kg	14.402 kg	28.343 kg	2x 25.000 kg
<b>Borsäure</b>	Sack 25 kg	35.900 kg	33.000 kg	32.356 kg	4.950 kg	2x 30.000 kg
<b>Eisensulfat</b>	Gehäuft oder Sack kg	22.120 kg	30.320 kg	15.520 kg	3.000 kg	6x 25.000 kg
<b>Kalkhydrat</b>	Behälterwagon Tonnen	201,63 t	284,5 t	178 t	75,95 t	18x 250 t

#### 2.2.3.4. Andere verbundene Tätigkeiten, technologische Systeme

Im Kraftwerk befinden sich zahlreiche technologische System, die aufgrund ihrer Sicherheitsklassifikation die nukleare Sicherheit nicht beeinflussen bzw. keinerlei unmittelbare Verbindung zur Produktion haben. Diese Systeme sind für den allgemeinen Betrieb von Bedeutung. Aufgaben der aufgezählten Systeme ist es, die Gefahrenstoffe bzw. die traditionellen Materialien zu entsorgen, zu liefern und zu lagern – womit im Falle von Schäden durchaus die Gefahr der Umweltverschmutzung besteht. Diese sind die folgenden:

- System zum sammeln, pumpen und ableiten von Industrieabwässer,
- Trübwasserbereich (Kalkschlamm, chemisch verseuchtes, veröltes Wasser),
- Zapfstelle für chemische Stoffe und spezielle Vorbereitung,
- Übergabe- und Portionierungsstelle für Chemikalien,
- Auswurfleitungen für chemisch verseuchte Abwässer,
- Turbinenölsystem,
- Ölzapfstelle und Notentleerungssystem,
- Ölsystem des Maschinenhauses und der Pumpen,
- Schmierölsystem, Altölsystem und Dieselsystem für Notstromdieselgenerator,
- kommunales Abwässernetz,
- Leitungen für veröltes Wasser,
- Tankstelle bei Chemielager.

#### 2.2.4. Infrastrukturelle Verbindungen des Standortes

**Versorgung mit Fernwärme:** Die Stadt Paks (genauer gesagt der mit dem Aufbau des Kraftwerkes verbundene Stadtteil im Südwesten, die sog. "Wohnsiedlung") wird zur Zeit mit einem von Kraftwerk ausgehenden Fernwärmesystem mit Fernwärme und Warmwasser von 130/70°C versorgt.

**Verbindungen zum Elektonetz:** Die im Kraftwerk produzierte elektrische Energie wird über das 400 kV- und das 120 kV-Netz eingespeist.

**Straßen-, Eisenbahn- und Schiffsverbindungen:** Die Erreichbarkeit des Kraftwerkes ist per Bahn, Straße oder über die Donau als einer internationalen Wasserstraße gleichermaßen gut. Die Eisenbahn ist eine Nebenstrecke der Linie Budapest-Dunaújváros-Dunaföldvár-Paks, mit Endstation in Paks. Von der Nebenstrecke führen Industriegleise zum Kraftwerk.

Die Landesstraße Nummer 6 ist zweispurig ausgebaut, aus verkehrstechnischer Sicht gesehen überlastet, eine unfallträchtige Straße. Aus Budapest zum Kraftwerk kommend gibt es nach Paks zwei Abzweigungen zum Kraftwerk (Eingang Süd und Eingang Nord).

Die Donau ist ein nationaler und internationaler Verkehrsweg. Neben den ungarischen und den Export-Importlieferungen ist auch der Transitverkehr von Bedeutung. Im Vergleich zu dieser Verkehrsdichte ist der vom Kraftwerk produzierte bedeutungslos. Im Raum Paks ist die Donau leicht schiffbar, fließt langsam. Der Schiffs- weg ist gut gekennzeichnet. Am Kaltwasserkanal ist eine Hafen zu finden, dessen Aufgabe es ist die auf Schiffen oder Flößen ins Kraftwerk gebrachten Einrichtungen zu empfangen.

**Luftverkehr:** Die drei Kilometer große Zone ist bis in eine Höhe von 2.400 Meter für den Luftverkehr gesperrt, Flugzeuge dürfen sich in diesem Bereich nicht aufhalten.

Im Umkreis von fünfzig Kilometer um den Standort befindet sich kein öffentlicher Verkehrsflughafen. Der Flughafen Budapest-Ferihegy als internationaler und größter Flughafen des Landes befindet sich zirka einhundert Kilometer vom Standort entfernt. Nicht öffentliche Flughäfen finden sich in Dunaújváros, Kalocsa und Ócsény (von denen allerdings der Flughafen Kalocsa zur Zeit nicht in Betrieb ist).

**Wasserversorgung und Kanalisation:** Der Wasserverbrauch der Einrichtung ist aufgrund der Funktion in zwei Gruppen einzuteilen:

- Wasser für den Zweck der Kühlung, das restlos zur Spenderin, in die Donau zurückgestellt wird,
- das zum Ausgleich für technologische Wasserverluste dienende Wasser, Löschwasser sowie Trinkwasser und Nutzwasser.

Die Quellen der Wassersysteme sind im Falle des Trinkwassers die Brunnen von Csámpa, im Falle der Industriegewässer und des Löschwassers die Uferpump- und -filteranlagen der Donau mit den Reserven des Warmwasserkanals. Die Wasserquelle aller weiteren Wassersysteme ist die Donau.

Empfangs- und Reinigungsstelle der kommunalen Abwässer des Kraftwerks, der Abwässer des Gesundheits- und Labortrakts sowie der manchmal in Erscheinung tretenden überschüssigen Wasser ist die zum Kraftwerk

gehörende auf Totaloxidations- und Lebendschlammbasis arbeitende Kläranlage mit einer Kapazität von 1.870 m<sup>2</sup>/Tag.

## 2. 3. Emissions- und Umweltkontrollsysteme

Die Umweltkontrolltätigkeit des Kraftwerkes erstreckt sich sowohl auf die radiologischen als auch die traditionellen Emissionen.

### 2.3.1. Kontrollsystem der radioaktiven Emissionen

Aufgabe des Umweltdatensammlersystems (Környezeti Adatgyűjtő Rendszer – KAR), das die Strahlenschutz-, Emissions- und Umweltschutzkontrolle des Kraftwerks versieht, ist es, in jedwedem Betriebszustand des Kraftwerkes (normal, Störfall, Unfall) die entsprechenden Mengen zuverlässiger Daten bereitzustellen, um die Umweltauswirkungen beurteilen zu können und im gegebenen Fall auch die entsprechenden Maßnahmen einleiten zu können.

Im Normalbetriebsfall muss die Emissionskontrollzentrale eindeutig die einigen Prozentpunkte bezüglich der Grenzwerte der Emissionen, die von den Behörden vorgegeben sind, messen. Im Falle einer Störung ist die genauest mögliche Registrierung der tatsächlichen Emission das Ziel. Im Falle eines Unfalles wiederum muss die Zentrale die entsprechenden und verlässlichen Daten bereitstellen können, um bereits in der frühen Phase der Havarie Maßnahmen treffen zu können. Im letzteren Fall muss angenommen werden, dass die Emission nicht oder nicht zur Gänze messbar sein können. In dessen Folge ist die Fernmessung eine mögliche Quelle bzw. die Schätzung aufgrund der meteorologischen Daten. Die Bevölkerungsdosen können dann zum Teil auf die geschätzten Quelltypen, zum Teil über direkte Messungen angegeben werden.

Die Kontrolle der Emission radioaktiver Stoffe aus dem Kraftwerk bzw. die strahlungstechnische Kontrolle beruht einerseits auf dem telemetrischen (Fernmess-) System, andererseits auf den Untersuchungen der Probeentnahmen im Labor. Ort und Stelle der Stationen, die die Proben entnehmen bzw. die Fernmessungen ausführen, sind der Abbildung 2.8. zu entnehmen, die Mess- und Probeentnahmestellen des HAKSER-Systems (Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer – Behördliches Kontrollsystem für Umwelt- und Strahlenschutz) zeigt Abbildung 2.9.

Im Umkreis von dreißig Kilometer um das Kraftwerk Paks werden an fünfundzwanzig Station die Umweltproben gesammelt und jährlich insgesamt mehr als fünftausend Messungen ausgeführt. Die wichtigsten Felder dieser Kontrollen sind:

- Messung der atmosphärischen und flüssigen Emissionen in den Schornsteinen bzw. im die Wässer sammelnden Behälterpark sowie in den Abflusskanälen,
- Messung der meteorologischen Daten und der hydrologischen Kennzahlen der Donau,
- Messung der radioaktiven Konzentration der Umgebung in der Luft, dem fall-out, im Grundwasser, auf der natürlichen Oberflächendecke (Gras),
- Aktivitätsmessung der Oberflächengewässer (Donau und Fischeiche) und der Probeentnahmen aus den Kanälen zur Sammlung von Regenwasser (Wasser, Schlamm, Fisch usw.),
- Messung der Aktivitätskonzentration in einigen Lebensmittelproben (Milch),
- Messung der Gamma-Strahlungsdosis und -dosisleistung in der Umgebung.

Aufgabe und wichtigste Parameter der einzelnen Elemente des Messsystems im Zustand 2002 sind:

#### Fernmesssysteme

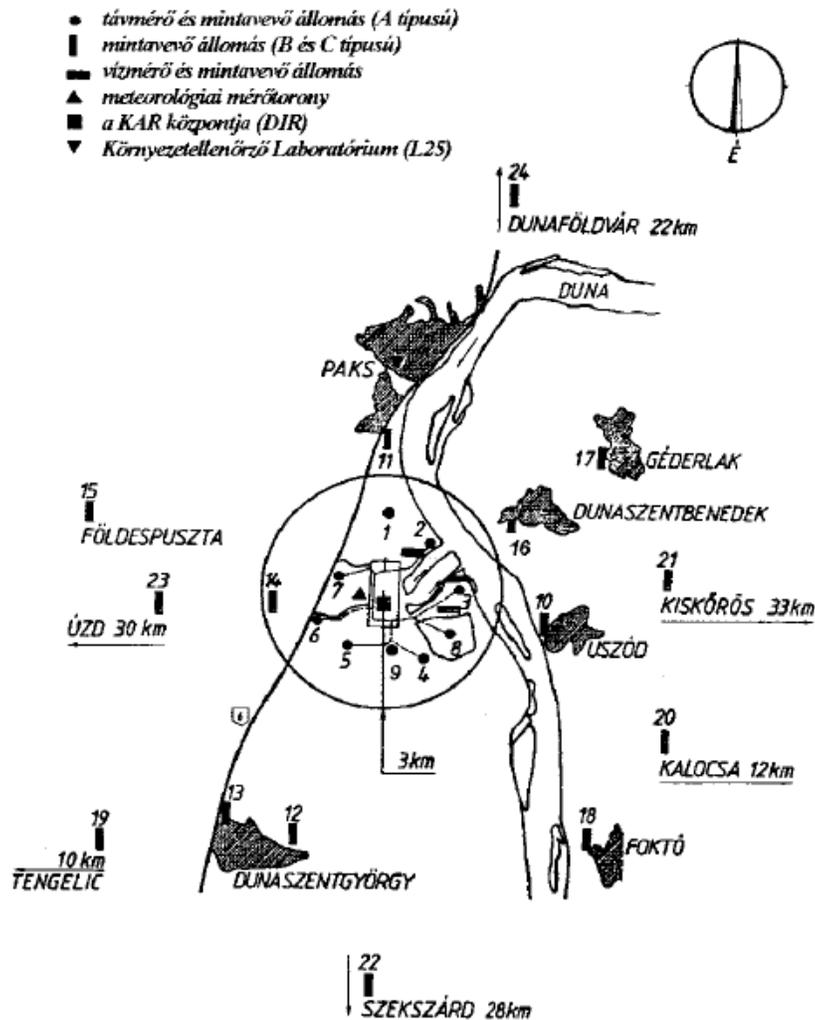
**KALINA**-Messsystem: misst die Gesamtbetawerte der radioaktiven Aerosole, die Gesamt-Gamma des Jods und die Gesamtbeta-Aktivität der Edelgase, die über die Schornsteine emittiert werden,

**NEKISE**-Messsystem misst die Aktivitätskonzentration der Edelgase pro Schornstein,

**<sup>131</sup>I-Fernmessung**: misst die <sup>131</sup>I-Aktivität in der emittierten Luft mithilfe von Szintillationsdetektoren.

Abbildung 2.8. Stellen der Probeentnahme- und Messstationen im Umkreis des AKW Paks

- § Fernmess- und Probeentnahmestation (A),
- § Probeentnahmestation (B und C)
- § Wassermess- und -probeentnahmestation
- § meteorologische Station
- § KAR-Zentrale
- § Umweltlabor

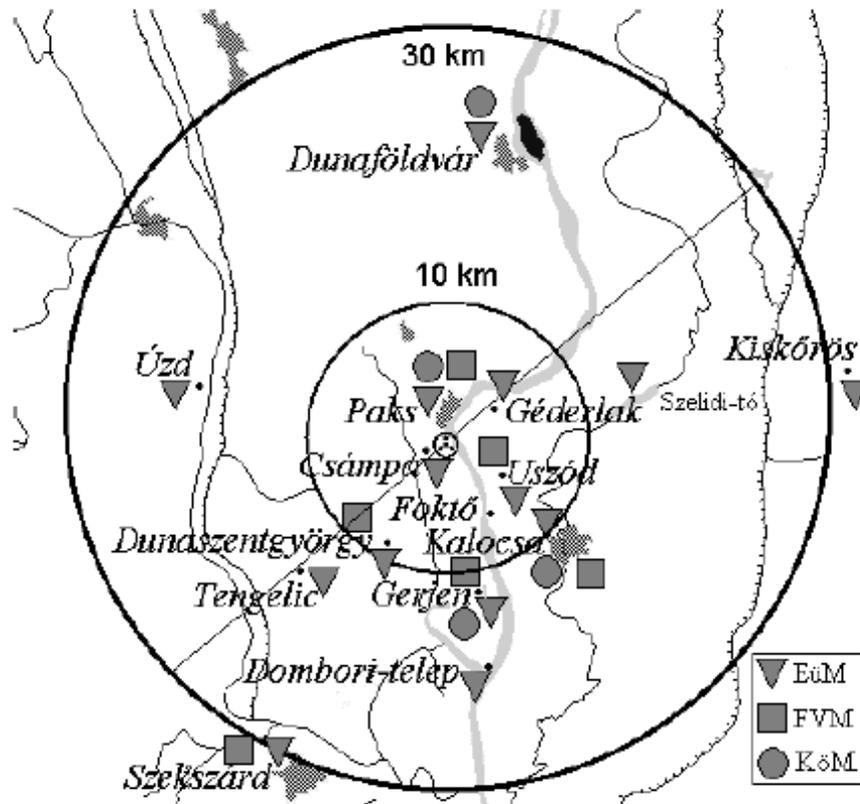


**Dosisleistungsmessdetektoren:** beobachten am Betriebsareal ("Hof") das Gammastrahlenniveau der Umwelt mithilfe von achtzehn Stück BDMG GM-Rohrsonden.

**Stationsnetz des Typus "A":** im Abstands von ein bis 1,5 Kilometer befinden sich neun Stück Stationen des Typus A, an denen die Dosisleistung der Gammastrahlung in der Umgebung mit je einer BITT-Sonde im Bereich 30 nSv/h bis 10 Sv/h gemessen wird, während je ein Jodfernmessdetektor den Zeitintegral der  $^{131}\text{I}$  Aktivitätskonzentration zwischen den Werten 1 bis  $7 \times 10^6$  Bq/m<sup>3</sup> misst. An diesen Stationen erfolgt auch eine Probeentnahme von Aerosolen, Jod, Fall-out und Gras für eine Untersuchung im Labor, weiters wird mit TL-Dosismessgeräten die monatliche Strahlungsdosis gemessen.

**Wassermessstationen:** Das aus der Donau zur Kühlung entnommene Wasser (V1), das erwärmte Kondensator-kühlwasser (V2) sowie die überschüssigen Gewässer und die geklärten Fäkalgewässer (V3) werden von je einer Wassermessstation kontrolliert. An den Stationen messen große Szintillationsdetektoren die Gesamtgamma-Aktivitätskonzentration des durch einen zehn Liter Messbereich durchfließenden Wassers mit einer Ausweisbarkeitsgrenze von 0,6 Bq/l – außerdem erfolgt in den Labors eine laufende Auswertung der Wasserprobenentnahmen.

Abbildung 2.9.: Mess- und Probenentnahmestellen des behördlichen HAKSER-Systems



EüM – Gesundheitsministerium  
 FVM – Landwirtschaftsministerium  
 KöM - Umweltschutzministerium

**Meteorologischer Messturm:** nach der 1996 abgeschlossenen Rekonstruktion bieten nun von den verschiedenen Ebenen (2,20, 50 und 120 Meter) des 120 Meter hohen meteorologischen Messturm neben dem Kraftwerk elf hochzuverlässige Sensoren insgesamt achtzehn gemessene bzw. gebildete Daten zur Berechnung der Ausbreitungsmöglichkeiten an.

**Dosimetrisches Informationssystem (DIR):** die aufgezählten Fernmessstationen arbeiten in einem Zehnminutenmesszyklus. Die Messdaten werden über Kabel an die Computer in der dosimetrischen Leitzentrale weitergeleitet (es handelt sich um jährlich zirka 3,5 Millionen Datensätze). In diesen Computer laufen auch die Messdaten und Statusangaben der technologischen Kreise bzw. der Fernmessdetektoren die den Strahlenzustand der Räumlichkeiten messen, – des SZJEVAL Strahlenschutzkontrollsystems – zusammen. An das DIR sind auch weitere, unterschiedliche datenverarbeitende und -ausgebende Systeme innerhalb und außerhalb des Kraftwerkes angeschlossen (Geschützte Leitzentrale des AKW Paks, Landesdienst für Meteorologie, Hauptdirektion für Katastrophenschutz). Mit der Verwendung der im Archiv des DIR gespeicherten meteorologischen Daten und der Angaben zu den Emissionen sind sowohl Ausbreitungsberechnungen als auch Strahlenbelastungsberechnungen für den Normalfall bzw. für den Unfallfall (NORMDOS bzw. BALDOS) durchführbar.

Die Emissionskontrollsysteme und die zentralen Computereinheiten erhalten eine laufende Energieversorgung vom Kraftwerk, die anderen Fernmessstationen werden über ein Sicherheitssystem mit Energie versorgt. In den

Stationen des Typus A befinden sich zudem örtliche Notstromversorgungssysteme (UPS), die die Energieversorgung der Fernmess- und Datenweitergabestellen sichern.

Im Zusammenhang mit den obigen Fernmessstellen muss noch erwähnt werden, dass diese Systeme seit 1998 laufen rekonstruiert werden (ausgenommen den meteorologischen Messturm). Als Ergebnis der geplanten Rekonstruktion wird das Datensammelsystem

- zuverlässiger,
- breiter,
- mehr Daten bietend,
- eine bessere Abdeckung gewährleistend

sein. Es muss den strengen Vorschriften, die im Zusammenhang mit einem sicheren Betrieb stehen und die festgelegt sind (I&C-Vorschriften, Erdbebensicherheit usw.), entsprechen. Die Übergabefrist des neuen Systems ist – nach mehrmalige Änderungen – nunmehr der 31. Dezember 2004.

### **Laboruntersuchungen**

Die Angaben der Fernmessdetektoren an den Emissionsstellen sowie an verschiedenen Stellen im Umkreis des Kraftwerkes – an den Kontrollstellen und anderen Orten – werde von den Untersuchungen des Labors ergänzt. Diese Untersuchungen – im Gegensatz zu den Fernmessungen – sind sehr sensibel und können für alle Radionuklide angewandt werden. Das Kraftwerk analysiert in einem Jahr fast zehntausend Wasser- und Luftproben und misst die Emission solcher Radionuklide, auf die sich – nach der bisherigen Regelung – keine behördliche Vorschrift oder kein Grenzwert bezieht (z. B.  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ -Emissionen in die Atmosphäre).

Tabelle 2.19. und 2.20 fassen das routinemäßige Untersuchungsprogramm auf Basis der Probenentnahmen zusammen, dessen grundlegendes Merkmal neben der laufenden Kontrolle des Normalbetriebes, die sensible Untersuchung der an festgelegten Stellen mit festgesetzter Häufigkeit auf vorschriftsmäßige Weise entnommenen Proben ist. Die Sensibilität der in den Labors angewandten Untersuchungsmethoden (Ausweisbarkeitsgrenze) entspricht den Anforderungen der Vorschriften der Verordnung 15/2001 vom 6. VI. des Umweltministeriums.

Die innerbetrieblichen Emissions- und Umweltkontrollen des Kraftwerkes werden von der Oberaufsicht für Umweltschutz im unteren Donautal kontrolliert. Das Kraftwerk fertigt alljährlich einen Bericht an, der – unter anderem – die Ergebnisse der Emissions- und Umweltkontrolle im Detail angibt. Dieser geht außer an die zuständige Behörde auch an zahlreiche andere Einrichtungen und Fachleute [6].

Das Kontrollsystem der KKÁT-Deponie ist – da sich die Lagerstätte unmittelbar neben der Betriebsstätte befindet – in das System des AKW integriert. Die atmosphärischen Emissionen der Lagerstätte werden durch das in den Schornstein des Belüftungssystems eingebautes isokinetisches Probeentnahmesystem und durch eine laufende Aerosolmessung gesichert. Der überwiegende Teil der Labormessungen wird vom eigenen Strahlungsmesslabor der Deponie ausgeführt.

Die Ergebnisse der radiologischen Messungen im Detail führt Kapitel 5.3. aus. Diesem vorausgreifend kann festgestellt werden, dass sowohl die atmosphärischen als auch die flüssigen Emissionen im bisherige Normalbetrieb des Kraftwerkes unter Einhaltung der behördlichen Grenzwerte auf einem sehr geringen Niveau geblieben sind. Die Untersuchung der Daten auch in einem internationalen Vergleich zeigt, dass die Emissionen im allgemeinen den Durchschnitt der Emissionen erreichen, die bei vergleichbaren Kraftwerken auf eine Einheit produzierter Energie umgelegt auftreten.

Tabelle 2.19.: Strahlungsschutzkontrolle von Probenentnahmen radioaktiver Emissionen im AKW Paks

Untersuchungsrichtung	Häufigkeit	Probenzahl	Probenaufarbeitung	Größe	Messmethode	Zeit [s]	Ausweisbarkeitsgrenze
<b>Flüssige Emissionen</b>							[Bq/dm <sup>3</sup> ]
Gesamtbeta	täglich	1 400	Ø = 50 mm Tasse	Gesamtbeta	3 000	3,0	
Isotopenzusammensetzung	wöchentlich	156	Einsiedung	100 cm <sup>3</sup> Fläschchen	Gammaspektrometrie	50 000	0,5
Tritium	wöchentlich	156	Destillation	20 cm <sup>3</sup> Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	2 000	10,0
Radiostrontium	vierteljährlich	12	Chemolyse	20 cm <sup>3</sup> Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	36 000	0,01
Radiokarbon	vierteljährlich	24	Chemolyse	20 cm <sup>3</sup> Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	25 000	0,05
Alfastrahler	vierteljährlich	24	Verdampfung	Ø = 150 mm Tasse	Alfa-Berechnung	20000	0,01
Alfastrahler	vierteljährlich	16	Elektrolyse	Ø = 50 mm Tasse	Alfapektrometrie	50 000	0,0001
Röntgenstrahler	vierteljährlich	16	Chemische Vorbereitung	Ø = 50 mm Tasse	Röntgenspektrometrie	40 000	0,5
<b>Atmosphärische Emissionen</b>							[Bq/m <sup>3</sup> ]
Aerosol	täglich	1 460	72 órás pihentetés	Ø = 50 mm Tasse	Gesamtbeta-Berechnung	3 000	0,001
Aerosol	wöchentlich	220	72 órás pihentetés	Ø = 50 mm Tasse	Gesamtbeta-Berechnung	3 000	0,0001
Aerosol	täglich	730	—	Ø = 50 mm Tasse	Gammaspektrometrie	5 000	0,01
Aerosol	wöchentlich	220	—	Ø = 50 mm Tasse	Gammaspektrometrie	50 000	0,001
Radiojod	täglich	730	—	Ø = 50 mm Tasse	Gammaspektrometrie	5 000	0,01
Radiojod	wöchentlich	220	—	Ø = 50 mm Tasse	Gammaspektrometrie	50 000	0,001
Radiostrontium	vierteljährlich	8	Chemolyse	20 cm <sup>3</sup> Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	36 000	0,00001
Edelgas	täglich	626	—	10-Liter-Flasche	Gammaspektrometrie	5 000	500
Tritium (HTO/HT)	zweiwöchentlich	110	Desorption	20 cm <sup>3</sup> Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	1 800	4,5
Radiokarbon (CO <sub>2</sub> /CnHm)	zweiwöchentlich	110	Chemolyse	20 cm <sup>3</sup> Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	1 800	

Tabelle 2.20.: Untersuchungen, die vom AKW Paks im Rahmen der Strahlenschutzkontrolle mit Probeentnahme im Umkreis des AKW zur Anwendung kommen

Probeart	Probeentnahme	Zahl der jährlichen Messungen	Aufarbeitung		Messung		Ausweisbarkeitsgrenze
	Ort, (Tausch) Zeitpunkt		Methode	Mustermaß, Geometrie	Methode	Dauer (s)	
Aerosol (großvolumig)	10 (A1 - A9, B24) Montag	520	Pro Station Auflösung der Proben in Azeton	. 40 x 4 mm	Gammastrahlung	50000	1 µBq/m <sup>3</sup>
I Filter (PACI Filtermaterial)	10 (A1 - A9, B24) monatlich	30-120 <sup>a</sup>	Einschachteln	50 x 50 x 30 mm	Gammastrahlung	20 000	0,01 mBq/m <sup>3</sup>
I Filterpatrone (I-Fernmessung)	9 (A1 - A9) monatlich	<sup>a</sup> -	Einschachteln	Ø. 60 x 25 mm	Gammastrahlung	20000	1 mBq/m <sup>3</sup>
Luft HT, HTO	5 (A1, 4, 6, 8, B24) monatlich	120	Desorption	20 cm <sup>3</sup> Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	60 000	1 mBq/m <sup>3</sup>
Luft CO <sub>2</sub> , C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	5 (A1, 4, 6, 8, B24) monatlich	120	Chemolyse	Prportional-Zählrohr	Beta-Berechnung	50000	0,1 mBq/m <sup>3</sup>
Fall-out	10 (A1 - A9, B24) monatlich	120	Trockenverdampfung	35 x 35 x 5mm	Gammastrahlung	50000	0,1 Bq/(m <sup>2</sup> xMonat)
Boden	10 (A1 - A9, B24) 0-5 und 5-10 cm jährlich	20	Trocknung zu Staub, Radiochemische Homogenisierung ( <sup>90</sup> Sr)	Marinelli (~1-2 kg) Ø. 50 mm Tasse	Gammastrahlung Beta-Berechnung	20 000 10 000	0,5 Bq/kg 0,5 Bq/kg
Gras	10 (A1 - A9, B24) II., IV. Quartal	20	Trocknung zu Staub, Radiochemische Homogenisierung ( <sup>90</sup> Sr)	Marinelli (~0,4 kg) . 50 mm Tasse	Gammastrahlung Beta-Berechnung	80 000 10 000	0,5 Bq/kg 0,5 Bq/kg
Dosis TLD (AL-NOR)	33 (A, B, C, KKÁT) monatlich	400	.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Tablette	TL Auswertung	300	5 µGy/Monat (5 nGy/h)
Messung vor Ort	10 (A1 - A9, B24) jährlich	10 10	.	in situ (Boden)in situ (Oberfläche)	Gammastrahlung Dosisleistung	5 000 5 000	30 Bq/m <sup>2</sup> 5 nGy/h
Messung vor Ort	Betriebsareal (sechs Punkte) jährlich zweimal	12 2	.	in situ (Boden ) Monitoring an Straße	Gammastrahlung Dosisleistung	5 000 5 000	30 Bq/m <sup>2</sup> 10 nGy/h

Milch	1 (LPG, Staatswirtschaft) monatlich	12	Einschachteln	Marinelli (1,5 dm <sup>3</sup> )	Gammastrahlungsspektrometrie	50 000	0,5 Bq/dm <sup>3</sup>
Fisch	1 (aus festgelegten Seen) vierteljährlich	4	Entschuppen, Rohfleisch	Marinelli (~1 kg)	Gammastrahlungsspektrometrie	50000	0,5 Bq/kg
Wasser (Aus- und Einlass)	3 (V1, V2, V3) täglich	1100 36 36 36	Verdunstung(300 cm <sup>3</sup> ) Monatsschnitt (15 dm <sup>3</sup> ) radiochemisch ( <sup>90</sup> Sr) Destillation ( <sup>3</sup> H)	Ø 60 mm Tasse 30 x 30 x 5 mm Ø 50 mm Tasse 20 cm <sup>3</sup> Küvette	Gesamtbetamessung Gammastrahlungsspektrometrie Beta-Berechnung Flüssigszintillationsberechnung	10 000 50 000 50 000 18 000	0,05 Bq/dm <sup>3</sup> 0,005 Bq/dm <sup>3</sup> 0,001 Bq/dm <sup>3</sup> 1,0 Bq/dm <sup>3</sup>
Grundwasser	40 Brunnen monatlich	480 120 120 fallweise	Destillation ( <sup>3</sup> H), Iontausch, reg. Iontausch, reg. ( <sup>14</sup> C) Iontausch, „ reg. ( <sup>90</sup> Sr)	20 cm <sup>3</sup> Küvette Ø 60 x 30 mm Propberechnung Ø 50 mm Tasse	Flüssigszintillationsberechnung Gammastrahlungsspektrometrie Beta-Berechnung Beta-Berechnung	18 000 50 000 50 000 50 000	1,0 Bq/dm <sup>3</sup> 0,005 Bq/dm <sup>3</sup> 0,001 Bq/dm <sup>3</sup> 0,001 Bq/dm <sup>3</sup>
Fischteiche (Wasser)	4 (aus vier festgelegten Seen) vierteljährlich	16 16 4	Destillation (500 cm <sup>3</sup> ) Destillation ( <sup>3</sup> H) Jahrdurchschnt (4 dm <sup>3</sup> )	Ø 60 mm Tasse 20 cm <sup>3</sup> Küvette 30 x 30 x 5 mm	Gesamtbetarechnung Flüssigszintillationsberechnung Gammastrahlungsspektrometrie	10 000 18 000 50 000	0,05 Bq/dm <sup>3</sup> 1,0 Bq/dm <sup>3</sup> 0,01 Bq/dm <sup>3</sup>
Óvárok (Wasser)	4 (fixierte Punkte) vierteljährlich, Graben bei Fadd monatlich	28 28 5	Destillation (500 cm <sup>3</sup> ) Destillation ( <sup>3</sup> H) Jahrdurchschnt (4 dm <sup>3</sup> )	Ø 60 mm Tasse 20 cm <sup>3</sup> Küvette 30 x 30 x 5 mm	Gesamtbetarechnung Flüssigszintillationsberechnung Gammastrahlungsspektrometrie	10 000 18 000 50 000	0,05 Bq/dm <sup>3</sup> 1,0 Bq/dm <sup>3</sup> 0,01 Bq/dm <sup>3</sup>
Kalkschlamnteiche (Wasser)	2 vierteljährlich	8 8 2	Destillation (500 cm <sup>3</sup> ) Destillation ( <sup>3</sup> H) Jahrdurchschnt (4 dm <sup>3</sup> )	Ø 60 mm Tasse 20 cm <sup>3</sup> Küvette 30 x 30 x 5 mm	Gesamtbetamessung Flüssigszintillationsberechnung Gammastrahlungsspektrometrie	10 000 18 000 50 000	0,05 Bq/dm <sup>3</sup> 1,0 Bq/dm <sup>3</sup> 0,01 Bq/dm <sup>3</sup>
Donauschlamm	3 (fixierte Punkte) halbjährlich	6 6	Destillation (500 cm <sup>3</sup> ) Destillation ( <sup>3</sup> H) Jahrdurchschnt (4 dm <sup>3</sup> )	Marinelli (~2 kg) Ø 50 mm Tasse	Gammastrahlungsspektrometrie Beta-Berechnung	20 000 0 000	0,5 Bq/kg 0,5 Bq/kg
Fischteiche (Schlamm)	4 (aus vier festgelegten Seen) jährlich	4	Nasshomogenisierungs,	Marinelli (~2 kg)	Gammastrahlungsspektrometrie	20 000	0,5 Bq/kg
Óvárok, Graben bei Fass (Schlamm)	4 (fixierte Punkte), Halbjährlich	8	Nasshomogenisierungs,	Marinelli (~2 kg)	Gammastrahlungsspektrometrie	20 000	0,5 Bq/kg
Kalkschlamm	2 (2 Becken) halbjährlich	4	Nasshomogenisierungs	Marinelli (~2 kg)	Gammastrahlungsspektrometrie	20 000	0,5 Bq/kg
Fäkalienschlamm	10 (Senkgruben) vor Abtransport	fallweise	Einschachteln	Marinelli(~2 kg)	Gammastrahlungsspektrometrie	5 000	2 Bq/kg

<sup>a</sup> Probetausch regelmäßig, Messungen nur außergewöhnlich – z. B. nach Unfall - erfolgt

**Die bei den Laboruntersuchungen angewandten Methoden bei der Probeentnahme, der Probenaufarbeitung und bei den Messungen ermöglichen es auch außergewöhnlich niedrige Radioaktivitätskonzentrationen zu bestimmen. Die Messungen haben bis jetzt belegt, dass auf die Strahlungsverhältnisse der Umgebung das Kraftwerk bis jetzt keinen unmittelbar messbaren Einfluss ausgeübt hat. Aus vorhergehendem geht hervor, dass die aus den Emissionen resultierende Dosiszugabe für die Bevölkerung ca. ein Tausendstel der behördlichen Grenzwerte und ein zehntausendstel der natürlichen Hintergrundstrahlung gewesen ist.**

### **Gesellschaftliche (zivile) Kontrollen**

Neben den Mess- und Kontrollsystemen des Kraftwerkes und der Behörden befindet sich in der Umgebung des Kraftwerkes noch ein weiteres, besonderes Messnetz in Betrieb, welches vollkommen unabhängig von ersterem arbeitet. Die TEIT – die Gesellschaftliche Kontroll- und Informationsgemeinschaft – hat in einer gemeinsamen Aktion der in der unmittelbaren Umgebung befindlichen Ortschaften an insgesamt dreizehn Stellen Detektoren installiert, die in der Mehrzahl im Amt des Bürgermeisters oder in deren unmittelbaren Umgebung aufgebaut worden sind. Die monatliche Auswertung der Daten erfolgt durch den örtlichen Zivilschutz. Die AKW Paks AG übergibt jedes Monat die eigenen Messdaten, ohne das Ergebnis der an ähnlichen Stellen der Ortschaften gemessenen Daten zu kennen. Die TEIT wiederum gibt – ohne vorherige Absprachen – die beiden Datenreihen in den lokalen und regionalen Zeitungen bekannt. Im letzten Jahrzehnt hat sich keine maßgebliche Abweichung zwischen den beiden Messreihen ergeben, was vielleicht am besten die Zuverlässigkeit der umweltschonenden und umweltkontrollierenden Tätigkeit des Kraftwerkes belegt.

Die Kontrolle des Donauwassers erfolgt durch VertreterInnen der Bevölkerung in einem "Nasslabor" bei der Gemeinde Bátya. Die Einrichtung ermöglicht auch die korrekte Aktivitätsmessung anderer Oberflächengewässer, des Grundwassers und der Niederschläge. Auch diese Ergebnisse werden in der Presse bekannt gegeben.

Der unmittelbaren Information der Bevölkerung dienen jene Strahlenschutzinformationseinrichtungen, die an den verkehrsreichsten Stellen von Kalocsa, Paks und Uzód installiert wurden. Die Einrichtung gibt neben der genauen Zeit, der Lufttemperatur auch das momentane Niveau der Hintergrundstrahlung bzw. deren 24stündige und einwöchige Veränderungen bekannt. All dies geschieht auf eine sehr einfache, verständliche, vergleichbare und visuell leicht verständlich umgesetzte Weise. Im Falle einer Ankündigung eines nuklearen Falles – sei dies offiziell oder inoffiziell – kann man sich augenblicklich über die Stabilität oder die eventuellen Veränderungen im Umweltzustand informieren. In Gerjen, Dunsszentgyörgy und Paks funktionieren noch weitere Strahlungskontrolleinrichtungen, die im Rahmen von Ausschreibungen des Landesumweltschutzfonds errichtet worden sind.

In der Umgebung des AKW Paks nehmen die Bevölkerung und die von ihnen gewählten VertreterInnen und Körperschaften an der Kontrolle der Auswirkungen der Nukleareinrichtungen teil. Dazu stehen ihnen entsprechende Geräte, ein moderner technischer Hintergrund und die entsprechende Informationsmenge zur Verfügung.

### **2.3.2. Kontrolle der traditionellen Emissionen**

Von den traditionellen Umweltzustandsmerkmalen wurden im Zuge des Kraftwerkbetriebes am meisten die geologischen und hydrogeologischen Zustände ermessend und im Umkreis des AKW von einem Monitoringprogramm begleitet. Das Kraftwerk misst aber auch zahlreiche andere Parameter, die aus technischer und Sicherheitssicht wichtig sind, aber auch bei der Charakterisierung des Umweltzustandes eine bestimmte Rolle haben; siehe zum Beispiel den Wasserumsatz, die Radioaktivität der emittierten Gewässer, deren traditionelle Verschmutzung, die Temperatur, traditionelle Luftverschmutzung usw. Da gerade die Wasserverschmutzung eine ganz besondere Bedeutung hat, wird im weiteren von der Kontrolle des Zustandes von Grund und Boden und dem Zustand des Grundwassers die Rede sein.

Der Zustand des Grundwassers und von Grund und Boden im AKW-Areal ist einerseits aus den dem Bau vorangehenden weitreichenden Vermessungen der Bodenmechanik, den entnommenen Proben, andererseits aus den zur Beobachtung des Grundwassers gebauten Beobachtungsbrunnen wohl bekannt. Solche Untersuchungen wurden aber nicht nur vor dem Bau ausgeführt, sondern auch später, vor den Ausbaurbeiten, wurden zahlreiche Wasserproben aus vielen geotechnischen Vermessungen gezogen.

Aufgrund der Ermessung der potenziellen umweltverschmutzenden Herde sowie der umweltschützerischen Betriebsgenehmigung betreibt die AKW Paks das auf Tabelle 2.21. angeführte Umweltmonitoringsystem. Die Tabelle führt bei den einzelnen Systemelementen die Stellen der Probeentnahmen, auch die Häufigkeit der Entnahmen und die untersuchten Parameter an.

**Tabelle 2.21.: Kontrollsysteme für Boden und Grundwasser**

Probeentnahmestelle	Kode des Brunnens	Häufigkeit der Probeentnahme	Untersuchte Parameter
Sammelstelle für Gefahren- und Industriestoffe am Betriebsareal	KG1, KG2, KG3	vierteljährlich	PH, alle Salze, alle Öle, $KOI_{ps}$ , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni
Grundwasserbrunnen bei Gumpenwasser	Z1, Z2	vierteljährlich	pH, Leitfähigkeit, alle Härte, alle Salze, Ammonium, alle Öle, $KOI_{ps}$ , $NO_3^-$ , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cl
	Z5, T65, T66, T71	vierteljährlich	Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, Cl
Brunnen neben Ölbehälter	O1, O2	monatlich	Ölgehalt, $NO_3^-$ , Ammonium, Cl
	O3, O4	monatlich	Ölgehalt
	O5, O6, O7, O8	vierteljährlich monatlich	Ölgehalt $NO_3^-$ , Cl, Ammonium
Vorübergehende Deponie für ausgebrannte Brennstäbe KKÁT	KH1, KH2, KH3, KH4, KH5, KH6, KH7, KH8, KH9, KH10, M8, M9, M10, M11	Zweimal im Jahr, Mai und August	pH, Leitfähigkeit, $KOI_{ps}$ , Gesamtölgehalt, Ammonium, $NO_2^-$ , $NO_3^-$
	M9	vierteljährlich	Ammonium, Nitrat, $KOI_{ps}$
	M10	vierteljährlich	Ammonium, $NO_3^-$ , $KOI_{ps}$
Kondor See und Fischteich Nummer 6		Zweimal im Jahr, Mai und August	pH, Leitfähigkeit, $KOI_{ps}$ , alle Öle Ammonium, $NO_2^-$ , $NO_3^-$
Umkreis des Transformators	K-1 (21AT), K-2 (21AT), K-1 (II/1), K-2 (II/1)	vierteljährlich	TPH, PAH
	Bodenprobe	jährlich	TPH, PAH, Mikrobiologie (Ölabbaufähigkeit)
Andere Probeentnahmestellen	T13, T15, T16, T17, T39, T53, T55, M4, M11	Monatlich	$NO_3^-$ , Cl-, Ammonium
	T20/a, T24/a, M5, M6, M7	monatlich	Ammonium, $NO_3^-$ , $KOI_{ps}$
	T7, T23	monatlich	Ammonium, $NO_3^-$ , $KOI_{ps}$ , s, Cl-
	KH-2	monatlich	$NO_3^-$ Cl-, Ammonium

### 2.3.3. Programm zur Standortcharakterisierung

Der Inbetriebnahme des AKW folgten zum Teil laufende radiologische Messungen, zum Teil auf gewisse Zeiten beschränkte Umweltmessungen. Ab 1998 wurde ein Teil der Messungen regelmäßig bzw. wurde 1999 eine fachliche Gliederung für ein traditionelles Monitoringprogramm erstellt, das dazu berufen war den Umweltzustand des Umkreises des AKW regelmäßig zu kontrollieren und das bisherige radiologische und Umweltmessprogramm zu ergänzen. Die Voraussetzungen und die Vorgeschichte des Programms zur Standortcharakterisierung waren folgende [5]:

1997 machte die MVM AG, die ungarischen Elektrizitätswerke, eine Ausschreibung bezüglich der Kapazitätserweiterung des Atomkraftwerks. Unter den Bedingungen der Ausschreibung befand sich die Ausarbeitung einer Vorstudie für eine Umweltverträglichkeitsprüfung. Deshalb begann 1998 auch die Umweltverträglichkeitsprüfung für einen neuen Blocks (also für eine neue Erweiterung des Kraftwerks). Aufgrund der Erfahrungen des Verfahrens war feststellbar, dass die im Zusammenhang mit dem bisherigen Betrieb des Kraftwerks gesammelten Daten und durchgeführten Untersuchungen im Bereich des Umweltschutzes und die Grundinformationen der genehmigten Umweltverträglichkeitsprüfung für die Errichtung der KKÁT-Deponie unzureichend für eine umfassende Vorstellung der Umweltauswirkungen des Atomkraftwerks sind. Die Behörde fand auch bei der Vermessung der Auswirkungen der im Betrieb befindlichen Blöcke, also bei der Präsentation des Ist-Zustandes Mängel (z. B.: Wärmebelastung, Wasserbassisschutz, Abfallentsorgung usw.). Die im Zuge des Verfahrens formulierte Ansicht der Behörde, die formulierte Mängelbeseitigung bildeten schließlich die fachliche Grundlage für das Standortcharakterisierungsprogramm.

Die wichtigsten Merkmale des Standortcharakterisierungsprogramms waren wie folgt:

- Erkenntnisse über Zustand der ober- und unterirdischen Gewässer, deren Bewegung und qualitative Merkmale (darunter auch Wärmebelastung),
- Bestätigung bezüglich der mikro- und mesoklimatischen Veränderungen im Bereich des Kraftwerks,
- Verfolgung der Veränderungen der human-ökologischen Veränderungen (Raumnutzung, Raumstruktur, Umweltgesundheit),
- Vermessung der Veränderungen der natürlichen Lebenswelt, deren Monitoring, Vermessen der Gründe der Veränderungen,
- Präsentation der radiologischen Auswirkungen aufgrund der bestehenden Daten und regelmäßigen Probenentnahmen, gezielten Untersuchungen.

Das beabsichtigte Monitoringprogramm wurde auch mit den Behörden abgesprochen und läuft seit 2001. Ein Teil der Untersuchungen bedarf einer kurzen Zeit, der überwiegende Teil aber einer längeren (zwei bis fünf Jahre) Periode. Das bedeutet, dass ein Teil der Arbeiten noch immer läuft.

Die Hauptelemente der fachlichen Thematik des Standortcharakterisierungsprogramms lauten wie folgt:

#### 2.3.3.1. Zustand der Oberflächengewässer

Im Zuge der Arbeit wurden die in den Jahren 1979 bis 1999 in den Stammabschnitten zwischen Dunaföldvár und Mohács ausgeführten Messuntersuchungen aufgearbeitet und ausgewertet. Dies wurde von konkreten weiteren Messungen ergänzt. Im Zusammenhang mit den Auswirkungen des erwärmten Kühlwassers aus dem Atomkraftwerk auf die Wasserqualität der Donau wurden das chemische, radiochemische, bakteriologische Phyto- und Zooplankton sowie der makroskopische Tierbestand sowie die Fischfauna Gegenstand der Untersuchungen. Zu den Messungen kam es in acht Abschnitten 1999 und zwischen 2001 und 2003.

**Die wasserchemischen Untersuchungen** wurden in den Donauabschnitten unter- und oberhalb des Atomkraftwerks ausgeführt, ebenso wie in den aufgewärmten Kühlwässern. Unter den grundlegenden Merkmalen bezüglich der Wasserqualität wurden gemessen: Sauerstoffumsatz (gelöster Sauerstoff, BOI, KOI); Hauptkationen und Anionen, elektrische Leitfähigkeit, Anteil an Schweb- und organischen Stoffen, Pflanzennährstoffe, Gehalt an A-Chlorophyll. Im Wasser und im Sediment organische Mikroverschmutzer, aus dem Wasser wurden die flüchtigen organischen Stoffe festgelegt, und im Bereich des Kraftwerkes wurde auch die Messung spezieller Schmier- und Hydraulikflüssigkeiten durchgeführt.

**Die radiochemischen Untersuchungen** erfolgten mithilfe einer kompletten Gammaskopraufnahme eines HPGE Detektors mit einem ultrageringen Hintergrund im Wasser und im Schlamm ober- und unterhalb von Paks nach Jahreszeit, sowie von Fischen, Muscheln und anderen in der Gegend einsammelbaren Lebewesen (z. B. Schnecken).

**Die mikrobiologischen Untersuchungen** erstreckten sich alle vier Jahre auf die Untersuchung der Wirkung des Wärmeschweifs, auf die Sedimente der Wärmebelastung und auf die autochthone Mikroflora.

Im Rahmen der **Pytoplanktonuntersuchungen** wurde das Ausmaß der Vernichtungen von Phytoplankton im erwärmten Kühlwasser untersucht, dessen Zusammensetzung, Zahl der Individuen und Wert der Biomasse entlang des Wärmeschweifes. Gemessen wurde die Sauerstoffproduktion des Phytoplanktons im erwärmten Kühlwasser und entlang des Wärmeschweifes.

Im Rahmen der **Zooplanktonuntersuchungen** wurden folgende Arbeiten ausgeführt: Ausmaß der Vernichtungen von Zooplankton im erwärmten Kühlwasser, dessen Zusammensetzung, Zahl der Individuen und Wert der Biomasse entlang des Wärmeschweifes.

Weiters wurden der **Bestand an makroskopischen Wirbellosen im Wasser** und der **Fischbestand** der Donau untersucht.

#### *2.3.3.2. Möglichkeit der Verwendung der Oberflächen- und der unterirdischen Gewässer, Charakterisierung der Wasserbewirtschaftung der Donau*

In dem von den Kühlwasserausscheidungen betroffenen Donauabschnitt sind zahlreiche bereits in Betrieb befindliche und geplante Wasserbasen auf Uferfilterungsbasis vorhanden. Im Interesse des Schutzes dieser wurde ein Monitoringsystem zur Bestimmung der chemischen, mikro- und makrobiologischen Merkmale des Donauwassers und zur Feststellung der Auswirkungen auf die gegebenen Wasserbasen eingerichtet. Aufgrund der langjährigen Arbeit und der Ergebnisse dieses Monitoringsystems wird aller Voraussicht nach festgestellt werden können, ob das rückgeleitete Kühlwasser Auswirkungen, eventuell sogar Gefahren für die bereits in Betrieb befindlichen oder potenziellen Uferfilteranlagen mit sich bringt. Das Monitoringsystem wurde in den Jahren 2001 bis 2002 aufgebaut. Wegen der ungünstigen Wetterverhältnisse des Jahres 2002 konnte das System erst ab 2003 Daten bereitstellen, das System muss also noch das ganze Jahr 2004 funktionieren, damit erste Auswertungen gemacht werden können.

Die Sonden sind quer zum Fluss, in Paaren am linken und rechten, aber nicht notwendigerweise direkt gegenüber platziert. Ein durchschnittlicher Abschnitt besteht aus mehreren Flussbettsonden. Im Hauptfluss und unter dem Wärmeschweif bzw. am Ufer, und besteht weiters noch aus einer Reihe von Beobachtungsbrunnen vom Uferabschnitt ausgehend bis zur Wasserbasis. Die Abschnitte wurden untergebacht:

- Abschnitt Nummer 1: vor dem AKW Paks zur Vermessung des in die Wirkungszone eintretenden Wassers,
- Abschnitt Nummer 2: direkt unterhalb des Zuflusses des Warmwasserkanals um die unmittelbaren Auswirkungen abschätzen zu können, dieser abschnitt wird um einige einzelne Beobachtungsbrunnen ergänzt,
- Abschnitt Nummer 3: im Raum der Wasserversorgungsbasis Kalocsa–Baráka, für eine Monitoring dieses Bereichs,
- Abschnitt Nummer 4: im Raum der potenziellen Wasserversorgungsbasis Dombor um eine gleichmäßige Informationsdichte zu gewährleisten,
- Abschnitt Nummer 5: unter der Wasserversorgungsbasis Bogyiszló, bei der Mündung der Sió, dieser Abschnitt realisiert die Kontrolle der Wasserqualität ober- und unterhalb der Mündung des Siókanals,
- Abschnitt Nummer 6: dient der Beobachtung der Wasserversorgungsbasen am linken Donauufer,
- Abschnitt Nummer 7: im Raum Dunafalva, Dunaszecskő,
- Abschnitt Nummer 8: basiert auf den Beobachtungsbrunnen des regionalen Wasserwerks Pécs-Mohács bei Felsőkanda.

Die in den Sonden und Brunnen installierten Geräte nehmen laufend Wasserstandsschwankungen von über einem halben Zentimeter wahr, Änderungen im Wasserdruck ebenso. Entsprechend der Geräteausstattung müssen Wasserstand und Temperatur gemessen bzw. abgelesen werden.

Im Zuge des Betriebes (der für eine Zeit von zwei bis zweieinhalb Jahren ausgelegt ist) wurden folgende Tätigkeiten geplant:

- Wahrnehmung der Beobachtungsbrunnen, Handmessung,
- in die Beobachtungsbrunnen eingebaute Geräte,
- Probenentnahme mit Pumpen,
- wasserchemische Untersuchung (Nitrit, Nitrat, Ammonium, Phosphat, pH, Anione, Katione, Spurenelemente und KOI)
- bakteriologische Untersuchungen (Koliiform, Fäkalkoliiform, Clostridium, Pseudomonas aeruginosa, Zahl der wachsenden Bakterien 22<sup>0</sup>C und 37<sup>0</sup>C, ENDO-Zahl, nitrifizierende und Eisen-Mangan-Bakterien)
- biologische Untersuchung (makroskopische Untersuchung),
- toxikologische Untersuchungen (Daphne-Test),
- radiologische Untersuchungen (Tritiumanalyse) mit Auswertungen.

#### *2.3.3.3. Zustand des Donaubettes und der Uferböschung (hydrometrische Messungen)*

Aufgabe des Programmpaketes ist es, die Bildung von Flussbänken und Furten zu beobachten, sie zu prognostizieren. Als erster Schritt dafür wurde die Wasserhöhe bei drei unterschiedlichen Wasserständen in eigenen Abschnitten fixiert. Damit wurde unter Ausgleichung der gemessenen Daten der zusammenhängende fixierte Wasserstand der Donau in dem zu modellierenden Donauabschnitt festgestellt.

Zur Zeit der Fixierung der Wasserhöhe sowie zu Zeiten, die man maßgeblich für den Wasserstand hielt, wurden auch Wasserumsatzmessungen mit Ultraschallgeräten und aus Booten durchgeführt. Schwebestoffe und Proben aus dem Flussbett wurden aus den betroffenen Zonen ebenfalls entnommen und diese Proben in bodenphysikalischen Labors nach den gängigen Parametern analysiert. Nach der Zusammenfassung aller dieser Daten konnte man mit dem Modellieren beginnen.

Das Messprogramm für diese Aufgabe wurde zum Großteil im Laufe der Jahre 2001 und 2002 in acht Abschnitten durchgeführt. Nach der Zusammenfassung der Daten konnte man 2003 mit dem Modellieren beginnen. Das zur Anwendung gelangte Modell ist ein Knotenpunktmodell, ein hydrodynamisches Modell mit hoher Auflösung, das für den Donauabschnitt bei Paks adaptiert wurde und entsprechend den zur Verfügung stehenden Daten kalibriert wurde. Modelliert wurden der Donauabschnitt Laufkilometer 1528 bis 1523 sowie der Kaltwasserkanal die Wirkung der Rückführung des Warmwasser ebenfalls in Betracht ziehend. Ziel war es, die Strömungsveränderungen im Bereich der Strömungslinien und der Oberflächen zu erkennen, die sich bei Niedrigwasser durch den Wasserentzug einstellen. Als Ergänzung kam es auch noch im Donauabschnitt Laufkilometer 1527 im Abschnitt 55 in je einem Sektor zu Temperaturmessungen, die auf RAM-Karten geschrieben wurden. Diese Messungen machten Angaben bezüglich des Anstiegs der Temperatur.

#### *2.3.3.4. Lokales Klima im Bereich des Kraftwerkes und seine Wirkungen im betroffenen Bereich*

Als Merkmale des lokalen Klimas können die Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeitsgehalt, die Windverhältnisse und die Häufigkeit der Nebelbildung und des Frosts dienen. Zur Charakterisierung der vom Kraftwerk hervorgerufenen Klimaveränderungen wurden die Daten von vier – obige Angaben messenden – Stationen verwendet und diese Datenreihen fachlich bewertet. Dabei war es zielführend, diese Messungen, wo immer nur möglich an bereits bestehende meteorologische Messstationen zu binden. Neben der Meteorologischen Station Paks wurde auch die Station in Kalocsa einbezogen. Weitere zwei Messstationen 2002 wurden entlang des vom Wärmeschweif betroffenen Donauabschnittes installiert bzw. im Donauabschnitt oberhalb von Paks. Die Messungen wurden bereits 2003 ausgeführt, 2004 fortgesetzt.

Nach einer ca. zweijährigen Messperiode wird mit Berechnungen und Messungen die in die Luft bzw. in das Wasser gelangende Mehrwärme festgesetzt bzw. die Menge an Wärme- und Feuchtigkeitsemissionen, die durch die urbane Umgebung generiert werden. Mittels der meteorologischen Stationen beim Kraftwerk, in Paks und Kalocsa werden auf Basis einer Zeitreihe von zwanzig-dreißig-sechzig Jahren das Verhalten und die Abweichungen der das Mikroklima beeinflussenden Faktoren untersucht. Mit einer vergleichenden Bewertung können Analyse und Bewertung der Auswirkungen auf Mikro- und Mesoklima bereits erfolgen, während die Datenreihen der zusätzlichen Messstationen der Analyse der Auswirkungen auf das Mikroklima dienen werden. Die Wirkungsanalyse geschieht mit einem Computersimulationsmodell.

#### *2.3.3.5. Charakterisierung der Raumnutzung und Raumstruktur der Umgebung des Kraftwerkes*

Die **Vermessung der Raumstruktur** wird mithilfe von Aufnahmen aus dem Weltraum erfolgen. Ziel ist es dabei die Zustandsveränderungen vor und nach dem Bau des Atomkraftwerks bzw. den Ist-Zustand zu vermessen. Die Untersuchungen bezüglich der Zustandsveränderung erstrecken sich dabei auf die Oberflächenflora und die Land- und Bodennutzung. Im Interesse einer höheren Auflösung und einer detaillierteren Analyse werden multispektrale bzw. panchromatische Daten (SPOT) zur Anwendung kommen. Die Auflösung dieser Daten beträgt zehn Meter, was einen entsprechenden Detaillierungsgrad sichert für die Herstellung einer Landkarte und der Analyse der eingetretenen Veränderungen. Die Veränderungen werden unter Berücksichtigung der Zustände bzw. der Raumnutzung der Jahre 1979, 1986 und 1999 beschrieben werden, mittels der Herstellung einer sog. Differenzlandkarte.

In die Gruppe der Charakterisierung der Raumstruktur kam auch die **Analyse der Weltraumfotos**. Nach den ursprünglichen Plänen wären auch vom Standort des Atomkraftwerks und seiner Umgebung bis drei Kilometer frische Fotos angefertigt worden. Dies wurde wegen der strengeren Sicherheitsauflagen bezüglich der Anfertigung von Luftaufnahmen nach dem 11. September 2003 verunmöglicht.

Ein wesentliches Element der Luftaufnahmen war auch die Untersuchung der Vermischung des Kühlwasser des Kraftwerkes in der Donau. Die Oberflächentemperatur der Donau ist mit Thermovisionsaufnahmen sehr gut nachzuvollziehen. Im Laufe dieser Arbeit wurden die Oberflächentemperaturen des Donauabschnittes zwischen Paks und Baja (Laufkilometer 1527 bis 1480) zweimal mit Thermovisionsaufnahmen fotografiert. Für den Donauabschnitt Laufkilometer 1524 bis 1480 wurden Wärmeaufnahmen mit einer Genauigkeit von 0,2°C angefertigt. Mit der Aufarbeitung dieser Fotos gelang eine Wärmebildmontage im Maßstab 1:20.000. Die Wärmebildmontage verfolgte den Wärmeschweif im Abschnitt Paks-Baja so lange, bis seine Temperatur um mindestens 0,2 °C höher lag als die Temperatur der umliegenden Wasseroberfläche.

#### *2.3.3.6. Biomonitoring-Untersuchungen mit Musterwert*

Ziel des Programmpaketes ist die Charakterisierung der Lebenswelt im Umkreis um das Kraftwerk, in erster Linie die Beobachtung der Lebensräume entlang der Donau. Für das Biomonitoring wurden Plätze ausgesucht, die entweder wegen ihrer Allgemeingültigkeit oder wegen ihrer Einzigartigkeit für die Region stehen. Zuerst erfolgte eine allgemeine Charakterisierung der Flora und Fauna der Gegend, danach die Fixierung der in erster Linie zu untersuchenden Gebiete und Taxone. Das Biomonitoring erfolgte unter Berücksichtigung der Methodik des Nationalen Biomonitoringprogramms zur Biodiversität.

In umfassender, aber begrenzbarer Kenntnis der lokalen Flora und Vegetation ergab sich nun die Möglichkeit, die in diesem Bereich zu findenden Lebensraumtypen und deren natürlichen Degradationsgrad mit anderen ähnlichen Plätzen im Land zu vergleichen. Mittels älterer und aktueller Luft- und Satellitenaufnahmen ergab sich die Möglichkeit den Zustand der Vegetation von vor Jahrzehnten zu rekonstruieren. Aus all dem konnte auch die Richtung der Veränderungen der Vegetation, deren Geschwindigkeit nachvollzogen und verfolgt werden. Nebenprodukt einer dreijährigen Arbeit ist eine genaue kartographische Vermessung der im untersuchten Gebiet zu findenden natürlichen Lebensräume und der hier lebenden wertvollen Arten.

Die Arbeiten bezüglich der zoologischen Vermessung des Gebietes hatten zum Ziel, die Fauna des drei Kilometer Umkreises des Kraftwerks zu vermessen, ein genaues Verzeichnis der Wirbellosen und Wirbeltiere zu erstellen, die für eine Indizierung von Lebensraumtypen verwendbaren Arten zu fixieren, die Präsentation der erstrangig geschützten, geschützten und gefährdeten Arten und Populationen durchzuführen. Das Biomonitoring von Musterwert er-

streckte sich in erster Linie auf die Pflanzenwelt des untersuchten Gebietes. Die für ein Monitoring ausgewählten Taxone wurden aufgrund folgender Gesichtspunkte ausgewählt:

- Anwesenheit/Fehlen, Größe des Bestandes, Vermehrungsgrad entsprechend durch Lebensraum charakterisiert, deshalb Möglichkeit zur Klassifizierung und Einreihung,
- sollen leicht (oder verhältnismäßig leicht) zu erforschen sein, Ergebnisse sollen aber dennoch viele Informationen enthalten,
- Datenaufnahme soll möglichst vor Ort geschehen können und soll nicht mit der Vernichtung der Tiere einhergehen (Bei einigen Insektenarten wird dies nicht möglich sein),
- ausführbare Probeentnahmemöglichkeiten sollen vor Ort gegeben und akzeptiert sein.

Demgemäß wurde bei folgenden Tierarten ein zweijähriges Monitoring durchgeführt: Insekten, Schmetterlinge, Libellen, Käfer, Weichtiere, Amphibien, Reptilien, Vögel, Säugetiere.

Die Auswertung der Ergebnisse des Monitoring erfolgte mit vergleichenden Untersuchungen (Abweichungen von typischen Lebensräumen, Degradation), um die Auswirkungen des Atomkraftwerks feststellen zu können.

#### *2.3.3.7. Untersuchung der Gesundheit der im Umkreis des AKW Paks Lebenden*

Grundlegendes Ziel der umweltgesundheitlichen Untersuchungen ist es, festzustellen, mit welcher Häufigkeit die mit einer ionisierenden Strahlung im Zusammenhang stehenden biologischen Wirkungen, Erkrankungen und Todesfälle im Kreis der in der Wirkungszone lebenden Menschen auftreten. Diese Untersuchungen sind in einer Art und Weise durchzuführen, dass sie für den Fall späterer Untersuchungen eine gute Vergleichsbasis (Grundzustand) darstellen können. Die Aufarbeitung des Gesundheitszustandes der auf dem Gebiet lebenden Menschen hat auf einer kompletten Basis zu erfolgen:

- damit auch die relative Rolle eines einzelnen Krankheitsbildes bewertbar sein kann,
- die Ergebnisse sollen eine Möglichkeit bieten, später auftretende Fragen zu untersuchen,
- sich Möglichkeiten ergeben, bei eventuell identifizierten Problemen bezüglich ihrer Herkunft auch alternative Hypothesen zu testen.

Die Untersuchung erstreckt sich auf einen zwanzig Kilometer großen Umkreis um das Atomkraftwerk als Mustergebiet. Produziert werden standardisierte Risikomesszahlen bezüglich der in Wirkungszone und in deren Siedlungen lebenden Menschen bezüglich Morbidität, Geschwulstkrankheiten, Grundversorgungsmorbidität und Entwicklungsunregelmäßigkeiten.

Die Untersuchung bietet ein Bild über den Gesundheitszustand der Menschen in der Wirkungszone, in erster Linie bezüglich von Ionenbestrahlung ausgelösten Geschwulstkrankheiten und bewertet, ob das Kraftwerk bezüglich irgendeines Risikofaktors als Punktherd bezeichnet werden kann. Die Untersuchungen im Komitat Tolna wurden gerade beendet, die Datenaufnahme im Komitat Bács-Kiskun ist im Laufen.

#### *2.3.3.8. Festlegung des gegenwärtigen Strahlungsniveaus im Untersuchungsgebiet*

Ziel dieses Programmpakets ist es, die mehr oder weniger gleichmäßigen radiologischen Merkmale der Gegend in einem Umkreis von dreißig Kilometern kennenzulernen. Bei der Durchführung des Programm wollte man die Messungen der bestehenden Messstationen nicht verdoppeln, weshalb man sie als Teil des Netzes erachtete.

Als einzelne zu untersuchende Umweltelemente galten die Luft, die oberirdischen und unterirdischen Gewässer, Grund und Boden, Wassersedimente und einzelne Komponenten. Da man wegen der Blöcke 1 bis 4 und der KKÁT-Deponie wohl kaum mehr von störungsfreier Umgebung sprechen kann, und man weiterhin mit geringen Veränderungen der Umweltcharakteristika im Zuge des Betriebs des Kraftwerkes und der KKÁT-Deponie zu rechnen hat, wird die Vermessung des gegenwärtigen Niveaus im Rahmen des Programms nur einmal erfolgen. Von den radiologischen Charakteristika der Umwelt soll die äußere (kosmische und terrestrische) Strahlung bzw. die in den Umweltelementen wahrnehmbare Konzentration radioaktiver Isotopen mittels Messungen bzw. Messungen nach Probeentnahmen geklärt werden.

### 2.3.3.9. Festlegung der Strahlenbelastung der Fauna

Die Untersuchung der Strahlenbelastung der Fauna ist bis jetzt in Ungarn ein wenig bekanntes Fachgebiet. Auch auf internationaler Ebene stehen verhältnismäßig wenige Informationen zur Verfügung, besonders wenn man die Zahl der zu untersuchenden Arten und die Vielfalt berücksichtigen will. Die Strahlenbelastung – einzelner, ausgewählter – Arten der Fauna kann nur mit auch bei Menschen angewandten mathematischen Schätzungen durchgeführt werden.

Innerhalb des Programms sollten Ökologen und Biologen einzelne (aus radiologischer Sicht als Indikatoren fungierende oder wegen ihrer Sensibilität ausgewählte) Elemente des Ökosystems, die in der Umgebung vorkommen, auf einer Rangleiter positionieren. Die so entstandene Liste wurde mit Naturschutzbehörden und Fachleuten vereinheitlicht, und die Berechnungen bzw. die Festlegung der dafür nötigen Parameter für diese Liste durchgeführt.

In einem ersten Schritt wurden in der engeren Zone rund um das Atomkraftwerk – in einem Umkreis von fünf bis sieben Kilometern – mittels Begehung die Häufigkeit des Vorkommens dieser Indikator- und sensiblen Arten ermittelt, und die Aktivitätskonzentrationen im gegebenen Umkreis im Boden und in den Pflanzen mittels zusätzlicher Probeentnahmen festgestellt. Mithilfe der Teilnahme von Fachleuten und aufgrund der bereits bestehenden Kenntnisse werden 2004 die vereinfachten Stoffwechselcharakteristika und deren Prozesse zusammengefasst und dokumentiert werden. Aufgrund der so entstehenden Datenbank werden dann noch die fehlenden Labor- oder Messparameter festgestellt werden können.

### 2.3.3.10. Tritiumgehalt der Gewässer

Die Untersuchung bezüglich des Tritiumgehalts der Gewässer erstreckt sich auf die Oberflächengewässer, das Grundwasser, das Schichtwasser, wobei aber das Tritium wegen seiner leichten Messbarkeit – als Indikator – in mehrere Programmpaketen aufscheint. Das Programmpaket zur Untersuchung des Tritiumgehalts der Gewässer wurde so zusammengestellt, dass im Abschlussbericht alle Tritiumuntersuchungen gleichartig redigiert werden können, allein in diesem Programmpaket wird man sich nur mit den Charakteristika des Tritiumtransports nach seiner atmosphärischen Ausbreitung im Oberflächenwasser beschäftigen.

Die Messungen wurden am Szelid-See durchgeführt. Mit regelmäßigen Niederschlagsmessungen und der monatlichen Messung des Tritiumgehalts der Proben konnte der Ausbreitungsverlauf des Tritiums geschätzt werden. Mit den Proben aus dem See konnte die Tritiumkonzentration festgestellt werden. Zu Probeentnahmen aus dem Wasser an der Oberfläche kam es mit einer monatlichen Regelmäßigkeit, und im Falle höheren Niederschlags (> 5 Millimeter) erfolgt jährlich vier- bis fünfmal eine weitere Probeentnahme. Für die Erfüllung der Aufgabe musste auch Messstation für den Niederschlag eingerichtet werden. Gegenständliche Untersuchung wird 2004 abgeschlossen sein.

**Die Ergebnisse und Bewertungen der bisher ausgeführten Messungen wurden bereits in die entsprechenden Kapiteln der Vorstudie für eine Umweltverträglichkeitsprüfung eingebaut.**

**Literaturverzeichnis**

- [1] Lakosságeloszlás és üdülés a Paksi Atomerőmű környezetében, (Bevölkerungsverteilung und Erholung im Raum Atomkraftwerk Paks) VÁTI 0864/74, Budapest
- [2] Paksi Atomerőmű 1-4. blokk, Végleges Biztonsági Jelentés 2. fejezet, A telephely leírása, (Atomkraftwerk Paks, Block 1-4. Endgültiger Sicherheitsabschlussbericht. Kapitel 2. Beschreibung des Standortes) ETV-ERŐTERV Rt., 2003.
- [3] Paksi Atomerőmű 1-4. blokk, Végleges Biztonsági Jelentés 1. fejezet, Bevezetés és az erőmű általános áttekintése (Atomkraftwerk Paks, Block 1-4. Endgültiger Sicherheitsabschlussbericht. Kapitel 1. Einleitung und allgemeiner Überblick über das Kraftwerk) 1. kiadás, ETV-ERŐTERV Rt., 2000.
- [4] A Paksi Atomerőmű radioaktív hulladékainak kezelése, tárolása és elhelyezése. Éves jelentések. (Die Behandlung, Lagerung und Unterbringung des radioaktiven Mülls des Atomkraftwerks Paks) PA Rt.
- [5] Paksi Atomerőmű 1-4. blokk, Környezetvédelmi-, telephely- és vízjogi engedélyezési kérdésekhez kapcsolódó telephely-jellemzési program, (Atomkraftwerk Paks, Block 1-4, Standortcharakterisierungsprogramm im Zusammenhang mit Umweltschutz-, Standort- und Wasserrechtsfragen) ETV-ERŐTERV Rt., 1999.
- [6] Sugárvédelmi tevékenység a Paksi Atomerőműben 2002-ben (Összefoglaló értékelés) (Maßnahmen zum Strahlenschutz im Atomkraftwerk Paks im Jahr 2002 (Zusammenfassende Bewertung)) PA Rt. 2003. március
- [7] A Paksi Atomerőmű 1-2. blokkjának időszakos biztonságtechnikai felülvizsgálata (Periodische sicherheitstechnische Überprüfung des Blocks 1 und 2 im Atomkraftwerk Paks) PA Rt. 1977.