

2. STANDORT DES ATOMKRAFTWERKS UND TECHNOLOGIE DER ENERGIEPRODUKTION

Inhaltsverzeichnis

2. STANDORT DES ATOMKRAFTWERKS UND TECHNOLOGIE DER ENERGIEPRODUKTION ...	2
2. 1. Standort des Atomkraftwerks.....	2
2.1.1. Wichtigste Merkmale des Standortes und seiner Umgebung	2
2.1.2. Raumnutzung der Standortumgebung	5
2.1.2.1. <i>Veränderungen der Raumnutzung</i>	5
2.1.2.2. <i>Die unter Schutz stehenden Objekte der weiteren Umgebung</i>	8
2.1.3. Auswahl des Standortes	13
2.1.4. Ausgestaltung des Standortes, Grundbuchdaten	14
2.1.5. Die Sicherheitszone des Atomkraftwerks	17
2.1.6. Wichtigste Merkmale der Errichtung des Atomkraftwerks.....	18
2.1.7. Beziehung zwischen Stadt Paks und Atomkraftwerk.....	22
2.2. Die Einrichtungen der Energieproduktion und deren technologische Prozesse	23
2.2.1. Die Einrichtungen der Energieproduktion.....	23
2.2.2. Die technologischen Merkmale der Energieproduktion	27
2.2.2.1. <i>Der Prozess und die technologischen Einrichtungen der nuklearen Energieproduktion</i>	27
2.2.2.2. <i>Niveausicherung der technologischen Einrichtungen, der gegenwärtige Zustand des Atomkraftwerkes</i>	36
2.2.2.3. <i>Der Betriebsstoff</i>	37
2.2.2.4. <i>Entstehung und Lagerung des radioaktiven Mülls</i>	38
2.2.3. Verbundene Tätigkeiten und Einrichtungen.....	49
2.2.3.1. <i>Wasserversorgung</i>	49
2.2.3.2. <i>Wasserausleitung</i>	51
2.2.3.3. <i>Gefahrenstoffe und ihre Lagerung</i>	52
2.2.3.4. <i>Andere verbundene Tätigkeiten, technologische Systeme</i>	55
2.2.4. Infrastrukturelle Verbindungen des Standortes	55
2.2.5. Allgemeine technische Lösungen und Voraussetzungen zur Verwirklichung einer Leistungssteigerung	56
2. 3. Emissions- und Umweltkontrollsysteme.....	61
2.3.1. Kontrollsystem der radioaktiven Emissionen.....	61
2.3.1.1. <i>Kontrollsystem bis 2005</i>	61
2.3.1.2. <i>Kontrollsystem nach der Rekonstruktion</i>	63

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 Kraftwerks (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 Einrichtung¹ (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 und der territorialen Datenbank des Ungarischen Statistischen Zentralamtes vom 31. Dezember 2004 gestalteten sich die Bevölkerungszahlen dieser Städte wie folgt:

Tabelle 2.1. Einwohnerzahl der Städte in der weiteren Umgebung des AKW

	Entfernung von der Einrichtung	Einwohnerzahl	
		31. Jänner 2001	31. Dezember 2004
Paks	5 km nördlich	20.859	20.655
Tolna	17 km südlich	12.116	12.040
Szecsárd	26 km südwestlich	36.233	34.656
Dunaföldvár	26 km nördlich	9.149	9.307
Kalocsa	10,5 km östlich	18.793	18.034
Kecel*	31 km östlich	9.166	9.120
Kiskörös*	31 km nordöstlich	15.393	14.969

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

Das Ausmaß der Veränderungen ist in den ersten Jahren des 21. Jahrhunderts – mit der Ausnahme von Szecsárd – minimal. Dort aber überstieg die Schrumpfung drei Prozent.

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	Einwohnerzahl	
		31. Jänner 2001	31. Dezember 2004
Komitat Tolna			
Paks*	5 km nördlich	20.859	20.655
Dunaszentgyörgy	4,9 km südwestlich	2.634	2.659
Komitat Bács-Kiskun			

¹ Das untersuchte Gebiet wird nach der unter 1.3.3.2. vorgestellten Gliederung präsentiert.

Uszód	4 km östlich	1.087	1.063
Dunaszentbenedek	4,2 km nordöstlich	948	933
Foktó	6,7 km südöstlich	1.717	1.681

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

Innerhalb der Sicherheitszone des Kraftwerks, innerhalb eines **Umkreises von drei Kilometern lebt die Bevölkerung von Csámpa mit 135 Personen (davon 23 Kinder) [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 überwiegenden 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.

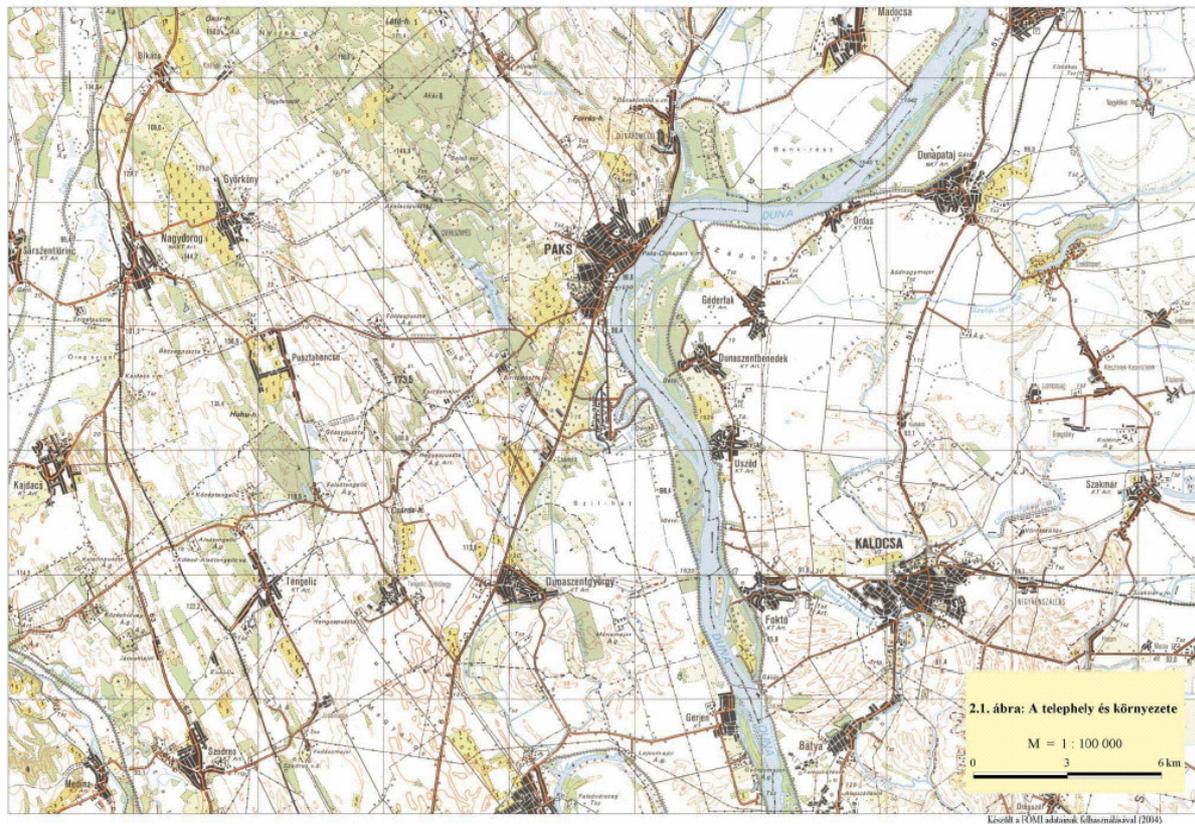
Tabelle 2.3.: Geschätzte und tatsächliche Bevölkerungszahlen

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 (1:100.000)



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 Wassersystem versorgten Wohnungen 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 Atomkraftwerkes

Das Standortgebiet und die ganze umliegende Region gehörte vor dem Bau des Atomkraftwerkes 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 Atomkraftwerks 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 Kraftwerks 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, siebenzig Hektar ein.

Zustand nach der Inbetriebnahme des Kraftwerks

Ende der 1980er Jahre, als bereits alle vier Blöcke des Kraftwerks 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 ähnlichen 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 erkennbaren 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;

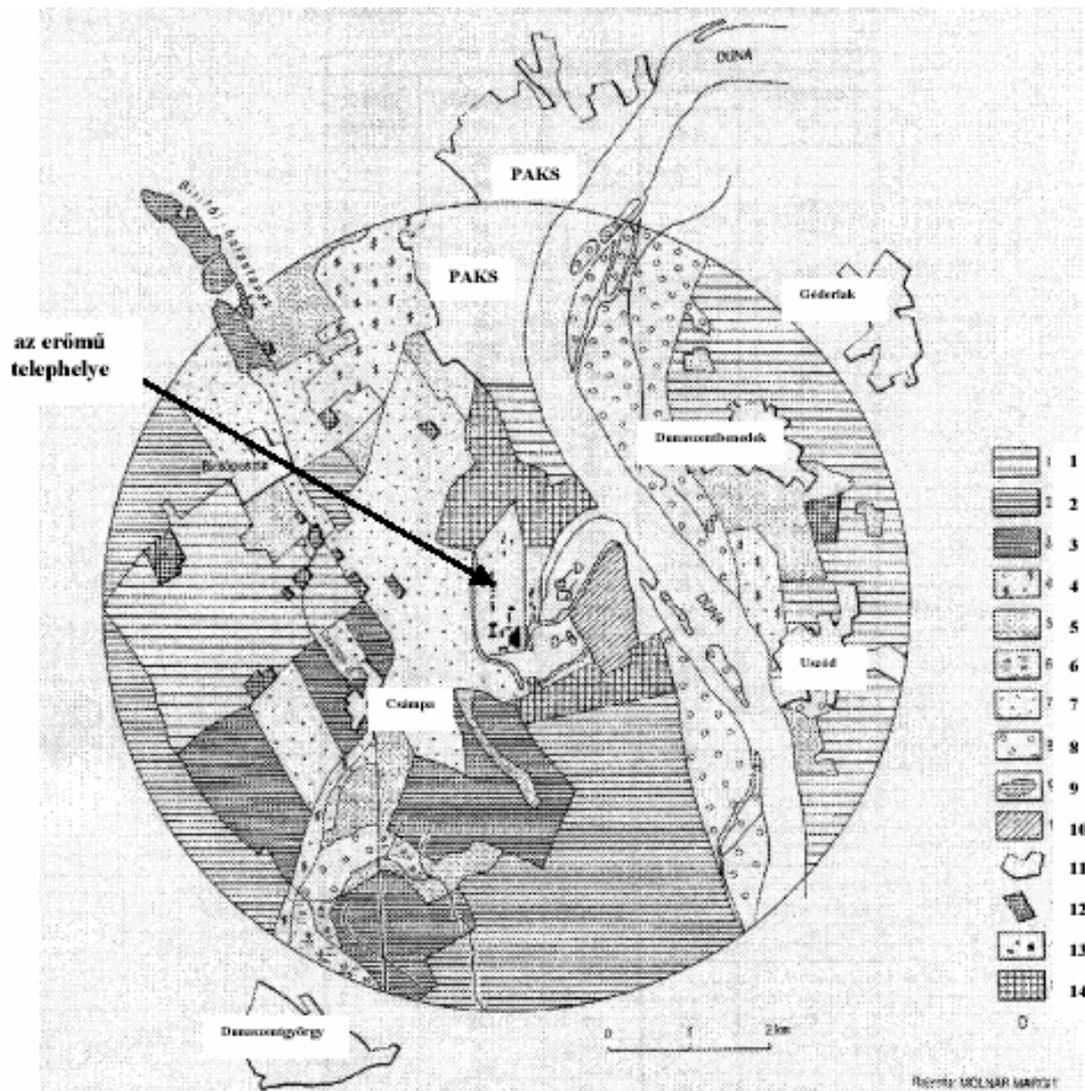
- infolge der Umstrukturierung der landwirtschaftlichen Betriebe ist die Viehhaltung (Schweine) zurückgegangen oder überhaupt eingestellt worden (Rinder), weshalb die landwirtschaftlichen Bereich zum Teil ungenutzt sind, ihr Zustand schlecht ist;
- mehr als siebenzig Prozent des landwirtschaftlichen 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 werden 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 bereits 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 Industrieeinrichtung 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 5.4. zu finden.

Im Gebiet sind zahlreiche geschützte Naturgebiete von landesweiter Bedeutung in der Verwaltung des Nationalparks Donau-Drau und des Nationalparks Kiskunság zu finden. Diese wurde größtenteils bereits nach der Inbetriebnahme des Blocks 1 zu Nationalparks umgewidmet [2]. Die unter nationalem Schutz stehenden Naturschutzgebiete zeigt Abbildung 2.3.

Gebiete, die zum Nationalpark Donau-Drau 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 (Bunsafrane von Szedres) (198/TT/87)

In Planung befindliche Schutzzonen² 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

Diese Gebiete scheinen in Abbildung 2.4. auf.

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.

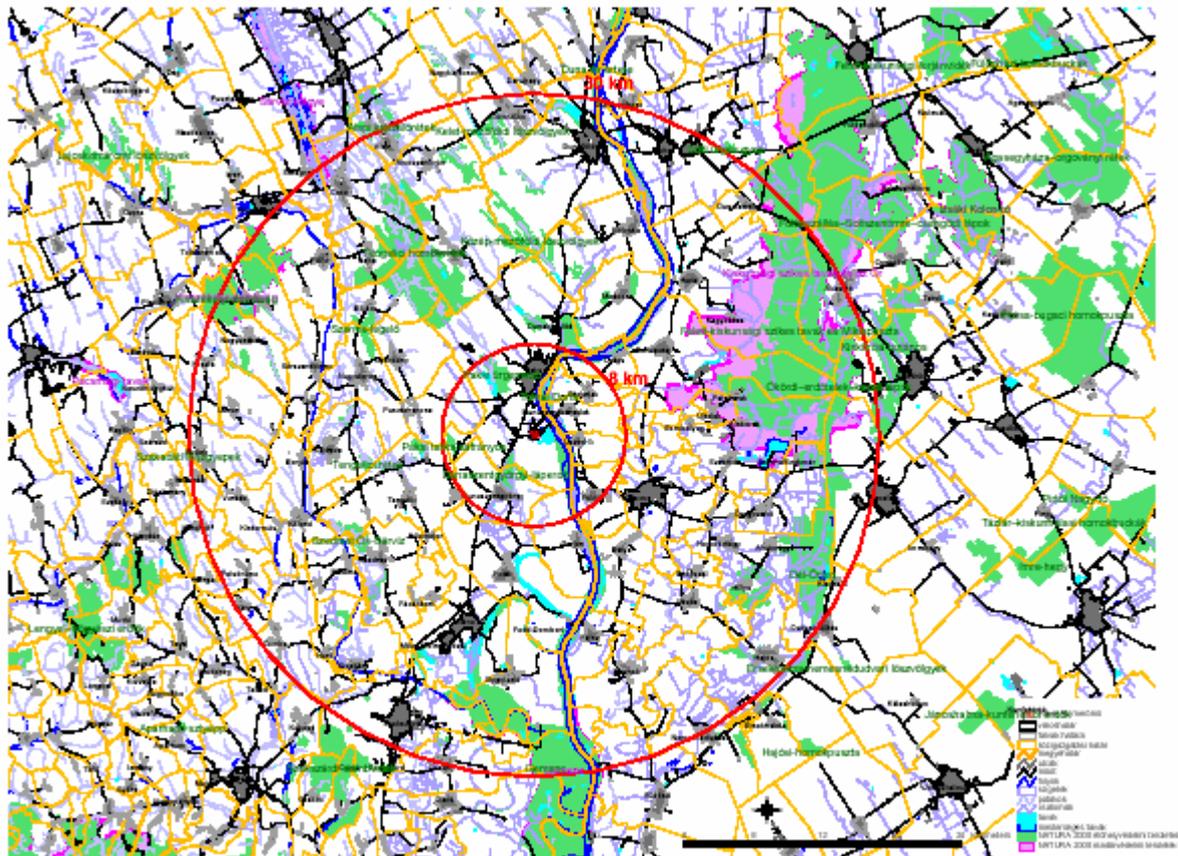
Geplante Schutzzonen innerhalb des dreißig Kilometer Umkreises um das Atomkraftwerk liegen im Nationalpark (wahrscheinlich unter dem Namen Naturschutzzone Örjeg oder Rotmoor), genauere Angaben stehen noch nicht zur Verfügung)

Die in das Natura-2000-Netz der Europäischen Gemeinschaften gehörenden Gebiete (im besonderen die Vogelschutzzonen und besondere Naturschutzzonen) sind bereits mit der Regierungsverordnung 275/2004 (8.X.) bezüglich der Festlegung von Naturschutzzonen im Sinne der europäischen Gemeinschaften erfolgt. Die Sicherheitszone des AKW Paks betrifft zwei der Territorien des Natura-2000-Netzes, zwei Naturschutzzonen besonderer Bedeutung liegen im Zuständigkeitsbereich des Nationalparks Donau-Drau. Das eine ist das Gebiet namens "Tolnai Duna" mit dem Kode HUDD20023, das zu den Außenbezirken von Paks (Konskriptionsnummer 0109, 0110/1a, 0110/2, 0110/3, 0111/1, 0111/2, 0112), zu Dunaszentbenedek (Konskriptionsnummer 014/2, 0136, 0137, 0141/1, 0141/2, 0141/3, 0142/3, 0142/4, 0141/5, 0142/6, 0148) und Úszod (Konskriptionsnummer 0155) gehört und auch zur Sicherheitszone gehörende Gebiete umfasst. Das andere ist das Gebiet namens "Dunaszentgyörgyi Láperdő", von dem ein zu den Außengebieten Paks gehörender Teil (Konskriptionsnummer 0147/3, 0157, 0162, 0163) in der Sicherheitszone des AKW gehört.

In der nächsten Umgebung des AKW sind auch noch die beiden Natura 2000-Gebiete, die sich auf dem Territorium des Nationalparks "Donau-Drau" befinden, namens "Paksi Ürgemező" (Gebietskode HUDD20071) bzw. "Pakis tarka száfrányos" (Gebietskode HUDD20071) zu finden. In der 30-Kilometerzone des Kraftwerks befindet sich weiters auch ein Natura-2000-Gebiet, das zum Nationalpark "Kiskunság" bzw. zum Nationalpark "Donau-Drau" gehört. Die Lage der Natura-2000-Gebiete zeigt Skizze 2.5. im Detail.

² Diese Zonen wurden aufgrund der Informationen des Nationalparks Donau-Drau und des Nationalparks Kiskunság zusammengestellt

Abbildung 2.5.: Natura-2000-Gebiete



Außer den landesweit wichtigen Naturzonen befinden sich auch zahlreiche andere, von der Auswahl des Standortes aus gesehen aber weniger wichtige Schutzzonen und schützenswerte Objekte in der Umgebung des Kraftwerkes. Die örtlichen Naturschutzzonen werden unter Punkt 5.4.5.1. aufgezählt. Ihre genaue Position zeigt Abbildung 2.4.

Die Tabelle 2.5. wiederum enthält die Baudenkmäler, denkmalartigen Gebäude der Siedlungen der weiteren Umgebung zum Kraftwerk, Gebiete mit Baudenkmalcharakter und Schutzzonen. 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 Naturschutzzonen 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.

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,
- ingenieursgeologische 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 dem Gebiet wegen seiner speziellen Ausformung gesichert bzw. gering,
- die Wassermenge der Donau macht 2.500 m³/s aus (nur fünfzehn bis zwanzig Prozent des Minimalwertes von 750 m³/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 km² 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 Industrierstoffe 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 Kraftwerkbetreibergesellschaft 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.

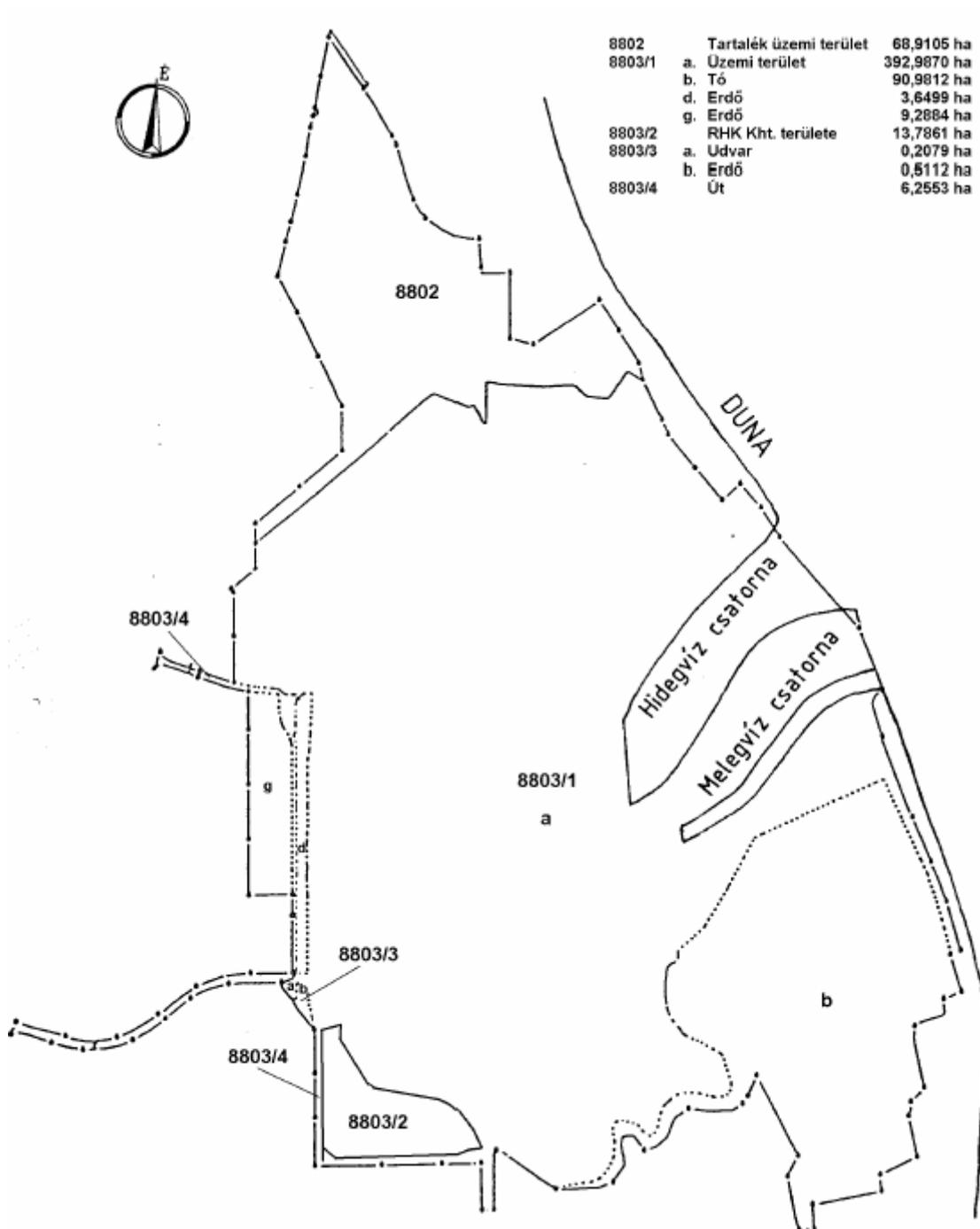
Abbildung 2.3. stellt die Grundstücksgrenzen des Geländes dar und die innerhalb dessen abgegrenzten Gebiete. Außer dem eng gefassten Betriebsgelände gehörten auch der Fischteich, die Anfahrtswege und die Wälder zur Außenzone. Die jeweilige flächenmässige Verteilung ist in Tabelle 2.6. angeführt.

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 2.6. Grundstücksgrenzen und innere Aufteilung des Kraftwerks



Die Immobilie mit der Konskriptionszahl 8803/2 mit der Flächengröße von 13 ha 7.861 m² 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 m² 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 Konskriptionsdaten 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 Sicherheitszonengrenzen 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 μ Sv/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.

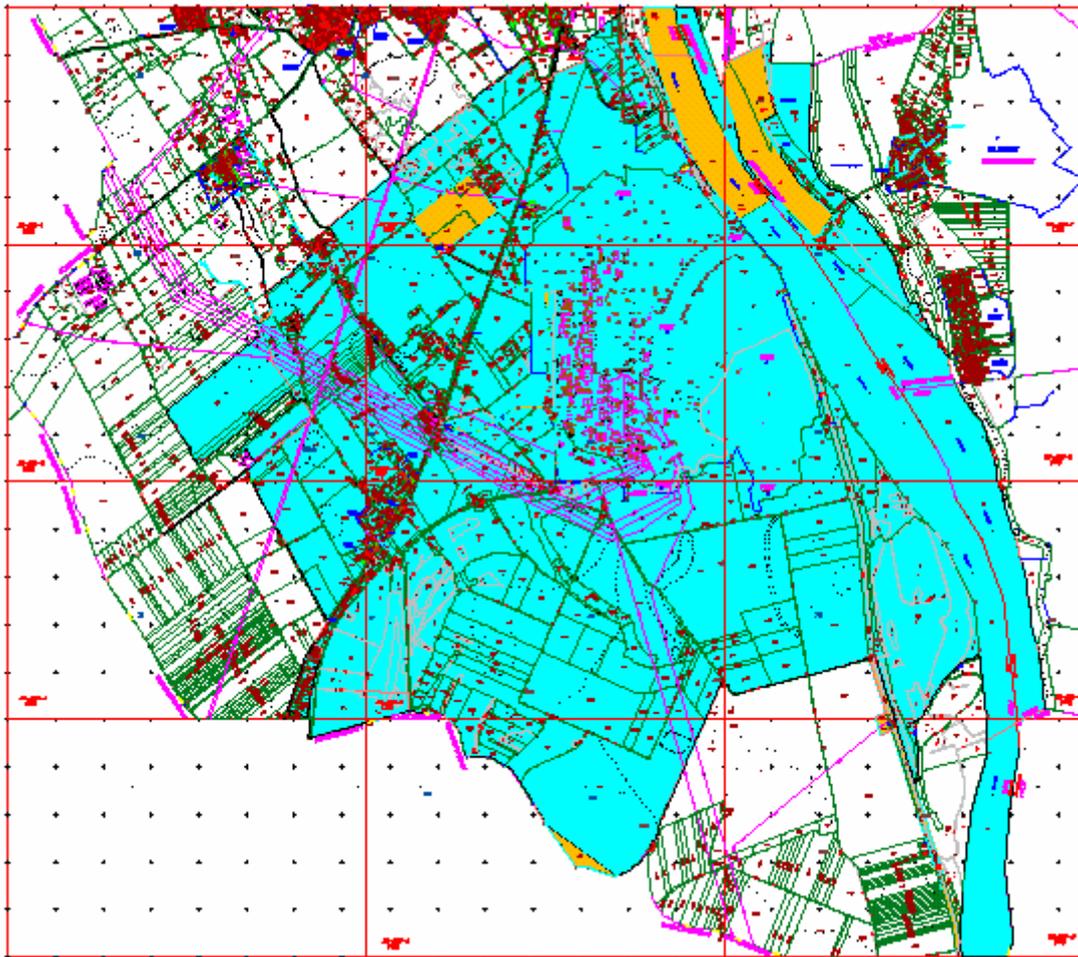
Gemäß der Grundbucheintragen kam es im Laufe des Jahres 2004 zu einer Bewertung des Bauverbots in der Sicherheitszone des AKW Paks. Nach der Einarbeitung der Immobilienevidenz in das Einheitliche Landesgrundrissystem (EOV) bzw. in das Einheitliche Landeslandkartensystem (EOTR) wurden den Territorien in den Außenbezirken von Paks neue Katastrernummern zugeteilt. Im Zuge dieser Einarbeitung wurden viele dieser Nummern eliminiert oder in andere Konskriptionsnummern integriert.

Die Sicherheitszone berührt die in der zentralen Innenzone und innerhalb Csámpas befindlichen Immobilien auf dem Verwaltungsgebiet von Paks. Von den elf zum inneren Bereich gehörenden betroffenen Böden gehören

zwei nicht zur Sicherheitszone. Von den neun restlichen Böden ist es bei einer, im Besitz der AKW Paks AG befindlichen Immobilie nicht zur Eintragung des Bauverbots gekommen. Im Falle der inneren Teile Csámpas ist es in allen Fällen zu einer Eintragung des Bauverbots gekommen. Die Sicherheitszone betrifft am ehesten die Außenteile von Paks. Das Bauverbot ist bei den Immobilien dieser Außenbezirke zum größten Teil bereits geschehen. Bei den gesammelten Daten fehlt aber bei siebzehn Immobilien eine Eintragung bezüglich des Bauverbots. Im Falle der zum Verwaltungsbereich von Dunaszentbenedek gehörenden Immobilien in der Sicherheitszone konnte bei zwei Feldern festgestellt werden, dass eine Eintragung bezüglich des Bauverbotes fehlt. Im Falle der Immobilien, die in den Verwaltungsbereich Uszód bzw. zur Sicherheitszone gehören, konnte festgestellt werden, dass die Eintragungen bezüglich des Bauverbots gemacht worden sind.

Die Sicherheitszone des AKW Paks – die Bauverbotszonen gesondert gekennzeichnet – zeigt Abbildung 2.7.

Abbildung 2.7.: Sicherheitszone des AKW Paks



Anmerkung: bei den blauen Zonen ist die Eintragung des Bauverbots erfolgt, bei den gelb gekennzeichneten nicht

Die geplante Betriebszeitverlängerung lässt eine Veränderung der Grenzen der jetzigen Sicherheitszone für unangebracht erscheinen.

Die AKW Paks AG wird im Laufe der Betriebszeitverlängerung ihre Tätigkeiten, die die örtliche Bauordnung betreffen unter Einhaltung dieser Vorschriften ausführen.

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

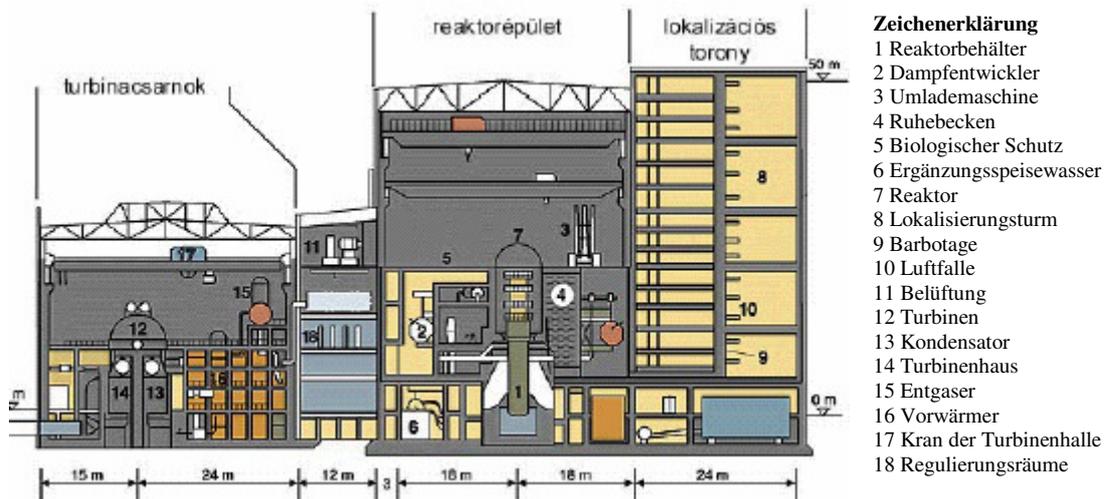
Die derzeit in betrieb befindlichen vier Blöcke sind Druckwasserreaktoren sowjetischer Planung des Typs VVER-440/213. Druckwasserreaktoren sind heute die am meisten verbreiteten Reaktorentypen in der Welt. Bei diesen rotiert der Wärmeträger in einem geschlossenen (Primär-)kreis des Reaktors und hat keinerlei direkten Kontakt mit der Außenwelt. Der Wärmeträger wird zu den Dampfentwicklern geleitet, wo die Hitze auf der Sekundärseite der Dampfentwickler 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 Dampfentwickler. 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 Dieseldgeneratoren in Betrieb. Einen Querschnitt durch das Reaktorhauptgebäude mit Bezeichnung des Lokalisationsraumes für Störfälle zeigt Abbildung 2.8.

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 2.8. 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. Über die in der Tabelle angeführten ungarischen Produktionswerte hinaus, importierte Ungarn 2004 7.472 GWh an elektrischer Energie.

Tabelle 2.8. Elektroenergieproduktion Ungarns

Name	1990		2003		2004	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Braunkohle	4.607	16,8	2.925	8,6	2.740	8,1
Lignit	2.605	9,5	5.703	16,7	4.974	14,8
Schwarzkohlehalbfertigprodukte	942	3,4	627	1,8	514	1,5
Aus Kohle gesamt	8.154	29,7	9.286	27,2	8.229	24,4
Heizöl	914	3,4	1.640	4,8	744	2,2
Erdgas	4.486	16,3	12.027	35,2	12.005	35,6
Aus Kohlenwasserstoffen	5.400	19,7	13.667	40,0	12.749	37,8
Aus fossilen Energieträgern	13.554	49,4	22.953	67,2	20.798	62,2
Windenergie					5	0,0
Wasserenergie	178	0,6	178	0,5	210	0,6
Biomasse					513	1,5
Sich erneuernde Träger + Müll					87	0,3
Atomenergie	13.731	50,0	11.013	32,3	11.915	35,4
Summe	27.463					

Quelle: Statistische Daten zum ungarischen Stromsystem 2004 (MVM)

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 Dampferwickler 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 vergrößernden 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 ankauft 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 Grundwas-

sers. 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 Bürgerschicht, 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 Stiegenhäuser,
- 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 .

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 den 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 Kraftwerkes 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 m² 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 Basiselektroenergie.

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 Dampferwickler (GF) und ein Hauptabschlussschiebeschloss (FET) sowie die die einzelnen Bestandteile miteinander verbindenden, aus rostfreiem Stahl bestehenden Rohre mit einem Durchmesser von fünfhundert 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 Dampferwickler 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.

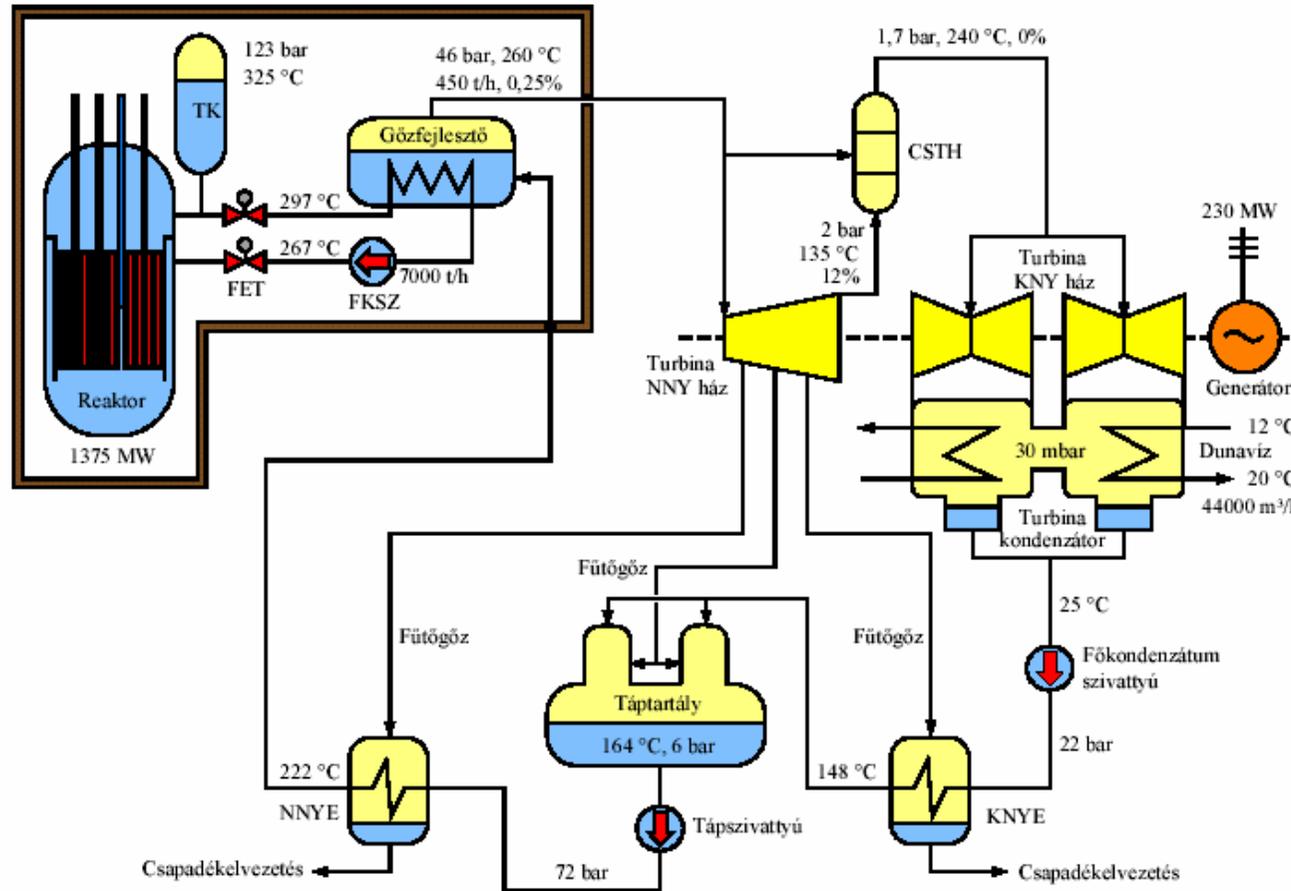
Zum Zwecke des Ausgleichs der Druck- und Volumenänderungen im Primärkreis enthält das Kühlsystem des Reaktors einen Volumenausgleicher, der mit dem nicht ausschließbaren Hitzezweig einer Schleife verbunden ist.

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:

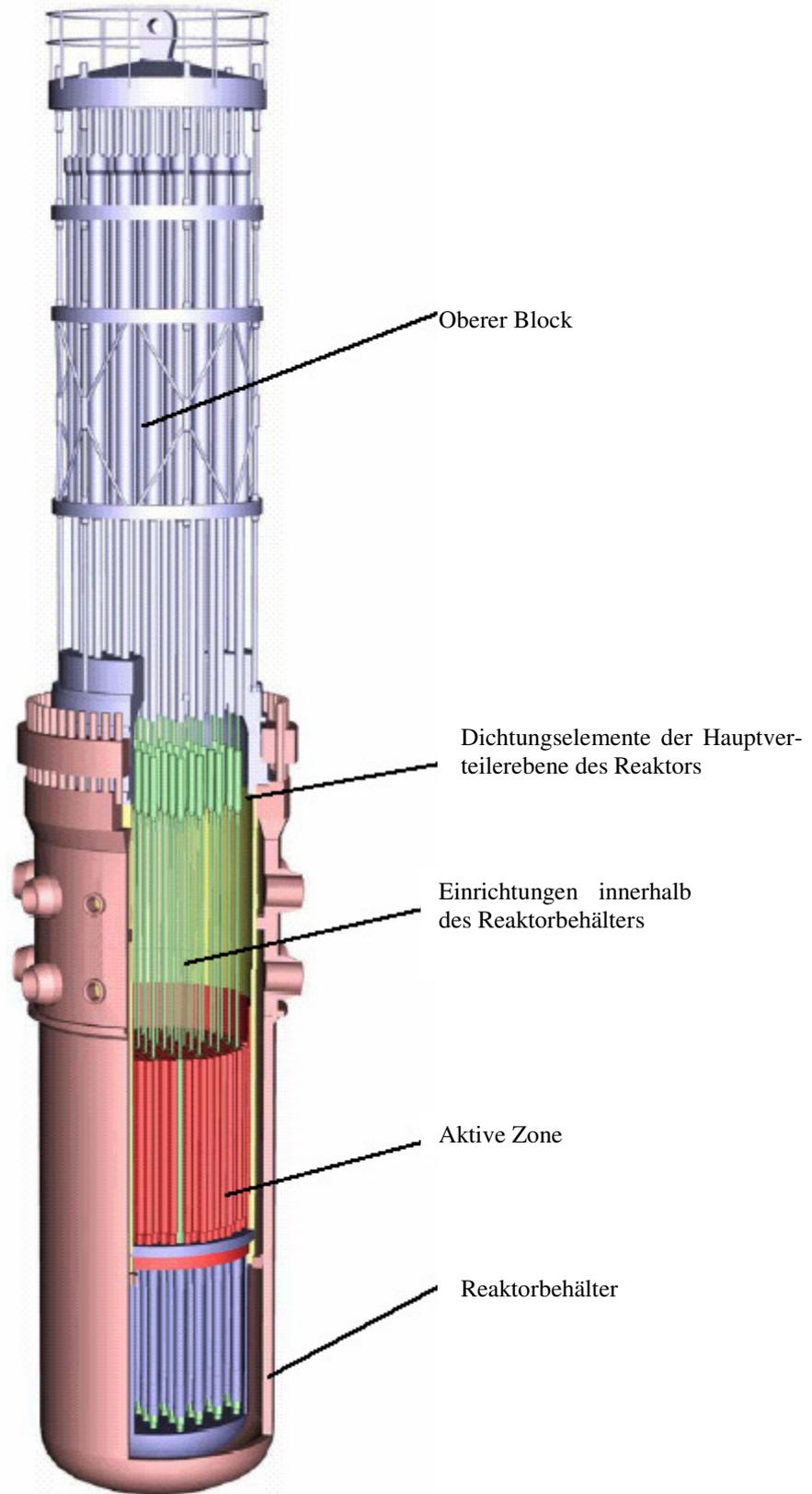
- Reaktorbehälter,
- Einrichtungen innerhalb des Reaktorbehälters,
- aktive Zone,
- Regelungs- und sicherheitstechnisches Systems (SZBV) für den oberen Block mit Antrieb,
- Dichtungselemente der Hauptverteilerebene des Reaktors.

Abbildung 2.10.: Prinzipielles Schaltsystem der wichtigsten Einrichtungen des Primär- und des Sekundärkreises



- Gőzfejlesztő = Dampfenwickler
- Csapadékelvezetés = Niederschlagableitung
- FLKSZ = Hauptzirkulationspumpe
- Fűtőgőz = Heizedampf
- Szivattyú = Pumpe
- TarTassy = Behälter
- FET= Hauptabschlussschiebeschloss

Abbildung 2.11.: 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, Festhalterunge 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 Dampferwickler,
- Wiedergewinnung der konzentrierten Borlösung der bei Betriebsbeginn abgelassenen 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, Baldur-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 Hauptschliessschiebeschlosses 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 Brennsteuerstäbe 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 Erweiterer eigene Rohre zum Dampfhauptkollektor. In jeder Leitung gibt es Sicherheitsventile, schnellarbeitende pneumatische Schiebeschlosser für einzelne Bereiche und Hauptbereichsschiebeschlosser.

Von den einzelnen Dampfhauptkollektoren 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 vorzuentsorgen, 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 den 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 entsorgen, 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 m³-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 System 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 Atomkraftwerks, 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.

Störfallkühlssysteme der Zone (ZÜHR)

Die Störfallkühlssysteme der Zone (ZÜHR) stellen das mit Bor versetzte Kühlwasser bei Störfällen, die mit Verlust des Kühlmediums einhergehen, bei. Die Notkühlssysteme 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 Dampferwicklers

Zum Zweck einer sicheren Wasserversorgung der Dampferwickler 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 Dampferwickler aus dem Entgaserbehältern zu sichern.

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

Zu den Störfallsystemen des Dampferwicklers 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 Dampferwicklers 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 Notkühlsystem 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 Dieselgeneratoren 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 Atomkraftwerks 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 siebzig 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 Wiederauffüllung 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 (ÜRIK),
- 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
- Rekonstruktion des Kontrollsystems für Emissionen und Strahlenschutz der Umgebung (KKSER).

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 Zusatztätigkeiten entsprechend organisiert und geregelt wären und – neben der Durchführung der vorgeschlagenen Verbesserung – die Behörde die Betriebsgenehmigung für weitere zwölf Jahre ausstellen könne.

Gegenwärtig sind alle vier Blöcke in Betrieb. Wegen des Vorfalles vom 10. April 2003 im Zuge einer Beschädigung des Brennstabes im Schacht von Block 2 war dieser Block lange im Kühlzustand. Block 2 wurde im September 2004 mit der Genehmigung der zuständigen Behörden wieder in Betrieb genommen, die prinzipielle Genehmigung zur Bergung des beschädigten Brennstoffes und zur Freilegung von Schacht 1 wurde von der OAH NBI erteilt, die Arbeiten zur vollständigen Beseitigung des Störfalles können 2006 beginnen.

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 Frischeelementelagerstätte 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 Alsthorn 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. Gemäß des Arbeitsprogramms 2005 der RHK Kht. wurde im Juni 2005 mit dem Ausbau der II. Phase der KKÁT-Deponie begonnen. In deren Rahmen wurde mit dem Bau- und Konstruktionsarbeiten für eine Lagerungsstätte begonnen, die für die Lagerung weiterer 2.250 Brennkassetten geeignet sein wird.

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, kom-

munaler 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 wir 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 Bq/g sein,
- als hochaktiv wird jener Abfall erachtet, deren Wärmeleistung den Wert von 2 kW/m^3 erreicht oder überschreitet.

Davon abweichende, auf grundsätzliche Strahlenschutzgesichtspunkte aufbauende Bestimmungen enthält die zur Zeit in Überprüfung befindliche MSZ, ungarische Industrienorm, Nr. 14344/1:2004, wobei hier die Einteilung davon abhängt, wie sich die Aktivitätskonzentration der im Abfall befindlichen Radioisotopen zur radioisotopenfreien Aktivitätskonzentration verhält (MEAK):

Aktivitätskonzentration kleiner Aktivität $1 \text{ MEAK} - 10^3 \times \text{MEAK} [\text{Bq/g}]$

Aktivitätskonzentration mittlerer Aktivität $10^3 \times \text{MEAK} - 10^6 \text{ MEAK}$ [Bq/g]

Aktivitätskonzentration hoher Konzentration über $10^6 \times \text{MEAK}$ [Bq/g]

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 (bis zu einer Dosisleistung von 2mSv/h und/oder einer Masse von 20 kg) und in 200-Litermetallfässern (bei einer Dosisleistung über 10 mSv/h und/oder einer Masse von 240 kg).

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 ³]	Abfallmenge nach Behandlung [m ³]	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
2003	920,3	218,6	1.093
2004	683,7	151,8	759

* Anstieg wegen Anreicherung des Schlammes mit Kieselsteinerde

Der feste, hochaktive Müll nach MSZ 14344-1:2004 wird nach seiner Zerstückelung und dem Abbau in einer ihre Wiedergewinnung sichernden Verpackung in den Lagerungswegen des Reaktorgebäudes untergebracht.

Beim aktiven Schlamm fielen in der vergangenen Zeit sechs bis neun 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.) Im Zuge des Betriebes des Kraftwerkes sind zwischen 1983 und 2004 insgesamt 123,3 m³ Schlamm angefallen.

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

Aus den Angaben der Tabelle lässt sich herauslesen, dass jährlich 580 bis 660 Fässer Abfall anfallen, die Maximalwerte bei 1.100 bis 1.400 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 m³ 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 6.072 Stück Fässer erfolgt bis zur Fertigstellung der Deponie in den Haupt- und Nebengebäuden, deren totale Lagerungskapazität 8.002, also noch 1.930 Fässer beträgt.

Vorübergehende Lagerung hochaktiven Materials im Bereich des Kraftwerkes nach MSZ 14344/1-2004

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 m³ Lagerkapazität, im Zuge des bisherigen Betriebes hat sich im AKW Paks bis 31. Dezember 2004 ca. 60 m³ Müll hoher Aktivität gebildet, zur Lagerung stehen dementsprechend noch ca. 160 m³ zur Verfügung.

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 Dampfwirklers,
- 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 Wasserschächten 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 Ionenauschharze 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 saubere 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 (damit kann gesichert werden, dass sich geringere Mengen an flüssigem, radioaktivem Müll bildet),
- 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),
- 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 m³ 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 m³ für Verdickungsabfälle, zwei Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 490 m³ für verbrauchte Austauschharze, ein Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 381 m³ für Störfälle und ein Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 24 m³ für verschmutztes Öl.

In Behelfsgebäude Nummer 2 befinden sich vier Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 381 m³ für Verdickungsabfälle, drei Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 381 m³ für verbrauchte Austauschharze, ein Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 381 m³ für Störfälle und ein Stück Behälter mit einem nominellen Volumen von 24 m³ für verschmutztes Öl.

Zum Zweck der Vergrößerung der Lagerkapazitäten kam es 2004 zur Erweiterung des Behälterparks für flüssigen radioaktiven Abfall bei Behelfsgebäude 2. Im Erweiterungsgebäude wurden acht Lagerbehälter aufgestellt. (Die OAH erteilte am 3. August 2005 in ihrem Beschluss RE-4069 die Betriebsgenehmigung.) Laut den Zulassungsplänen umfasst dies den sogenannten ersten Abschnitt. Im Zuge der Erweiterung wurden drei Stück 550m³, drei Stück 400m³-Behälter zur Lagerung von Konzentraten, ein Stück Behälter mit einer nominellen Größe von 550m³ für Störfälle und ein Stück Behälter mit einem Nominalvolumen von 400 m³ für Dekontaminierlösungen geschaffen. Die Art und Weise des Ausbaus bietet Möglichkeiten für einen weiteren Ausbau (Phase II.)

Die im Dezember 2004 in den Abfallagerstätten der Behelfsgebäude gelagerten Flüssigkeitsarten und -mengen gibt Tabelle 2.10. im Detail wieder. In der Tabelle wurden auch die nach der Erweiterung zur Verfügung stehenden Behälter angeführt. (Nach betrieblichen Erfahrungen ist die Kapazität der Behälter für flüssigen Abfall in der Regel um fünf bis zehn Prozent größer als deren Nominalvolumen, weshalb die Tabelle die gemessenen Volumen anführt.)

Im Zuge des Betriebs sind bis 31. Dezember 2004 insgesamt 4.645m³ Verdampfungsrückstände entstanden, wovon 2.625 m³ im Ausbau I, 2.020 m³ im Ausbau II. gelagert werden. Die im Zuge des Betriebs entstandene Menge der ausgebrannten Ionentauschharze beträgt in den beiden Behelfsgebäuden insgesamt 114,1 m³, deren Lagerung je nach Ausbauphase in einem Abfallagerungsbehälter erfolgt. Die Menge der im Zuge des Betriebs entstandenen Evaporatorsäurelösungen macht 250 m³ aus, die Lagerung erfolgt in den Abfallagerstätten von Ausbauphase II.

Tabelle 2.10.: Menge und Art der flüssigen Abfälle des AKW Paks

	Alphanumerisches Zeichen	Behälterkapazität (m ³)	Geplante Lagerungsfunktion	Name der gelagerten Mittel	Menge (m ³)	Anreicherung (%)
Behelfsgebäude 1	01TW30B001	550	Konzentrat	Konzentrat (Block 2)	385	66
	01TW30B002	550	Konzentrat	Konzentrat	580	100
	01TW30B003	550	Konzentrat	Konzentrat	580	100
	01TW30B004	550	Konzentrat	Technologische Borsäurelösung	400	69
	01TW30B005	550	Konzentrat	Konzentrat	580	100
	01TW10B001	490	Harz	Konzentrat	500	100
	01TW20B001	490	Harz	Ionenausharze und Transportwasser	500	100
	01TW15B001	550	Behälter für Störfälle		0	0
Behelfsgebäude 2	02TW30B001	381	Konzentrat	Konzentrat	400	100
	02TW30B002	381	Konzentrat	Konzentrat	400	100
	02TW30B003	381	Konzentrat	Konzentrat	400	100
	02TW30B004	381	Konzentrat	Evaporatorsäurelösung	250	63
	02TW10B001	381	Harz	Ionenausharze und Transportwasser	385	100
	02TW10B002	381	Harz	Konzentrat	385	100
	02TW10B003	381	Harz	Konzentrat	385	100
	02TW15B001	381	Behälter für Störfälle	Konzentrat	50	13
Erweiterung des Behälterparks	02TW80B001	550	Konzentrat		0	0
	02TW80B002	550	Konzentrat		0	0
	02TW80B003	550	Konzentrat		0	0
	02TW80B0014	400	Konzentrat		0	0
	02TW80B005	400	Konzentrat		0	0
	02TW80B006	400	Konzentrat		0	0
	02TW85B005	550	Behälter für Störfälle		0	0
	02TW80B001	400	Dekontaminierungslösung		0	0

Die zur Zeit gelagerte Menge an flüssigen radioaktiven Abfällen und die seit der Inbetriebnahme im Schnitt jährlich anfallenden Mengen zeigt Tabelle 2.11.

Tabelle 2.11.: Mengen des flüssigen radioaktiven Abfalls

	Jährlicher Anfall im Schnitt, [m ³]	Zur Zeit gelagert, [m ³]
Harz	5-6	114,1
Verdampfungsreste	240-260	4.645
Evaporatorsäurelösung	12-15	250

Vor der Fertigstellung stehenden Aufarbeitungssysteme für radioaktive Abfälle

Neben den bereits in Betrieb befindlichen Systemen beabsichtigt die AKW Paks AG neue Systeme zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle zu realisieren, deren grundlegendes Ziel die Verringerung der Abfallmenge sein wird bzw. die Verarbeitung des flüssigen Abfalls. Die geplanten bzw. vor der Realisierung stehenden Technologien sind die folgenden:

Flüssiger radioaktiver Abfall:

- Technologie zur Aufarbeitung flüssigen radioaktiven Abfalls
- MOWA Zementierungstechnologie
- Verfestigung des Schlammes

Abfälle kleiner oder mittlerer Aktivität:

- Veränderung der selektiven Einsammelungspraxis
- Trocknung
- Superkompaktierung
- Vorübergehende Lagerung

Eine Vorstellung sowie eine Bewertung der Charakteristika der bereits in Betrieb befindlichen und geplanten Technologien bzw. eine Evaluierung der Lagerungskapazitäten des Kraftwerkes bezüglich der unterschiedlichen Müllsorten enthält Beilage 2.

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 provisorische Charakter der Lagerung, da eine endgültige Lagerung der Abfälle auf dem Gebiet des Kraftwerkes 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 Üveghuta 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 Üveghuta 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 Üveghuta 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-ERÖTERV 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. 2005 wurde schließlich auch die Vorstudie für eine Umweltverträglichkeitsprüfung abgeschlossen, die im August 2005 auch bei der "Oberaufsicht für Umwelt- und Naturschutz sowie Wasserfragen für die Region Zentraltransdanubien" zum Zweck der Einleitung eines Umweltgenehmigungsverfahrens eingereicht worden ist. Die Vorbereitungsphase der Umweltverträglichkeitsprüfung wird am 18. Jänner 2006 mit der Ausgabe des Beschlusses 3535/06 seinen Abschluss finden.

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

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 abgeriegelten 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 abgeriegelten, unter Hochdruck stehenden Raum über die organisierten Sickerungen hinaus primär Wärmemedium gelangt, zu Zweck der Luftreinigung außer den Rezirkulationssystemen, die Wartungsaugeneinrichtungen (Aerosol- und Jodfilter), die Grundaufgabe der Saugeneinrichtungen ist es zur Zeit der Umlagerungs- und Wartungsarbeiten die normalen Betriebsverhältnisse in den hermetisch abgeriegelten, 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 Isotope.

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 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.

Emission radioaktiver Stoffe aus dem Kraftwerk

Mit 2004 trat mit Verordnung 15/2001 (6. VI.) des Umweltministeriums ein neues Emissionsbeschränkungsgesetz in Kraft, die sowohl die flüssigen als auch die atmosphärischen Emissionen mit den isotopenspezifischen Emissionsgrenzen, die aus der Dosisbeschränkung für Atomkraftwerke ($90 \text{ } \mu\text{Sv}$) abgeleitet werden, vergleicht. In Tabelle 2.12. werden die summarischen Emissionswerte in und die dazugehörigen Emissionsgrenzwerte in Gruppen gefasst.

Tabelle 2.12. Zusammengefasste Emissionsdaten des AKW für 2004

Isotopen-Gruppen	Gesamtemission [Bq]	Emissionsgrenzwerte - Kriterien
Atmosphärische Emissionen		
Korrosions- und Spaltprodukte	1,31 x 10 ⁹	3,00 x 10 ⁻⁴
Radioaktive Edelgase	3,35 x 10 ¹³	5,05 x 10 ⁻⁴
Radiojod	1,94 x 10 ⁸	8,34 x 10 ⁻⁵
Tritium	3,26 x 10 ¹²	1,90 x 10 ⁻⁵
Radiokarbon	6,92 x 10 ¹¹	2,83 x 10 ⁻⁴
Atmosphärische Emission Gesamt		1,19 x 10 ⁻³
Flüssige Emissionen		
Korrosions- und Spaltprodukte	1,59 x 10 ⁹	9,32 x 10 ⁻⁴
Tritium	1,60 x 10 ¹³	5,52 x 10 ⁻⁴
Alpha-Strahler	2,65 x 10 ⁵	3,69 x 10 ⁻⁷
Flüssige Emissionen - Gesamt		1,48 x 10 ⁻³

In der Gesamtheit kann festgestellt werden, dass das AKW 2004 die Emissionsgrenzen zu 0,27 Prozent ausgenutzt hat (Kriterium des Emissionsgrenzwertes: $2,67 \times 10^{-3}$), davon machten die flüssige 0,15 Prozent, die atmosphärischen 0,12 Prozent aus.

Das Kriterium des Emissionsgrenzwertes für ein gegebenes Isotop und bezüglich der Emissionsweise ist der Quotient des Emissionsgrenzwertes und der Emissionsmenge, der wie folgt berechnet wird:

$$\sum_{ij} \frac{R_{ij}}{El_{ij}} \leq 1$$

wobei:

El_{ij} = Emissionsgrenzwert (Bq/Jahr) des Radionuklids i in Bezug auf Emissionsweise j

R_{ij} = Jahresemission (Bq/Jahr) des Radionuklids i bezogen auf die Emissionsweise j

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 m³ aus, die zugelassenen Verbrauchsmenge beträgt 350.000 m³/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 m³/Minute, das sich wie folgt zusammensetzt:

- Wasserbedarf für Betriebshauptgebäude 10,2 m²/Minute
- Löschschaumbildung des größten Kabeltunnels im Hof 0,4 m²/Minute
- Wasserbedarf der Löschschaumbildung für Ölfeuer im Turbinenhaus 0,8 m²/Minute

Erste Wasserquelle des Löschwassersystems ist das Brunnensystem 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 m³/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 Dieselmotor 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 m³ Wasserreservoir, seine Auffüllung erfolgt durch das Löschwassersystem. Für das Auffüllen der Feuerwehrwagen 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 Aufbreitung, Feinfiltrierung 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 Bremsenrichtungen installiert worden.

Die Bauten des Wassereinlasses und die Maschinen sichern gemeinsam eine reibungslose Erfüllung der ihnen zugedachten 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:

- De Normalverbrauchern des Kraftwerkes Kühlwasser beizustellen, dessen Parameter besser las 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 m³/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 kalkhaltige Vorenthärterreaktor weiter.

Die kalkhaltige Vorenthärtung findet im Klärreaktor statt. Die Vorenthärtung erfolgt mit Kalkmilch. Der Reaktor kann maximal 360 m³/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 m³/h. Ein Entsalzungsblock besteht aus drei Ionentauschbehältern, in der Reihenfolge der Bearbeitung, Bindung organischer Stoffe, Kationentauscher, Anionentauscher, während sich die Feinentzalungsanlage auf den Gemischtbettfiltern befindet.

Getrennte Leitungen versehen in der Folgedie je drei Stück 1.000 m³ Behälter von Block 1 und 2 sowie Block 3 und 4 mit entsalztem Wasser sowie die 4 x 500³ 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 Abwassersystem 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 m³ pro Jahr. Das heißt, dass die gegenwärtige Kapazität von 1.870 m³/Tag zur Zeit nicht ausgenutzt ist, die Menge des rohen Schmutzwassers beträgt zur Zeit 700 bis 1.100 m³/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 Wassereinlauf aufgefangenen, bei den Filteranlagen angesammelten Abfälle (ca. 1.800 m³/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 m³/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 Feuerwehrkaserne, bei Dieselmotorenhaus, beim Hochdruckkompressorhaus, bei der Turbineölzentrifuge und bei der Ölabsaugstation an der Bahn, ihre Menge beträgt 235-290 m³/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 m³ 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 Schmutzwasserschamm.

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. Die Behörde hat am 3. März 2005 die Genehmigung erteilt, auf Grund derer nun die Realisierung erfolgt.

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 Industrieeinrichtungen, 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 anberachtet der Distanz potenziell keine Gefahr.

Tabelle 2.13: Am Standort AKW Paks gelagerte Gefahrenstoffe und ihre Lagerstätten

Quelle	Inhalt	Menge	Distanz vom Block
Stickstoffbetrieb	Stickstoff in Gasform Flüssigstickstoff	60 m ³ (9 bar), 60 m ³ (140 bar) 16 m ³ (2.5 bar), 50 m ³ (9 bar)	300 m
Wasserstoffbetrieb	Wasserstoff in Gasform	300 m ³ (9 bar)	300 m
Abbau von Chemikalien	Salzsäure Salpetersäure	Entdampfung nur bei Abbau Entdampfung nur bei Abbau	>250 m
Wasseraufbereitungsanlage	Salpetersäure Salzsäure Natriumhydroxid Schwefelsäure	32 m ³ (60%) 400 m ³ (32%) 300 m ³ (40%) 1 m ³ (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 2004 auf der Betriebsstätte zur Verwendung gelangten Gefahrenstoffe und die gelagerte Menge bietet Tabelle 2.14.

Tabelle 2.14. Menge der verwendeten und am Betriebsgelände gelagerten Gefahrenstoffe 2000-2002

Material	Liefereinheit	Jährlich verbrauchte Menge					Am Gelände gelagerte Menge, auf Lager 31.12.2004	Jährliche Lieferhäufigkeit und Gesamtmenge
		2000	2001	2002	2003	2004		
Azetylen	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	0 86,4 kg 270 kg	0 36 kg 40 kg	0 kg 36 kg 40 kg	11x 129,6 kg 2x 100-200 kg
Alkohol	Fass 200 l	610 l	942 l	707 l	1201 l	748 l	233 l	4x800 l
Benzin	Behälterwagen 33-er Mischung 95-er	5.035 l 5.248 l	10.988 l 8.955 l	9.789 l 7.187 l	0 8542 l	0 8613 l	0 3.928 l	In den letzten vier Jahren nicht 4x 30.000 l
H₂ 160 bar	Flaschen 6 m ³	42 m ³	702 m ³	606 m ³	600 m ³	1152 m ³	1194 m ³	4x 600 m ³
Hydrazin	Spezialcontainer 1.000 l	75.760 l	67.900 l	4.590 l	43.502 l	39770 l	19.400 kg	7x 67.900 l
H₂SO₄ auf 100% berechnet	Kunststoffballon 25 kg 96% 92%	50 kg 1.200 kg	7 5 kg 5.000 kg	36 kg 980 kg	205 kg 3.030 kg	0 3.876 kg	125 kg 985 kg	1-2x 100 kg 5x 1000 kg
HCl 33 %	Behälterwagen Tonnen	381 t	435 t	247 t	526,98 t	447.269 t	103,092 t	18x 12-13 t
NaOH	Behälterwagen Tonnen	208 t	190 t	135 t	212,11 t	195.709 t	56,703 t	7x 200 t
O₂ 200 bar	Flasche 4 m ³ 10 m ³	112 m ³ 820 m ³	152 m ³ 730 m ³	152 m ³ 460 m ³	116 m ³ 770 m ³	188 m ³ 540 m ³	40 m ³ 150 m ³	10x 152 m ³ 7x 550 m ³
Diesel	Behälterwagen geringschwermetallhaltig Diesel	80036 l 96000 l	88810 l 86525 l	72000 l 52809 l	70.529 l 49.200 l	67.848 l 46.360 l	948000 l	10x 80000 l
Phosphorsäure 100%	Kunststoffballon 60 l	50 l	50 l	100 l	80 l	120 l	40 l	1-2x 100 l
Ammoniumhydroxid	Kunststoffballon 60 l	120 l	1000 l	128 l	10.860 l	26.760 l	9400 l	5 x 5000 l
Wasserstoffperoxid	Kunststoffballon 60 l	1482 l	300 l	0 l	1 l	18 l	300 l	1 x 100 l
Zitronensäure 100 %	Sack 25 kg	3500 kg	5975 kg	1400 kg	1.700 kg	2000 kg	225 kg	1 – 5 x 1000 l
Oxalsäure 100 %	Sack 25 kg	2255 kg	5925 kg	1265 kg	1.100 kg	1.230 kg	1935 kg	1- 2 x 1.2000 kg
KMnO₄	Zsák 25 kg	400 kg			350 kg	252,5 kg	450 kg	1-2 x 800 kg
Flüssigstickstoff	Behälterwagen 25 m ³ , -196 °C (14 000 m ³)	56.2770 m ³	62.7030 m ³	54.4390 m ³	535.680 m ³	522.410 m ³	29.000 m ³ auf Gas umgelegt 0,686 m ³	42x 8.000- 14.000 m ³

Salpetersäure	Behälterwagen Kg	9.000 kg	13.000 kg	14.402 kg	18.119 kg	16.000 kg	19.291 kg	1x 12.000 kg
Borsäure	Sack 25 kg	35.900 kg	33.000 kg	32.356 kg	53.000 kg	59.000 kg	24.200 kg	2x 30.000 kg
Eisensulfat	Gehäuft oder Sack kg	22.120 kg	30.320 kg	15.520 kg	16.000 kg	21.000 kg	10.000 kg	6x 5.000 kg
Kalkhydrat	Behälterwagen Tonnen	201,63 t	284,5 t	178 t	300 t	220,08 t	85,03 t	15x 14-21 t

2.2.3.4. Andere verbundene Tätigkeiten, technologische Systeme

Im Kraftwerk befinden sich zahlreiche technologische Systeme, 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 Elektronetz: 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 Schiffsweg 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 Öcsény (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 m³/Tag.

2.2.5. Allgemeine technische Lösungen und Voraussetzungen zur Verwirklichung einer Leistungssteigerung

Begründung und Vorbereitung der Leistungssteigerung

Im Interesse der Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit hat sich die AKW Paks AG die Senkung der Produktionseigenkosten zum Ziel gesetzt. Einer der effektiven Methoden dafür ist eine Steigerung der Produktionsmenge. Eine Steigerung der Produktionsmenge kann über eine bessere Ausnutzung der gegebenen Kapazitäten erfolgen oder eben mit einer Steigerung der Kapazität. Nachdem die Betriebsbereitschaft ständig geworden war hat sich die AKW Paks AG eine erhöhte Produktion über die Steigerung der Kapazität zum Ziel gesetzt.

Im AKW Paks ist es bereits früher zu Umbauten gekommen, die in erster Linie den Sekundärkreis betroffen hatten, den Wirkungsgrad steigern konnten, und als deren Ergebnis die Original-VVER-440 MW Blöcke zur Zeit mit 470 MW operieren. Weitere Maßnahmen zur Steigerung des Wirkungsgrades wären wirtschaftlich nicht mehr vom Vorteil, weshalb die Steigerung der Wärmeleistung des Reaktors ein möglicher Weg der Kapazitätssteigerung wäre.

Zum Zweck der Festlegung des Ausmaßes der Leistungssteigerung und der Festlegung der zielbringendsten Vorgangsweisen hat des Atomforschungsinstitut ("Atomenergiái Kutatóintézet") des KFKI (des "Zentralen Forschungsinstituts für Physik") eine Machbarkeitsstudie durchgeführt. Die Machbarkeitsstudie wurde nach einer nahezu ein Jahr langen Arbeit im Dezember 2001 fertiggestellt. [17] Die Studie bot einen Überblick über die möglichen Vorgangsweisen einer Produktionssteigerung, deren Auswirkungen auf die einzelnen Systeme des Kraftwerks, verwies auf die engen Parameter und machte schließlich einige Vorschläge für die Hauptschritte eines Programms zur Leistungssteigerung. Sie stellte fest, dass mit den gegenwärtigen Brennstoffbündeln die Reserven für eine Leistungssteigerung recht limitiert wären, damit maximal eine Steigerung von drei bis vier Prozent erreichbar wäre – weshalb eine Weiterentwicklung des Brennstoffes notwendig sei, was in der Folge eine Leistungssteigerung um 108 Prozent ermöglichen würde.

Nach der Fertigstellung der Machbarkeitsstudie wurde das Konzept einer Leistungssteigerung fertiggestellt, in der die für eine Leistungssteigerung notwendigen Umbauten finalisiert und die einzelnen Realisierungsschritte festgelegt wurden.

Im Interesse der Verwirklichung der beiden strategischen Ziele des Atomkraftwerks entstand die Projekte für eine Betriebszeitverlängerung und eines für die Leistungssteigerung. Im Interesse dieser Zielsetzungen müssen die Arbeiten des Projektes Betriebszeitverlängerung bzw. jenes für die Leistungssteigerung koordiniert sein, zudem darf das Projekt der Leistungssteigerung jenes für die Betriebszeitverlängerung nicht behindern oder gar negativ beeinflussen. In diesem Zusammenhang hat die VEIKI AG im Auftrag der AKW Paks AG die Bewertungsstudie "Die Auswirkungen einer Leistungssteigerung des Kraftwerkes auf die Alterungsprozesse der Haupteinrichtungen der Blöcke" angefertigt. [18]

Die Analyse stellte fest, dass eine geplante Option zur Leistungssteigerung und damit aus den veränderten Umständen hervorgehenden Wirkungen, die die Alterungsprozesse beschleunigen, eine allfällige Betriebszeitverlängerung des AKW Paks um maximal zwanzig Jahre nicht maßgeblich beeinflussen würden. Die Wirkungen einer eventuellen Leistungssteigerung können schon mittels der eingeführten, vor der Einführung stehenden bzw. noch einzuführenden Maßnahmen zur Behandlung der Alterungsprozesse sicher minimalisiert werden.

Sicherheitsbewertung eines Betriebes bei erhöhtem Leistungsniveau

Noch vor der Realisierung der Leistungssteigerung muss festgesetzt werden, mit welcher Wirkung diese auf die Ergebnisse der vorschriftsmäßig zu untersuchenden Betriebsstörungen einhergehen. Selbstverständlich war dabei ein Erfordernis, dass die Akzeptanzkriterien sich nicht verändern oder gar verletzt werden dürfen. Die Kontrolle der Auswirkungen einer Leistungssteigerung geschah unter einer vollständigen Wiederholung der Sicherheitsanalysen (-berechnungen). Die Durchführung der Berechnungen erfolgte bereits unter Berücksichtigung der veränderten Reaktorleistung und der geplanten Veränderungen auf eine Weise, dass die Auswirkungen der Leistungssteigerung auf die reaktorphysikalischen Rahmenparameter, die Einstellungswerte für die Sicherheitszeichen und auf die wichtigsten Parameter des Blocks untersucht wurden.

Die Ergebnisse der Analysen haben eindeutig ergeben, dass eine Leistungssteigerung keinesfalls zu einer Verletzung der Akzeptanzkriterien führt, also zu einer Überschreitung der Grenzwerte, ja nicht einmal eine maßgebliche Reduktion der Reserven bis zur Erreichung der Grenzwerte erwartet werden muss.

Bei der Durchführung der Analysen kam es auch zu einer Berechnung jener radioaktiven Emissionen und der entstehenden Dosiswerte, die im Gefolge eines durch einen Bruch der größten Rohre (LOCA) eintretenden Störfalles auftreten könnten, sowohl bei der jetzigen Leistung als auch bei einer eventuellen Leistungssteigerung – mit dem Ziel, eine Vergleichsuntersuchung ausführen zu können.

Die wichtigsten Feststellungen dieser Studie:

- aus den thermohydraulischen Analysen geht hervor, dass dank der veränderten Parameter des Hydroakkumulators die bei einem Bruch abfließende integrierte Massenmenge und Energie – in der Zeit, in dem im Containment ein Überdruck herrscht – im 100 Prozentfall größer ist als im Falle von 108 Prozent,
- das Verhalten des hermetischen Raumes ist gemäß den thermohydraulischen Analysen im 100-Prozentleistungsfall ebenfalls schlechter: Der maximale Druck im Containment ist im 100-Prozentleistungsfall höher als im 108-Prozentfall,
- zwar ist die Aktivitätsbilanz der Zone sowie die bei einem durch Rohrbruch ausgelösten Störfall – mit einer pessimistischen Annahme – in den Primärkreis gelangende, in den Ritzen aufgehäufte Aktivität bei einer höheren Leistung höher, so wiegen die oben beschriebenen Auswirkungen aber dies dennoch auf, weshalb die in die Umwelt emittierten Aktivitätswerte sich bei einer 108prozentigen Leistung optimaler gestalten, was sich natürlich auch in den Umweltdosen widerspiegelt.

Der Maximalwert der Emissionen im Normalbetrieb erhöht sich auch im Fall einer Realisierung der Leistungssteigerung nicht, da sich die Grenzwerte der Technischen Betriebsordnung ("Műszaki Üzemeltetési Szabályzat") auch bei einer Einführung der Leistungssteigerung und der veränderten Brennstoffkassetten nicht verändern. Die "Oberaufsichtsbehörde für Umwelt- und Naturschutz sowie Wasserbau für das untere Donautal" hat aber in ihrer prinzipiellen Genehmigung für die Umbauten im Zuge einer Leistungssteigerung die Bedingung gestellt, die Veränderungen der Emissionen im Normalbetrieb auf Wirkung der Leistungssteigerung auch zu quantifizieren.

Im Interesse der Durchführung dieser Aufgabe wurde die Studie "Die Auswirkungen einer Leistungssteigerung auf die Emissionen des AKW Paks" [19] angefertigt. Laut dieser Studie werden die radioaktiven Emissionen im Normalbetrieb auch bei einer Leistungssteigerung unverändert weit innerhalb der Grenzwerte bleiben, eine tatsächliche Veränderung kann nicht prognostiziert werden. Die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung der Abdeckung bei Normalbetrieb wird von der Leistungssteigerung nicht betroffen. Wegen der Fabrikationsunsicherheiten (z. B. die Qualitätssicherung der Stababdeckung) sind zufällige, nicht mit der Leistungssteigerung in Verbindung zu setzende Beschädigungen der Abdeckung niemals auszuschließen, eine eventuelle Steigerung der Emissionen darf also nur auf der Grundlage gesicherter Belege der Leistungssteigerung zuschreiben.

Bezüglich der Auswirkungen auf die radioaktiven Emissionen des AKW im Falle einer Leistungssteigerung siehe Unterkapitel 5.3.5., für die nichtradioaktiven Emissionen die entsprechenden Teile des Kapitels 5.

Die für eine Leistungssteigerung erforderlichen Umbauten

Die tatsächliche Realisierung der nominellen Leistungssteigerung des Reaktors hängt von den Merkmalen des Brennstoffes ab. Die maximale Leistung wird von den aktuellen, an den lokalen Grenzwerten ermessenen Werten vorgegeben, im Falle der Option für eine Leistungssteigerung ist die im Subkanal austretende Temperatur der einschränkende Faktor schlechthin. Die wichtigste Frage ist daher, wie man für den Fall der aus dem gegebenen Subkanal austretenden Temperatur bei einer gesteigerten Leistung die entsprechenden Reserven sichern kann.

Die Quellen zur Freisetzung der Reserven wären die folgenden:

1. Anwendung eines veränderten Betriebsstoffes.
2. Modernisierung der Druckregulierung im Primärkreis, bzw. Betrachtung derer im Zonenkontrollsystem (Damit wird die vom Zonenkontrollsystem kalkulierte Sättigungstemperatur angehoben, also der Grenzwert auch rechnerisch verändert.)
3. Modernisierung des Algorithmus des Zonenkontrollsystems – darauf basierend eine Neukalkulation der Reservefaktoren, die die Mess- und Rechenunsicherheiten berücksichtigen

Außer den Veränderungen im Bereich des Brennstoffes, des Primärkreises und der Zonenkontrolle müssen im Falle einer Leistungssteigerung in folgenden Bereichen Entwicklungen und Umbauten vorgenommen werden:

- beim Sekundärkreis (Umbauten am Gebläsekranz der Turbine bzw. des Regelsystems),
- elektrische Systeme,
- steuerungstechnische Systeme.

Entwicklung des Brennstoffes

Eine Leistungssteigerung ist auch mit der Anwendung modernisierter Brennstoffkassetten möglich. Die Entwicklung des Brennstoffes erfolgt in zwei Phasen.

In der ersten Entwicklungsphase ist mit einer kleiner Veränderung der Brennstoffkassetten eine Sicherheitssteigerung des Betriebes der Kassetten beabsichtigt. Während der Einführung des neuen Brennstoffes werden sich die zur Zeit gültigen Grenzwerte bezüglich der Stäbchen und des Subkanals nicht verändern.

Die Anwendung einer angeschweißten Hafniumplatte wird in der oberen Sektion des Brennstoffteiles im Regulierungsstab (follower) mittels der Neutronenabsorption des Hafniums die Leistungssteigerung der an den äußersten Stäbchen der Regelkassette benachbarten Kassette eliminieren, womit der axiale Neutronenfluss und die Leistungsverteilung ausgeglichener wird.

Ziel der Veränderung der Arbeitskassette mittels der Stäbchengitter ist es, die im Subkanal austretende Temperatur gleichmäßiger zu machen. Die gegenwärtige geometrische Ausformung der Kassetten sind in dieser Hinsicht nicht optimal, die Stäbchenreihe am Rand werden von einem großen Wasservolumen gekühlt, die inneren von einem geringen. Die Steigerung der Stäbchengittereinteilung auf 0,1 mm dient der Erreichung einer gleichmäßigeren Verteilung der austretenden Temperatur.

Diese Modernisierung reicht für eine 108prozentige Leistungssteigerung aus, womit aber noch immer nicht eine optimale Brennstoffbewirtschaftung erreicht werden kann, mit diesem Brennstoff verschlechtert sich die spezifische Brennstoffverwertung bei einer Leistungssteigerung um vier bis fünf Prozent.

Die zweite Entwicklungsphase umfasst die Optimierung der Brennstoffbewirtschaftung, als Ergebnis einer weiteren Entwicklung des Brennstoffes. In dieser Phase muss ein Brennstoff entwickelt werden, mit dessen Hilfe die Brennstoffverwertung bei einer erhöhten Leistung eine optimale wird. Dazu muss die Anreicherung vergrößert und auch ausbrennende "Reaktorgifte" verwendet werden. Dieser Brennstoff wird der (für eine Reaktorleistung von 108 Prozent) optimierte Brennstoff genannt. Mit diesem Brennstoff wird der noch wirtschaftlichere – fünf Jahre umfassende – Brennstoffzyklus zu realisieren sein. Das Programm zur Leistungssteigerung kommt mit der Einführung des optimierten Brennstoffs zu seinem Abschluss, was aber nicht zu einer weiteren Leistungssteigerung führt, aber die spezifische Brennstoffverwertung auf das Niveau von vor der Leistungssteigerung verbessert – oder sogar auf ein höheres.

Einführung des stabilen Drucks im Primärkreis

Im Interesse der Erreichung des Ziels muss ein steuerungstechnischer Umbau des Druckregulierungssystems des Volumenkompensators durchgeführt werden, als dessen Ergebnis der Druckwert des Primärkreises innerhalb eines geringeren Unsicherheitsbereichs, in einem höheren Betriebsbereich gehalten werden kann. Damit wird eine Adjustierung der im Zonenkontrollsystem in Betracht gezogenen Sättigungstemperatur an den tatsächlichen Druckwert ermöglicht, womit Reserven für eine Leistungssteigerung freigesetzt werden können.

Der Umbau des Druckwertregulierers im Primärkreis bedeutet einen kompletten Austausch des Regulierungssystems, ausgenommen die eingreifenden Organe. Auch das Prinzip der Regulierung ändert sich damit, statt einer statischen Regulierung kommt eine laufende zur Anwendung.

Umbau des FSZK Laufrades und der Achse

Im Vergleich zu anderen VVER-440 Reaktoren ist die auf eine Kassette fallende Kühlmasse in den Blöcken von Paks geringer als in den anderen VVER-440 Blöcken. Damit die Kühlung der Zone verbessert werden kann, erweist es sich als zielbringend, den Block mit dem geringsten Umsatz (der Umsatz der Blöcke von Paks ist nicht gleich) zu steigern. Die Umsatzsteigerung wird mit einem Tausch des FSZK-Laufrads gelöst. Der Originalplaner und Hersteller des Prototyps wird ein mit der neuen Technologie hergestelltes Laufrad liefern, das über die Toleranzwerte des ursprünglichen Laufrades verfügt und entsprechend der gewünschten Charakteristika eingestellt wird.

Das andere Ziel des Einbaus eines modernisierten, geschmiedeten und geschweißten Laufrades ist es, dass mit der Qualität der Herstellung auch die Betriebssicherheit steigt. Bei geschmiedeten und geschweißten Konstruktionen sind die bei einer gegossenen Herstellung des Laufrades auftretenden Fehler nicht präsent: Poren, Schrumpfungstiefen, Schrumpfungsrisse. Die Lebensdauer der neuen Laufrades und der Achse beträgt dreißig Jahre, also würde ein Austausch dieser Ersatzteile bereits dem Ziel einer Betriebszeitverlängerung dienen.

Veränderung des Drucks und des Niveaus des Hydroakkumulators

Grund für die Veränderungen des Parameters des Hydroakkumulators (beträchtlich verminderter Druck und Anstieg der Stoffmenge), dass im Falle einer durch den Bruch der Rohre größeren Umfangs verursachten Betriebsstörung in der Anfangsphase dieser die in den Hydroakkumulatoren eingespeiste Kühlmasse nicht so entweicht, dass sie nicht an der Kühlung der Zone beteiligt ist. Dies ist eben wegen der Leistungssteigerung besonders wichtig, kann doch im Falle einer Leistungssteigerung im Falle eines Störfalles mit Verlust der Kühlmittel eine höhere Oberflächentemperatur und eine höhere Oxidation eintreten.

Im Falle der Hydroakkumulatoren mit den neuen Parametern hat sich aufgrund der durchgeführten Sicherheitsberechnungen erwiesen, dass im Falle eines Bruches der Rohre mit einem großen Durchmesser sich diese Veränderungen als äußerst positiv erweisen. Als Ergebnis der Veränderungen hat sich für den Fall des maximalen Planstörfalles bei einer Leistungssteigerung die maximale Oberflächentemperatur als geringer ergeben als der gegenwärtige Wert, was sich natürlich auch auf die Oxidation der Oberfläche nur positiv auswirkt.

Veränderungen bei der Borsäurekonzentration im Primärkreis

Die mit gleichen Kampagnenlängen charakterisierten Zonen müssen über eine höhere Reservereaktivität als bisher verfügen, die am Anfang einer Kampagne nur durch eine höhere Borsäurekonzentration als jetzt gebunden werden kann: Damit steigt der maximale kritische Wert der Borsäurekonzentration auf 12g/kg an, die Borsäurekonzentration zur Anhaltung steigt von 12 g/kg auf 13,5 g/kg an und die minimale Borsäurekonzentration für die Systeme für den Störfall verändern sich auf den Wert von 13,5 g/kg.

Verändern wird sich auch die Borsäurekonzentration der Systeme, die Betriebsbandbreite der erhöhten Borsäurekonzentration steigt auf 14-17,5 g/dm³.

Rekonstruktion des Zonenmonitoringsystems

Das Zonenkontrollsystem wird nach der Rekonstruktion genauere Zonenanalysen durchführen können – als Folge der Weiterentwicklung des reaktorphysikalischen Berechnungsmodells und der Erweiterung der Hardwarekapazitäten. Weiters werden auch noch ergänzende Zonenkontrollfunktionen realisiert, die helfen, Unregelmäßigkeiten im Normalbetrieb aufzuzeigen bzw. fähig sind, die neue Reaktorbefuerung nach der Umplatierung nach der ersten Belastung zu kontrollieren.

Umbau der Turbine

Mit der Steigerung der Wärmeleistung des Reaktors steigt auch die auf die Turbinen treffende Menge an frischem Dampf. Dafür, dass die Durchlassfähigkeit der Durchströmungsteile der Turbinen gesichert bleibt, müssen die Gebläsekränze des Hochdruckhauses ausgetauscht werden. Weiters ist auch eine Veränderung an den

Regulierungssystemen der Turbinen notwendig. Die Veränderung des Regulierungssystems hat zum Ziel, eine Steigerung der Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Umbau der elektrischen System

Die elektrischen Systeme müssen fähig sein, das AKW mit der Leistungssteigerung in Betrieb zu halten und dabei rasche Alterungsprozesse vermeiden. In diesem Zusammenhang muss das Kühlsystem des Generators modernisiert werden, um weitere Alterungsprozesse zu vermeiden, bzw. müssen die Außenteile der Schienbrücke zwischen den Generatoren von Block 1 und 2 ausgetauscht werden.

Realisierung der Leistungssteigerung

Die einzelnen Schritte der Umsetzung sind vom Verbrauch der Brennstoffreserve, vom Zeitaufwand der Einführung des neuen Brennstoffes, vom Zulassungsverfahren und von den Umbauten bezüglich der langen Hauptreparaturen bestimmt. Weiters wird der Betrieb von der nach dem Störfall vom 10. April 2003 in Block 2 entstandenen Lage beeinflusst.

Die Erreichung der zum Ziel gesetzten 1485 MW Reaktorleistung an den einzelnen Blöcken des AKW Paks soll in zwei Stufen und Schritt für Schritt erreicht werden. Die Stufengliederung bedeutet, dass in einem gegebenen Block, die 108prozentige Leistung der jetzigen in (mindestens) zwei Stufen, in einem vorübergehenden 104prozentigen Blockleistungsbetrieb und nach entsprechenden Erfahrungswerten, eingeführt werden soll. Schritt für Schritt bedeutet wiederum, dass die Umsetzung dieser Stufen in den einzelnen Blöcken des Kraftwerkes zeitverschoben geschieht, also erst mit der Erfahrung des einen Blocks der nächste in Angriff genommen wird.

Wegen der oben genannten Tatsachen wird in jedem Block in immer anderen Schritten und auch auf andere Weise eine Leistungssteigerung erzielt: Der Realisierungsplan lautet dabei wie folgt:

Block 1: 2007: 103% - 2008: 108%,

Block 2: 2008: 103% - 2009: 108%,

Block 3: 2008: 104% - 2009: 108%,

Block 4: 2006: 104% - danach 108%

Fragen der Genehmigung

Die Genehmigung der Leistungssteigerung ist ein komplizierter, aus mehreren Stufen bestehender Prozess. Das Verfahren begann nach einer Einigung mit dem OAH NBI mit einer prinzipiellen Genehmigung des Umbaus für die Blöcke 1-4. Die AKW Paks reichte den Antrag auf einen prinzipiellen Umbau im Mai 2005 bei der Behörde ein, aufgrund des Antrags stellt die OAH NBO unter Nummer RE-4138 die Zulassung im November 2005 aus.

Nach der Übereinkunft mit der Behörde wird die Zulassung des Brennstoffes und aller mit der Leistungssteigerung in Verbindung stehenden Umbauten einem gesonderten Genehmigungsverfahren unterstellt. Die Zulassung des modifizierten Brennstoffes wurde 2004-2005 abgewickelt, die erste Füllung des modifizierten Brennstoffes kam bei der Befuerung im Jahr 2005 in Block 4 in den Reaktor.

Für die tatsächliche Leistungssteigerung ist für jeden Block einzeln eine Genehmigung einzuholen. Nach der Realisierung der Leistungssteigerung ist eine Betriebsgenehmigung einzuholen. In den Zulassungsverfahren nehmen die "Fachbehörde für Natur- und Umweltschutz sowie Wasserbauten im unteren Donautal" und das "Amt für staatliches Gesundheitswesen" als Fachbehörden teil.

Nach dem Abschluss des Programms zur Leistungssteigerung ist weiters eine Betriebszulassung beim "Ungarischen Energieamt" einzuholen.

Teil des Zulassungsverfahrens war auch eine wasserrechtliche Zulassung. Dieses Verfahren begann die AKW Paks mit der Einholung einer prinzipiellen wasserrechtlichen Genehmigung. In der grundlegenden Dokumentation wurde präsentiert, dass die zur Zeit gültigen Wasserentnahmeobergrenzen weiterhin gültig bleiben werden – es des Baus neuer Objekte im Zusammenhang mit Wasserangelegenheiten nicht bedarf. Als nächsten Schritt reichte die AKW Paks bei der "Fachbehörde für Natur- und Umweltschutz sowie Wasserbauten im unteren Donautal" eine detaillierte Studie ein, auf Grund dessen und nach dem Standpunkt der Behörde eine Leistungssteigerung keinerlei wasserrechtlichen Zulassungsverfahrens bedarf.

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

2.3.1.1. Kontrollsystem bis 2005

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 bis 2005 entnahmen bzw. die Fernmessungen ausführten, sind der Abbildung 2.12. zu entnehmen.

Im Umkreis von dreißig Kilometer um das Kraftwerk Paks wurden 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. in 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 Fischteiche) 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 waren:

Fernmesssysteme

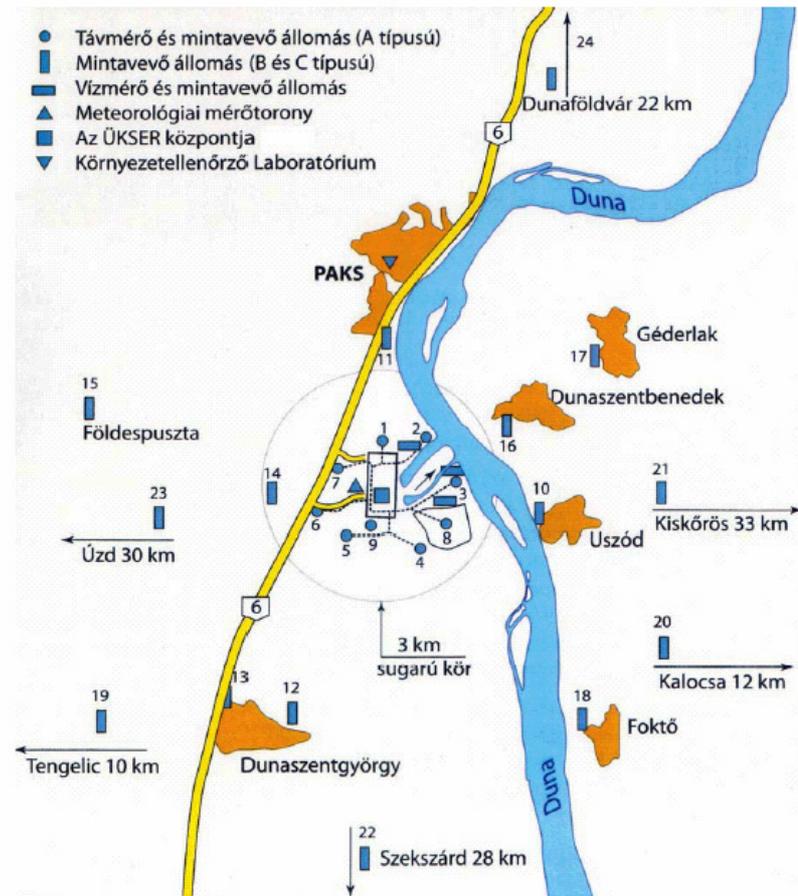
KALINA-Messsystem: misst die Gesamtbetawerte der radioaktiven Aerosole, die Gesamt-Gamma des Jods und die Gesamtbeta-Aktivität der Edelgase, die über die Schornsteine emittiert werden,

NEKISE-Messsystem misst die Aktivitätskonzentration der Edelgase pro Schornstein,

¹³¹I-Fernmessung: misst die ¹³¹I-Aktivität in der emittierten Luft mithilfe von Szintillationsdetektoren.

Abbildung 2.12.: Stellen der Probeentnahme- und Messstationen im Umkreis des AKW Paks

- Fernmess- und Probenentnahmestation (A),
- Probenentnahmestation (B und C)
- Wassermess- und -probenentnahme-station
- 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 Abstand 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}I Aktivitätskonzentration zwischen den Werten 1 bis 7×10^6 Bq/m³ misst. An diesen Stationen erfolgt auch eine Probenentnahme 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.

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.

2.3.1.2. *Kontrollsystem nach der Rekonstruktion*

Das weiter oben dargestellte Kontrollsystem für die Emissionen befindet sich seit 1998 in einer Rekonstruktionsphase. Als Ergebnis der bis heute realisierten Rekonstruktion ist das neue Kontrollsystem für den Umweltschutz und die Emissionen (KKSER):

- verlässlicher,
- verfügt über ein breiteres Messspektrum,
- liefert mehr Daten,
- deckt in Bezug auf das Kraftwerk einen größeren Winkel ab.

Das System erfüllt die mit einem sicheren Betrieb verbundenen, in Richtlinien festgehaltenen strengen Erfordernisse (I&C-Erfordernisse, Erdbebensicherheit usw.)

Im Zuge der Rekonstruktion kam das alte System mehr und mehr zum Abbau, und am Ende der Rekonstruktion wurde es – mit dem Abschluss des Probetriebs von KKSER am 31. August 2005 und dem Beginn des regulären Betriebs – abgestellt.

Die allgemeine Aufgabe des Systems zur Umwelt- und Emissionskontrolle – der "alten" durchaus vergleichbar – ist es, entsprechend viele und zuverlässige Daten für alle Betriebsweisen des Kraftwerkes zur Beurteilung des Umweltzustands bereitzustellen bzw. im Bedarfsfall für die Einleitung entsprechender Maßnahmen. Im normalen Betriebsfall müssen die Emissionskontrollsysteme einige Prozent der behördlichen Grenzwerte messen. Im Falle eines Störfalles ist die genauest mögliche Registrierung der tatsächlichen Emissionen das Ziel. Im Falle eines nuklearen Störfalles muss das System in kürzester Zeit genügend viel und zuverlässige Daten bieten, um bereits in einer Frühphase des Störfalles Maßnahmen treffen zu können. Im letzteren Fall muss angenommen werden, dass die Emissionen nicht oder nur geringfügig gemessen werden können. Daher ist die Quelle die Fernmessung der Umweltstrahlencharakteristika bzw. die rechnerische Schätzung aufgrund der meteorologischen Daten. Die Bevölkerungsdosen können dann zum Teil aufgrund der geschätzten Quelle bzw. aufgrund direkter Messungen angegeben werden.

Obige Aufgabe wird in ihrer Gesamtheit vom "Strahlenschutzkontrollsystem der Betriebsumgebung" (ÜKSER) erfüllt. Die Tätigkeit von ÜKSER besteht zum Teil aus Labormessungen, zum Teil aus Fernmessungen der festen Emissionskontroll- bzw. Strahlenschutzmessgeräte. Die Platzierung dieser Probeentnahme- und Messstellen gibt Abbildung 2.13. an, die Orte der Probeentnahme- und Messstellen des HAKSER-Systems, des "Behördlichen Umweltschutzsystems" Abbildung 2.14.

Abbildung 2.13.: Mess- und Probeentnahmestellen in der Umgebung des AKW Paks

Fernmess- und Probenentnahmestation (A),

- Probenentnahmestation (B und C)
- Wassermess- und -probenentnahme-station
- meteorologische Station
- KAR-Zentrale
- Umweltlabor

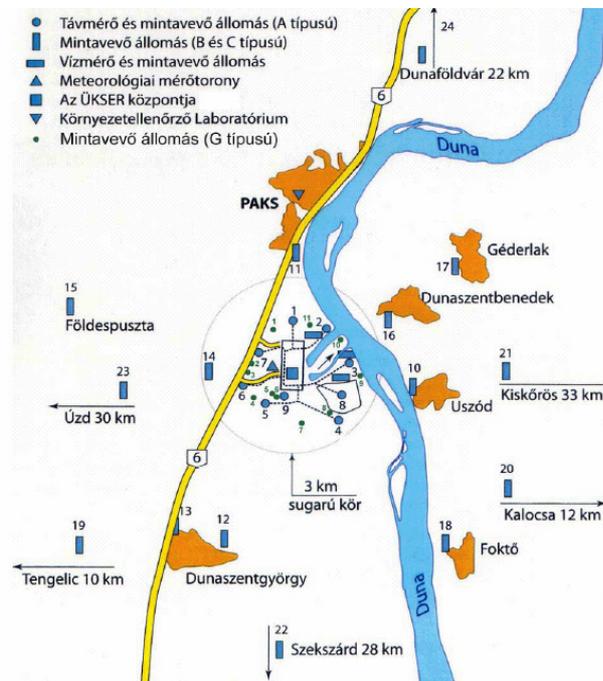
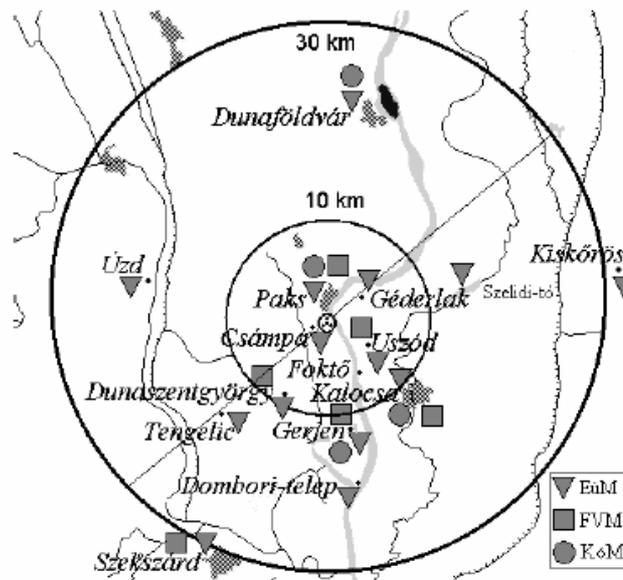


Abbildung 2.14. Mess- und Probeentnahmestellen des behördlichen Systems



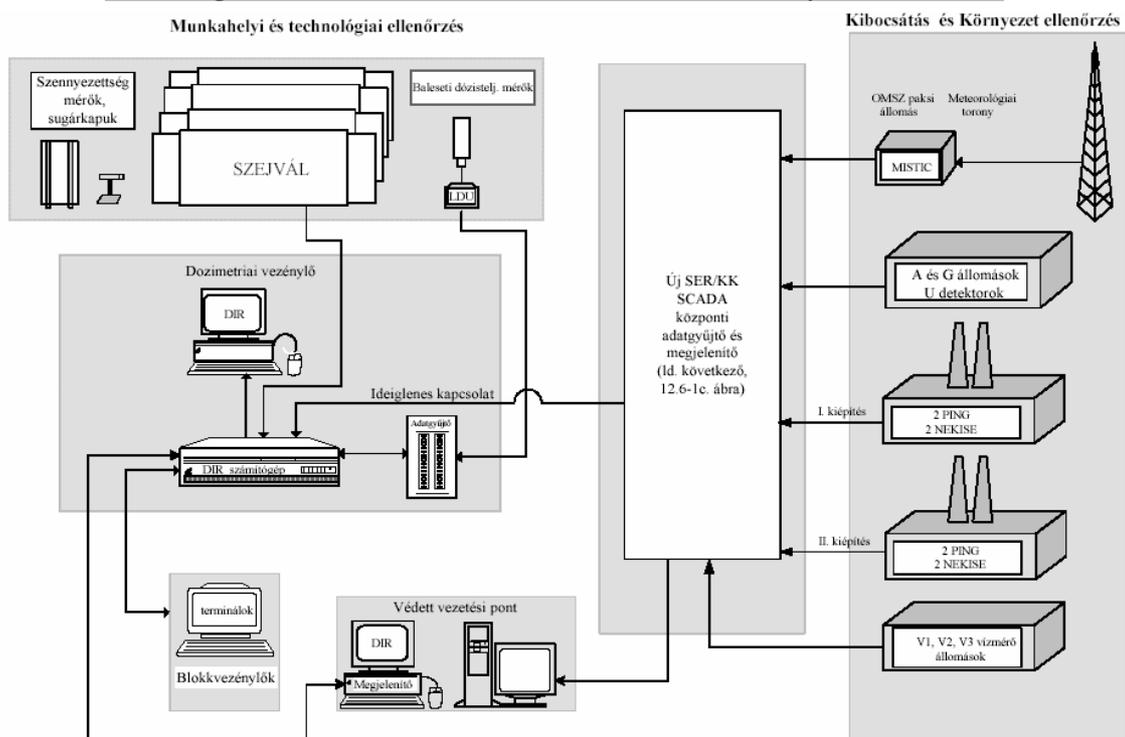
Kontrollsystem für Emissionen und Umwelt

Die Kontrollsystem des AKW für Strahlenschutz und darin die Aufgaben im Bereich Emissionen und Umweltkontrolle bzw. die Systeme skizziert Abbildung 2.15., das die Situation nach der Rekonstruktion präsentiert.

Die je 2 PING und NEKISE-Systeme sowie das diese unterstützende "Kálmán-System" (das die Windgeschwindigkeit misst und isokinetische Proben entnimmt) dienen der Kontrolle der atmosphärischen Emissionen und wurden beim Ausbau des KKS-Systems in die Räume, die der Strahlenschutzkontrolle der Rauchfänge dienen, installiert. Zur Absicherung der Labormessungen, die in einer abschnittweisen Probeentnahme folgen, wurden verschiedene Probeentnahmeeinheiten installiert, die zum Teil für die behördlichen Kontrollen, zum Teil für die Evaluierung der Labors der AKW Paks AG die Luftproben sichern (z. B. Strontium, C14, Tritium, Gamma-Spektrometrie). Pro Rauchfang wurde auch je eine BITT-Sonde zur Messung der Dosisleistung installiert.

Die laufende Kontrolle der flüssigen Emissionen wird über die Wassermessstellen V1, V2, V3 mittels der Messung der Aktivitätskonzentration im Wasser bewerkstelligt.

Abbildung 2.15: Installierte laufende Strahlenschutzkontrollsysteme des AKW



Strahlenkontrolle der Umgebung: auf den unterschiedlicher Niveaus eines 120 Meter hohen meteorologischen Turms, mittels neun Umweltfernmessstationen des Typs "A" im Umkreis des Kraftwerks, weiters mittels elf Stationen des Typs "G", die im Zuge der Rekonstruktion des KKS-Systems installiert wurden, die alle verschiedene Strahlen-, meteorologische und hydrologische Parameter in zehnmütigen Messabständen bereitstellen. Mittels der in das KKS SCADA System integrierten Software zur Berechnung der Ausbreitung ergibt sich auch die Möglichkeit die atmosphärische Ausbreitung und Verdünnung des radioaktiven Materials sowie die entlang verschiedener Einstrahlungspfade auftretende Strahlungsbelastung der Bevölkerung zu berechnen. Ebenso kann auch die auf die Bevölkerung einwirkende Strahlungsbelastung der in die Donau emittierten radioaktiven Isotopen berechnet werden. Die koordinierte Ausbreitung der Fernmessdaten gelangt über den Webserver des KKS SCADA Systems auch an die NBIÉK und die CERTA.

In einem Umkreis von dreißig Kilometer des AKW Paks werden – dem "alten System" vergleichbar – von 25 installierten Stationen regelmäßig Messdaten eingeholt. Die Emissions- und Umweltkontrolle holt auch weiterhin 4 bis 5.000 Proben ein. Die Bereiche dieser Kontrolle umfassen:

- Messung der atmosphärischen bzw. flüssigen Emissionen in den Belüftungsschächten bzw. im Behälterpark zur Sammlung der Abwässer sowie in den Abflusskanälen,
- Messung der hydrologischen Merkmale der Donau,

- Messung der radioaktiven Konzentration in der Luft, im fall-out, am Boden, im Grundwasser und in der natürlichen Bodenbedeckung (Gras) in der unmittelbaren Umgebung,
- Aktivitätsmessung in den Oberflächengewässern (Donau und Fischteiche), in den Probeentnahmen diverser Sammelkanäle für Regenwasser (Wasser, Schlamm, Fische),
- Messung der Aktivitätskonzentration in einzelnen Lebensmitteln (Milch)
- Messung der Dosisleistung und Gammastrahlung in der Umgebung.

Die Aufgaben und wichtigsten Parameter der Elemente des Messsystems setzen sich im Jetzzustand wie folgt zusammen:

Fernmesssysteme

Kontrollsysteme für atmosphärische Emissionen

Im Zuge des Betriebs des AKW dürfen entlang von behördlich genehmigten Routen und in einem genehmigten Ausmaß radioaktive Stoffe in die Umwelt gelangen. Die Kontrolle dieser Emissionen dient dem Ziel, dass die behördlichen Grenzwerte bezüglich der Emission radioaktiver Isotopen eingehalten und kontrolliert werden bzw. die tatsächlichen emissionswerte dokumentierbar sind.

Zum System gehören:

- isokinetisches Probeentnahmesystem für Luftgeschwindigkeiten im Luftkanal,
- PING Monitoringsystem,
- selektives Emissionskontrollsystem für Edelgasisotope NEKISE,
- Probeentnahmesystem des Labors (zur Festlegung der isotopenselektiven Emissionen),
- meteorologischer Messturm.

Isokinetisches Probeentnahmesystem für Luftgeschwindigkeiten im Luftkanal:

Das großvolumige Probeentnahmesystem des Typus KS-411-M kann laufend repräsentative, isokinetische Proben der in der aus der Betriebshalle und aus anderen Gebäuden des Kraftwerkes ausströmenden, entweichenden Luft (im Hauptluftstrom) enthaltenen Aerosole, Joddämpfe, Edelgase, Wasserdampf usw. entnehmen.

Die Messung der Geschwindigkeit des Hauptluftstroms erfolgt an neun Punkten. Die Messpunkte wurden gemäß MSZ-ISO 9096 VDI 2066 eingerichtet.

Die Probeentnahmen bestehen aus einem primären und einem sekundären Entnahmekreis. Bei dem hochvolumigen Primärteilluftstrom kann bei Entnahme aus dem Hauptluftstrom die Probe als isokinetisch erachtet werden.

Aus dem nominalen sekundären Teilluftstrom ist die Luftversorgung folgender Systeme gesichert:

- Monitoringsystem PING 1 und PING 2,
- Probeentnahme für Aerosol und Jod,
- Probeentnahme für Edelgas,
- Probeentnahme ^{85}Kr ,
- Probeentnahme T,
- Probeentnahme ^{14}C .

PING-Monitoringsystem:

Das PING-System besteht pro Rauchfangpaar aus zwei vollkommen gleich aufgebauten, aber unabhängigen Messeinheiten. Das System wurde in der zu den Belüftungsschächten der Blöcke führenden Brücke H1 im sogenannten "KALINA-Raum" untergebracht.

Das System misst laufend aus den zu je zwei Blöcken des Kraftwerks gehörenden Rauchfängen entströmenden Luft bezüglich Aerosole, Alfa- und Beta-Aktivität, ^{131}I -Gamma-Aktivität von Elementar- und organischem Radiojod, die Menge der gesamten Beta-Aktivität der radioaktiven Edelgase mittels Probeentnahmen, einer laufenden (3 s) Auswertung und einer alle zehn Minuten erfolgenden Datenabfrage und Datenweitergabe.

Es besteht aus drei selbständigen, aber im bezug auf die Luftströmung seriell geschalteten Geräten – ABPM 201 L zur Messung von Radioaerosol, IM 201 L zur Messung von Elementar- und organischem Radiojod und NGM 204 L zur Messung von radioaktiven Edelgasen.

Selektives Emissionskontrollsystem für Edelgasisotope NEKISE:

Per Schornstein kamen je zwei unabhängig voneinander laufend arbeitende Systeme zur Installierung. Die Grundaufgaben des Kontrollsystems für die Edelgasemissionen:

- Feststellung der Aktivitätskonzentration der Edelgaskonzentration in der emittierten Luft – gesamt bzw. nach Isotopen aufgeschlüsselt nach einer Aerosol- und Jodvorfiltrierung auf zehn Radionuklid mittels der bei den Schornsteinen installierten Halbleiterdetektoren.
- Beobachtung der im Spektrum erscheinenden anderen radioaktiven Isotopen und Bestimmung von deren Aktivitätskonzentration. Diese Nuklide können in großer Zahl den Aerosol- und Jodfilter nur im Falle von dessen Beschädigung passieren.
- Zyklische Selbstkontrolle mit entsprechender Signalisierung.

Meteorologischer Messturm:

Das System – welches von der Rekonstruktion des Emissions- und Umweltschutzsystems nicht betroffen war – liefert die Werte der meteorologischen Merkmale, die zur Berechnung der Ausbreitungswerte in einem Umkreis von dreißig Kilometern um das Kraftwerk nötig sind – wie Windrichtung, (durchschnittliche) Windrichtungsfrequenz, Windgeschwindigkeit (Windrouten), Windstöße, Lufttemperatur, Temperaturgradient, Strahlungsbilanz, Messung der Niederschlagsmenge. Die elf höchst zuverlässigen Detektoren liefern laufend achtzehn gemessene bzw. gebildete Werte zur Berechnung der Ausbreitungsberechnungen. Die Detektoren sind auf Bodenebene (2 Meter), weiters auf dem 120 Meter hohen Turm in den Höhen 20, 50 und 120 Meter angebracht.

Gammadosisleistungsmesser per Schornstein:

Seine Aufgabe ist die Messung der Dosisleistung der emittierten Luft an einem gegebenen Punkt des Lüftungsschachtes zur Festlegung der Umrechnungsfaktoren zwischen der Dosisleistung und der Aktivitätskonzentration, da bei der Emissionsmessung die Festlegung der Aktivitätskonzentration der Luft nötig ist. Der in der Lüftungsbrücke H1 untergebrachte Dosisleistungsmesser für die Gammastrahlen ist identisch mit der BITT-Sonde in den Messstation der Type "A".

Messstationen der Type "U" im Betriebshof:

Die Messstationen der Type "U" (18 Stück BITT-Detektoren im Hof) des installierten Strahlenschutzkontrollsystems dienen der Messung der Strahlenwirkung der in die Atmosphäre gelangten Radionuklide. Die Detektoren haben im Normalbetrieb zu belegen, dass kein maßgeblichen Mengen an Radionukliden aus dem Kraftwerk in die Atmosphäre gelangen. Bei einem Störfall ist es ihre wichtigste Aufgabe, dass sie laufend Daten über die wichtigsten Komponenten der Umweltstrahlung liefern, wenn die Emission nicht über die Schornsteine erfolgt.

Stationsnetz der Typen "A", "B" und "G":

Die neun Stück Messstationen der Type "A" sowie eine der Type "B" dienen der Messung der Strahlenwirkung der in die Atmosphäre gelangenden Radionuklide. Die Detektoren haben im Normalbetrieb zu belegen, dass kein maßgeblichen Mengen an Radionukliden aus dem Kraftwerk in die Atmosphäre gelangen. Bei einem Störfall ist es ihre wichtigste Aufgabe, dass sie laufend Daten über die wichtigsten Komponenten der Umweltstrahlung liefern, wenn die Emission nicht über die Schornsteine erfolgt. Diese Informationen müssen tauglich sein, Schutzmassnahmen für die Bevölkerung anzuschätzen.

Die Funktionen der Stationen des Typs "A" und "B":

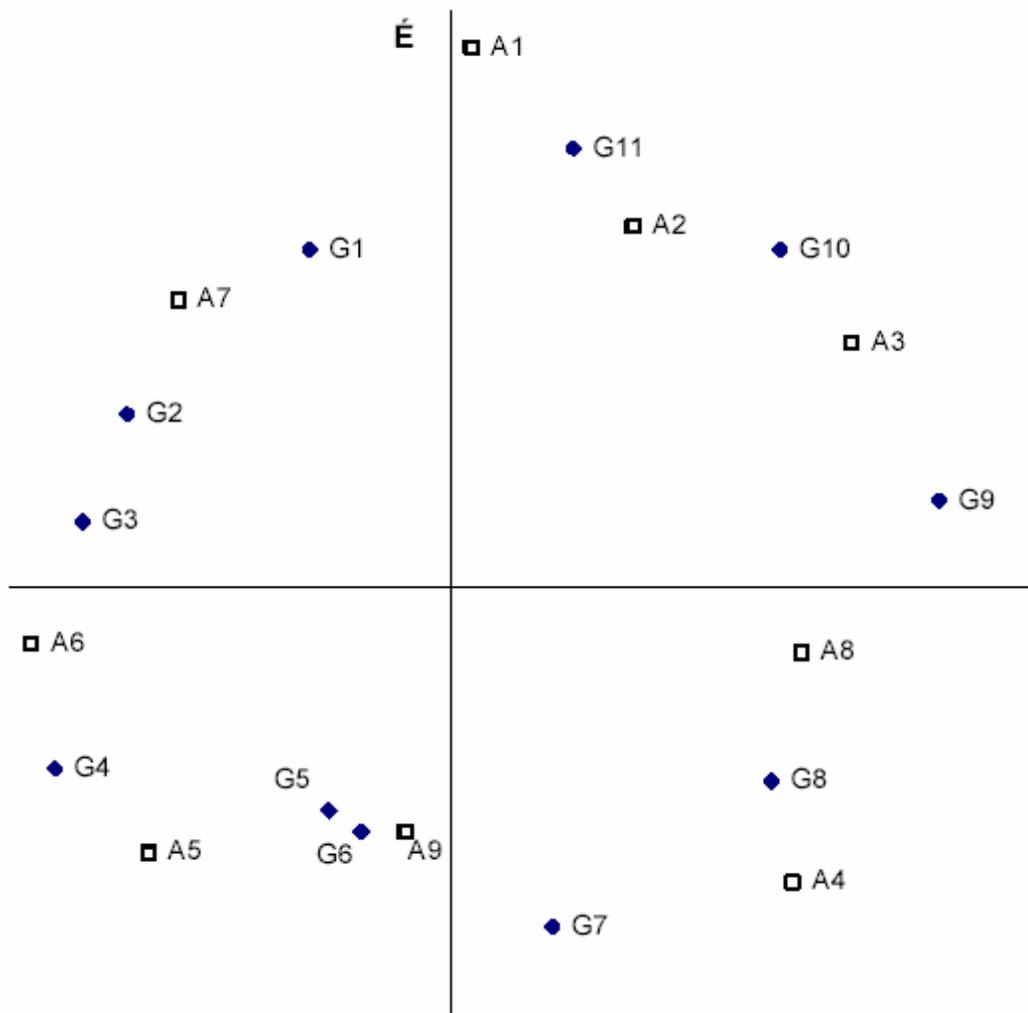
1. Messung der Dosisleistungen der Gammastrahlung mit BITT-Sonden im Bereich 10 nGy/h – 10 Gy/h
2. Messung der Gesamt Betaaktivitätskonzentration der Aerosole im Bereich 6×10^2 – 3×10^8 Bq/m³
3. Messung der elementaren (6×10^2 – 3×10^8 Bq/m³) oder der elementaren + organischen Phase (6×10^3 – 3×10^8 Bq/m³) von Radiojod

4. Probenentnahme von Aerosol und Jod für Messungen im Labor

5. Sammlung der Daten unter Punkt 1 bis 3, deren Aufarbeitung und Weitergabe an das KKS SCADA

In den Stationen der Type "A" erfolgen fall-out-, Boden- und Grasprobenentnahmen zum Zweck einer weiteren Untersuchung im Labor. Um eine bessere territoriale Abdeckung zu gewährleisten, wurden im Rahmen der Rekonstruktion zwischen die Stationen der Type "A" weitere elf Stationen der Type "G" für die Messung der Gammastrahlung installiert. Die in den Stationen der Type "G" untergebrachte Sonde entspricht der in den Stationen der Type "A" zur Messung der Gammastrahlung angewandten Sonde. Die genauen Positionen der Stationen der Typen "A" und "G" zeigt Abbildung 2.16.

Abbildung 2.16.: Positionen der Stationen des Typs "A" und "G" in der Umgebung des AKW



Kontrolle der flüssigen Emissionen

Wassermessstationen:

Die Wassermessstation V1 neben dem Kaltwasserkanal misst die Merkmale des Donauwassers, die neben dem Warmwasserkanal befindliche Station V2 misst die Merkmale des Wassers aus dem Kühlwasserkondensator, des Sicherheits- und technologischen Kühlwassers, des Wassers aus den Überlaufbecken sowie des aus dem Gürtelgraben hochgepumpten Wassers. Das aus dem Kanal mit einer Tauchpumpe entsprechender Leistung hochgepumpte Wasser fließt durch ein zylinderförmiges, unten kegelartig geformtes 425 Liter fassendes Gefäß.

Die Station V3 kontrolliert die Merkmale des geklärten Fäkalienwassers, das über die Auswurfleitungen NA-400 entweicht wie das der Gewässer über Bilanz. Hier fließt das Wasser durch ein zylinderförmiges, unten kegelförmiges 30-Litergefäß.

Die von einem Computer aufgearbeiteten Signale der Wassermessstationen gelangen in das KKS SCADA-System. Auf jeder Station werden zum Zweck der weiteren Laboruntersuchung auch Proben entnommen. In den Wassermessstationen wird das ein- bzw. ausfließende Wasser nach folgenden Kriterien untersucht:

- Die sog. Gesamtgammaaktivitätskonzentration des Wassers im Messbereich 10^3 - 10^9 Bq/m³
- Sicherung einer laufenden behördlichen Wasserprobenentnahme an den Stationen V1, V2, V3

Zentrales Datenverarbeitungs-, -sammlungs- und -präsentationssystem KKS SCADA

Hauptaufgabe des neuen zeitgemäßen Strahlungsschutzsystems (KKS) des AKW Paks ist es die Strahlenschutz-expertInnen sowie die für den Betrieb des Kraftwerkes verantwortlichen Einheiten bezüglich des gerade gültigen Strahlenschutzstatus des Kraftwerkes mit online-Information zu versorgen. Darüber hinausgehend sichert es eine laufende blockweise und gefilterte Archivierung, deren Auswertung aus den Archiven (online und gefiltert) auch im nachhinein erfolgen kann. Diese Auswertungen können die Grundlage einer nachträglichen Dokumentation der Strahlenschutzzustände sein, sei dies in Listenform oder in der Form von Zeit- und Trenddiagrammen.

Das KKS System ist demnach nach Position wie folgt zu gruppieren:

1. Datensammler,
2. Datenzentrum für Block 2 und 3,
3. Funkzentralen für Block 2 und 3,
4. Dosimetrische Schautafeln,
5. Schautafeln in der geschützten Zentrale,
6. Schautafeln in der Strahlenschutzabteilung und in der Abteilung für digitale Systeme,
7. Anzeigetafeln auf Web-Basis außerhalb.

Zum System gehören die folgenden Datenerfassungseinheiten:

- Stationen der Typen "A", "B" und "V": der in Containern untergebrachte Computer kann über seinen beiden seriellen Ausgänge abgefragt werden bzw. auf neue Parameter eingestellt werden. Stationen des Typs "A" verfügen über eine serielle und eine Funkverbindung, jene des Typs "B" nur über eine Funkverbindung und jene des Typs "V" nur über eine serielle Verbindung.
- Stationen des Typs "G": Diese Stationen sind mittels einer Funkverbindung ist das System integriert – über den seriellen Port der Radiofunkstationen mittels BITT-Protokoll.
- KKÁT: zwei Stück Computer sammeln die Daten aus einem EBERLINE NetView PC zusammen, bzw. sind über den Rechner des KKAT SCADA Servers über Funkkontakt erreichbar – mittels des seriellen Ports der Radiofunkstation.
- Meteorologischer Turm: Der im Container des meteorologischen Turms befindliche OPTO-22 MISTOC PLC sendet die meteorologischen Daten zyklisch ohne Abfrage, die über Funk und serieller Übertragung an die Computer der Zentrale gelangen.
- Geschwindigkeitsmesser des Luftkanals: Die in den KALINA-Räumlichkeiten von Schornstein 1 und 2 befindlichen Einrichtungen sind über zwei Stück serieller Anschlüsse mit vier Kabeln abfragbar.
- Isokinetische Musterentnahme: Die in den Strahlenschutzräumen Von Schornstein 1 und 2 befindlichen Einrichtungen sind ebenfalls über zwei Stück serieller Anschlüsse mit vier Kabeln abfragbar.
- Messeinrichtungen für PING Aerosol Jod und Edelgase: die in den Strahlenschutzkontrollräumen der Schornsteine 1 und 2 untergebrachten Einrichtungen (ebenfalls zwei Stück) sind über je drei duplizierte parallel abfrage serielle Ausgänge mit zwei Leitungen erreichbar.
- BITT-Sonden, Schornsteine: Es steht ebenfalls ein serieller Anschluss für die in den Strahlenschutzkontrollräumen untergebrachten Detektoren (per Schornstein je einer) nach BITT-Protokoll zur Verfügung.

- NEKISE Edelgasmesseinrichtungen: Die in den für das NEKISE-System ausgebauten Räumen befindlichen je zwei Einrichtungen sind an das lokale SER-Netz angeschlossen.
- Detektoren im Hofbereich: Die BITT-Detektoren im Hofbereich sind über serielle Anschlüsse erreichbar.
- N16-System: Die pro Block positionierten Datensammler (vier Stück) stehen mit dem im radiochemischen Labor befindlichen Server in Verbindung. Das KKS-System kommt an diese Daten über Abfragen heran.

Dosimetrisches Informationssystem (DIR)

Das SZEJVÁL-System sowie je ein Unfalldosisleistungsmessgerät per Block, das in den hermetisch-abgeschlossenen Raum eingebaut ist, dienen der laufenden Kontrolle des Betriebsbereiches des AKW, der Räumlichkeiten in der kontrollierten Zone und der Strahlungsverhältnisse der technologischen Systeme, dem Verlauf der Wasseremissionen. Die Aufarbeitung dieser Messergebnisse, deren Archivierung erfolgt durch das Dosimetrische Informationssystem (DIR).

Die Angaben der installierten Strahlenschutzsysteme werden in den per Zwillingsblocks ausgestalteten dosimetrischen Leitzentralen, ein Teil auch in den Blockzentralen und im der gemeinsamen Leitzentrale angeführt.

Die Präsentation kann im DIR sowohl grafisch als auch in Zahlenform erfolgen. Grafisch kann aus den archivierten Daten auch eine Trendanzeige angefertigt werden bzw. können schematische Bilder über die verschiedenen Systeme abgerufen werden. In den schematischen Bildern können die vom Detektor momentan gemessenen Werte als dynamische Daten gesehen werden – als auch die Zustandsberichte des Messkanals (z. B. eine Überschreitung der Messwerte). Auf den schematischen Bildern der technologischen Kontrollen sind die Blocks skizzen des gegebenen technologischen Systems und die Verbindung der dosimetrischen Kontrolle zum gegebenen System ersichtlich.

Alle vom Strahlenschutz gemessenen Daten werden – abhängig vom Datenfluss – 35 bis vierzig Tage zurückliegend archiviert.

An das DIR sind folgende Systeme angeschlossen:

- Der Ausgang des SZEJVÁL-Systems ist über SERSI Einheiten an das DIR angeschlossen. Die Verbindung ist so ausgestaltet, dass aus beiden dosimetrischen Leitzentralen die Datenoberfläche aller vier Blöcke erreichbar ist, womit auch im Falle eines Ausfallens einer der Rechengeräte alle Daten über das andere zugänglich bleiben.
- Eine Netzwerkverbindung wurde zwischen dem DIR und dem geschützten Leitungspunkt (VVP) eingerichtet, womit die dosimetrischen Informationen auch von hier unmittelbar erreichbar sind.
- Die Systeme DIR, BSZG und KKS empfangen die vier (im hermetischen Raum untergebrachten) Messdaten der Dosisleistung bei einer Betriebsstörung – und schalten das Ausbreitungsprogramm im KKS System im Falle der Erreichung der Grenzwerte im hermetischen Raum auf "Unfall".

Die Verbindung zwischen dem KKS-System und dem DIR ist unilateral. Die DIR-Verbindung bleibt bis zur einheitlichen und kompletten Realisierung von SER aufrecht. Es ist sein Aufgabe die – falls DIR außer Betrieb ist – Daten der Subsysteme des Strahlenschutzes zu ersetzen, damit dessen Betrieb laufend ist bzw. eine Parallelität gesichert bleibt.

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. ^3H -, ^{14}C -Emissionen in die Atmosphäre).

Tabelle 2.15. und 2.16 fassen das routinemäßige Untersuchungsprogramm auf Basis der Probenentnahmen zusammen, dessen grundlegendes Merkmal neben der laufenden Kontrolle des Normalbetriebes, die sensible Un-

tersuchung der an festgelegten Stellen mit festgesetzter Häufigkeit auf vorschriftsmäßige Weise entnommenen Proben ist. Die nach der im Zuge einer Kassettenreinigung in Block 2, Schacht 1 erfolgten Betriebsstörung vom 10. April 2003 veränderte Emissionskontrolle hat die Zahl der Untersuchungen im Vergleich zu den vorhergehenden Jahren erhöht. Bezüglich der flüssigen Emissionen hat das Kraftwerk auf behördliche Weisung – bis zur Beseitigung des Störfalles in Block 2 – die Häufigkeit der Gesamt-Alfa- und der Radiostrontiumuntersuchungen erhöht. Die Sensibilität der in den Labors angewandten Untersuchungsmethoden (Ausweisgrenzen) entsprechen den Anforderungen der Verordnung des Umweltministeriums 15/2001 (6. VI).

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 ergeht 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 eingebaute isokinetische 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 2.15.: Strahlungsschutzkontrolle von Probenentnahmen radioaktiver Emissionen im AKW Paks

Untersuchungsrichtung	Häufigkeit	Probenzahl	Probenaufarbeitung	Größe	Messmethode	Zeit [s]	Ausweisbarkeit sgrenze
Flüssige Emissionen							[Bq/dm³]
Gesamtbeta	täglich	1 400	Verdampfung	Ø = 50 mm Tasse	Gesamtbetaberechnung	3000	3,0
Isotopenzusammensetzung	wöchentlich	156	Einsiedung	100 cm ³ Fläschchen	Gammaspektrometrie	50 000	0,5
Tritium	wöchentlich	156	Destillation	20 cm ³ Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	2 000	10,0
Radiostrontium	vierteljährlich	12	Chemolyse	20 cm ³ Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	36 000	0,01
Radiokarbon	vierteljährlich	24	Chemolyse	20 cm ³ 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
Atmosphärische Emissionen							[Bq/m³]
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 ³ Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	36 000	0,00001
Edelgas	täglich	626	—	10-Liter-Flasche	Gammaspektrometrie	5 000	500
Tritium (HTO/HT)	zweiwöchentlich	110	Desorption	20 cm ³ Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	1 800	4,5
Radiokarbon (CO ₂ /CnHm)	zweiwöchentlich	110	Chemolyse	20 cm ³ Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	1 800	0,10

Tabelle 2.16.: 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 (kleinvolumig)	10 (A1 - A9, B24) Montag	- ^a		Ø.25 mm	Gesamtbetamessung	6.000	0,3 µBq/m ³
I Filterpatrone (I-Fernmessung)	9 (A1 - A9) monatlich	- ^a	Einschachteln	Ø. 60 x 25 mm	Gammaspektrometrie	20.000	1 mBq/m ³
Aerosol (großvolumig)	10 (A1-A9, B24) Montag	520	Azetonlösung der Proben je nach Station	Ø 40 x 4 mm	Gammaspektrometrie	50.000	1 mBq/m ³
I Filterpatrone (PACI Filtermaterial)	10 (A1 - A9, B24) monatlich	30-120 ^a	Einschachteln	50 x 50 30 mm	Gammaspektrometrie	50.000	0,01 mBq/m ³
Fall-out	10 (A1 - A9, B24) monatlich	120	Trockenverdampfung	35 x 35 x 5mm	Gammaspektrometrie	50000	0,1 Bq/(m2xMonat)
Luft HT, HTO	5 (A1, 4, 6, 8, B24) monatlich	120	Desorption	20 cm ³ Küvette	Flüssigszintillationsberechnung	60 000	1 mBq/m ³
Luft CO ₂ , C _n H _m	5 (A1, 4, 6, 8, B24) monatlich	120	Chemolyse	Prproportional-Zählrohr	Beta-Berechnung	50000	0,1 mBq/m ³
Boden	10 (A1 - A9, B24) 0-5 und 5-10 cm jährlich	20	Trocknung zu Staub, Radiochemische Homogenisierung (⁹⁰ Sr)	Marinelli (~1-2 kg) Ø. 50 mm Tasse	Gammaspektrometrie 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 (⁹⁰ Sr)	Marinelli (~0,4 kg) . 50 mm Tasse	Gammaspektrometrie Beta-Berechnung	80 000 10 000	0,5 Bq/kg 0,5 Bq/kg
Milch	1 (LPG, Staatswirtschaft) monatlich	12	Einschachteln	Marinelli (1,5 dm ³)	Gammaspektrometrie	50 000	0,5 Bq/dm ³
Fisch	1 (aus festgelegten Seen) vierteljährlich	4	Entschuppen, Rohfleisch	Marinelli (~1 kg)	Gammaspektrometrie	50000	0,5 Bq/kg

Dosis (ALNOR)	TLD 33 (A, B, C, KKÁT) monatlich	400	.	Al ₂ O ₃ 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)	Gammaspektrometrie Dosisleistung	5 000 5 000	30 Bq/m ² 5 nGy/h
Messung vor Ort	Betriebsareal (sechs Punkte) jährlich zweimal	12 2	.	in situ (Boden) Monitoring an Straße	Gammaspektrometrie Dosisleistung	5 000 5 000	30 Bq/m ² 10 nGy/h

* a: Probentausch regelmäßig, Messungen nur in außergewöhnlichen Fällen – zum Beispiel im Falle eines Unfalls

Wasser (Aus- und Einlass)	3 (V1, V2, V3) täglich	1100 36 36 36	Verdunstung(300 cm ³) Monatsschnitt (15 dm ³) radiochemisch (⁹⁰ Sr) Destillation (³ H)	Ø 60 mm Tasse 30 x 30 x 5 mm Ø 50 mm Tasse 20 cm ³ Küvette	Gesamtbetamessung Gammaspektrometrie Beta-Berechnung Flüssigszintillationsberechnung	10 000 50 000 50 000 18 000	0,05 Bq/dm ³ 0,005 Bq/dm ³ 0,001 Bq/dm ³ 1,0 Bq/dm ³
Grundwasser	40 Brunnen monatlich	480 120 120 fallweise	Destillation (³ H), Iontausch, reg. Iontausch, reg. (¹⁴ C) Iontausch, .. reg. (⁹⁰ Sr)	20 cm ³ Küvette Ø 60 x 30 mm Proberechnung Ø 50 mm Tasse	Flüssigszintillationsberechnung Gammaspektrometrie Beta-Berechnung Beta-Berechnung	18 000 50 000 50 000 50 000	1,0 Bq/dm ³ 0,005 Bq/dm ³ 0,001 Bq/dm ³ 0,001 Bq/dm ³
Fischteiche (Wasser)	4 (aus vier festgelegten Seen) vierteljährlich	16 16 4	Destillation (500 cm ³) Destillation (³ H) Jahrdurchschnitt (4 dm ³)	Ø 60 mm Tasse 20 cm ³ Küvette 30 x 30 x 5 mm	Gesamtbetarechnung Flüssigszintillationsberechnung Gammaspektrometrie	10 000 18 000 50 000	0,05 Bq/dm ³ 1,0 Bq/dm ³ 0,01 Bq/dm ³
Övárok (Wasser)	4 (fixierte Punkte) vierteljährlich, Graben bei Fadd monatlich	28 28 5	Destillation (500 cm ³) Destillation (³ H) Jahrdurchschnitt (4 dm ³)	Ø 60 mm Tasse 20 cm ³ Küvette 30 x 30 x 5 mm	Gesamtbetarechnung Flüssigszintillationsberechnung Gammaspektrometrie	10 000 18 000 50 000	0,05 Bq/dm ³ 1,0 Bq/dm ³ 0,01 Bq/dm ³
Kalkschlammteiche (Wasser)	2 vierteljährlich	8 8 2	Destillation (500 cm ³) Destillation (³ H) Jahrdurchschnitt (4 dm ³)	Ø 60 mm Tasse 20 cm ³ Küvette 30 x 30 x 5 mm	Gesamtbetamessung Flüssigszintillationsberechnung Gammaspektrometrie	10 000 18 000 50 000	0,05 Bq/dm ³ 1,0 Bq/dm ³ 0,01 Bq/dm ³
Donauschlamm	3 (fixierte Punkte) halbjährlich	6 6	Destillation (500 cm ³) Destillation (³ H) Jahrdurchschnitt (4 dm ³)	Marinelli (~2 kg) Ø 50 mm Tasse	Gammaspektrometrie Beta-Berechnung	20 000 0 000	0,5 Bq/kg 0,5 Bq/kg
Fischteiche (Schlamm)	4 (aus vier festgelegten Seen) jährlich	4	Nasshomogenisierung	Marinelli (~2 kg)	Gammaspektrometrie	20 000	0,5 Bq/kg

Övárok, Graben bei Fass (Schlamm)	4 (fixierte Punkte), Halbjährlich	8	Nasshomogenisierungs,	Marinelli (~2 kg)	Gammaspektrometrie	20 000	0,5 Bq/kg
Kalkschlamm	2 (2 Becken) halbjährlich	4	Nasshomogenisierungs	Marinelli (~2 kg)	Gammaspektrometrie	20 000	0,5 Bq/kg
Fäkalienschlamm	10 (Senkgruben) vor Abtransport	fallweise	Einschachteln	Marinelli (~2 kg)	Gammaspektrometrie	5 000	2 Bq/kg

* Ungefäher Wert, die konkreten Ausweisungsgrenzen können davon um das zwei bis fünffache abweichen abhängig vom Wirkungsgrad des Detektors, der kernphysikalischen Merkmale der Radionuklide, der Aktivität der Muster usw.

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 Bática. 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.

Literaturverzeichnis

- [1] Lakosságelozslás 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 2004-ben (Összefoglaló értékelés) (Maßnahmen zum Strahlenschutz im Atomkraftwerk Paks im Jahr 2004 (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.
- [8] A Paksi Atomerőmű teljesítménynövelésének elvi vízjogi engedélyezését megalapozó dokumentáció, SOM System Kft., 2002. (Dokumentation der wasserrechtlichen Zulassung zur Leistungssteigerung des AKW Paks.)
- [9] Jelentés a Paksi Atomerőmű telephely-jellemzési programjának keretében elvégzett dunai vízgazdálkodási tevékenység jellemzéséről. Vízbázisvédelem modellezés, elérési idők meghatározása, ETV-ERŐTERV Rt., 2005. június (Bericht über die im Rahmen der Standortcharakterisierung des AKW Paks durchgeführte wasserrechtliche Tätigkeit. Modellierung zum Schutz der Wasserbasis, Festlegung der Erreichbarkeiten)
- [10] Zárójelentés a Paksi Atomerőmű telephely-jellemzési programjának keretében elvégzett hidrometriai mérések modellezéséről, ETV-ERŐTERV Rt., 2004. december (Abschlussbericht der im Rahmen des Standortcharakterisierungsprogrammes des AKW Paks durchgeführten Modellierung der hydrometrischen Messungen)
- [11] Zárójelentés a Paksi Atomerőmű telephely-jellemzési programjának keretében a lokális klíma változásáról, ETV-ERŐTERV Rt., 2004. november (Abschlussbericht der im Rahmen des Standortcharakterisierungsprogrammes des AKW Paks durchgeführten Untersuchungen zu den lokalen Klimaveränderungen)
- [12] Zárójelentés a Paksi Atomerőmű telephely-jellemzési programjának keretében az űrfelvételek alapján történt területszerkezet feltárásról, ETV-ERŐTERV Rt., 2003. november (Abschlussbericht der im Rahmen des Standortcharakterisierungsprogrammes des AKW Paks durchgeführten Aufarbeitung der Raumstruktur anhand der Satellitenaufnahmen)
- [13] Zárójelentés a Paksi Atomerőmű telephely-jellemzési programjának keretében a minta értékű zoológiai biomonitoring vizsgálatokról, ETV-ERŐTERV Rt., 2004. március (Abschlussbericht der im Rahmen des Standortcharakterisierungsprogrammes des AKW Paks durchgeführten zoologischen Bio-monitoringuntersuchungen)
- [14] A Paksi Atomerőmű élettartam hosszabbításának és teljesítménynövelésének környezetvédelmi és vízjogi engedélyezéséhez kapcsolódó telephely-jellemzési program, A hatásterület daganatos morbiditási viszonyainak elemzése, V-MED Bt., 2005.
- [15] Zárójelentés a Paksi Atomerőmű telephely-jellemzési programjának keretében az élővilág sugárterhelésének meghatározásáról, ETV-ERŐTERV Rt., 2004. december (Abschlussbericht der im Rahmen des Standortcharakterisierungsprogrammes des AKW Paks durchgeführten Festlegung der Strahlenbelastbarkeit der Lebenswelten)
- [16] Zárójelentés a Paksi Atomerőmű telephely-jellemzési programjának keretében a vizek tríciumtartalmának meghatározására elvégzett kétéves vizsgálati periódusról, ETV-ERŐTERV Rt., 2005. szeptember
- [17] Paksi Atomerőmű teljesítménynövelés megvalósíthatósági tanulmány, KFKI Atomenergia Kutatóintézet, 2001. december
- [18] Az erőmű teljesítménynövelésének hatása a blokkok főberendezéseinek öregedési folyamataira, VEIKI Hőenergetikai Divízió, 2004. május (Die Auswirkung der Leistungssteigerung des Kraftwerkes auf die alterungsprozesse der Haupteinrichtungen der Blöcke)
- [19] A teljesítménynövelés hatása a PAE radioaktív kibocsátásaira, KFKI Atomenergia Kutatóintézet, 2005. (Die Auswirkung einer Leistungssteigerung auf die radioaktiven Emissionen des AKW Paks)