



PÖYRY ERŐTERV

**ENERGETISCHE PLANUNG UND UNTERNEHMUNG AG NACH
UNGARISCHEM RECHT MIT GESCHLOSSENEM AKTIONÄRSKREIS**

H-1450 Budapest, PSF. 111.

Tel.: (+36 1) 455-3600

www.poyry.hu

H-1094 Budapest, Angyal Str. 1-3.

Fax: (+36 1) 218-5585

eroterv@poyry.com

UNGARISCHE ELEKTRIZITÄTSWERKE AG

ERRICHTUNG VON NEUEN KKW BLÖCKEN

**DOKUMENTATION ZUM ANTRAG AUF
VORHERIGE KONSULTATION**

ID KODE:

6F111121/0002/C

DATUM: 26.10.2012.

ARBEITSNUMMER: 6F111121



Registrierungs-Nummer:

MS 0624-061

MS 0624/K-061

DIE DOKUMENTATION ERSTELLTEN:

Tamás Romenda

Themenverantwortlicher

Rozália Gátiné Magyar

Projektant

Péter Gyöngyösi

Projektant

Hajnalka Reszler

Projektant

Sándor Rosenfeld

Qualitätskontroller

MITWIRKENDE BEI DER ERSTELLUNG DER DOKUMENTATION

Seitens ÖKO AG:

András Gubányi	Ágnes Molnárné Póta
Sándor Farkas	Katalin Mozsgai
János Horváth	István Nagy
Márton Forián Szabó	Márta Scheer
Péter Forián Szabó	Norbert Szőke
Gyöngyi Kovácsné Molnár	Dr. Endre Tombácz
József Kutas	Dr. Tibor Várkonyi
Emőke Magyar	Bianka Vidéki

Seitens Forschungszentrum für Energiewissenschaften der Ungarischen Akademie der Wissenschaften:

Attila Bareith	Zoltán Hózer
Sándor Deme	Tamás Pázmándi
György Ézsöl	Zsolt Téchy
Anikó Földi	János Végh
Dr. János Gadó	Márton Zagyvai
Éva Gubik	Péter Zagyvai

Seitens Golder Associates (Ungarn) AG:

Viktor Kunfalvi
Krisztián Lugosi

Seitens des Meteorologischen Dienstes des Landes:

Ákos Horváth	Andrea Nagy
Zita Konkolyiné Bihari	Bálint Varga
Andrea Móring	

Seitens SOM NET GmbH:

József Mikula
Ferenc Takáts

VERZEICHNIS DER ÄNDERUNGEN

Datum der Erstausgabe: 31. Januar 2012

Revision	Geändertes Kapitel	Datum	Seiten zum Entfernen	Seiten zum Ergänzen
A	Gesamte Dokumentation	19.03.2012		
B	Gesamte Dokumentation	10.05.2012		
C	Gesamte Dokumentation	26.10.2012		

Die Revision „A“ beinhaltet die Änderungen auf Grund der mündlichen und schriftlichen Bemerkungen der Sitzung der Projektjury von KKW Paks AG und Ungarische Elektrizitätswerke AG am 24. Februar 2012.

Die Revision „B“ beinhaltet die Änderungen auf Grund der innerhalb des Zeitraums der Ausarbeitung der Dokumentation getroffenen technischen Entscheidungen.

Die Revision „C“ beinhaltet die Änderungen auf Grund der schriftlich übergebenen Bemerkungen der Sitzung der Projektjury der Ungarischen Elektrizitätswerke AG am 17. Oktober 2012.

Tamás Romenda, Themenverantwortliche

Rozália Gátiné Magyar, Projektant

Péter Gyöngyösi, Projektant

Hajnalka Reszler, Projektant

Sándor Rosenfeld, Qualitätskontroller

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung.....	8
1.1. Vorstellung der geplanten Tätigkeit	8
1.2. Genehmigungsverfahren zur Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken.....	10
1.3. Die Gründe für die Errichtung der neuen Blöcke.....	12
1.3.1. Prognose des Bedarfs an elektrischer Energie in Ungarn.....	12
1.3.2. Vergleich der Alternativen der Energieerzeugung vom Aspekt der Umwelt	14
2. Kenndaten des Standortes, der Technologie der nuklearen Energieerzeugung und der betrachteten Varianten der geplanten neuen Blöcke.....	17
2.1. Vorstellung des Standortes.....	17
2.1.1. Lage des Standortes.....	17
2.1.2. Infrastrukturelle Verbindungen des Standortes.....	17
2.1.3. Zusammenhänge und Verbindungen zwischen den verschiedenen Flächennutzungs- und Stadtbauplänen.....	19
2.1.4. Zusammenfassung der Eigenschaften des Standortes Paks	20
2.2. Die Beschreibung der Technologie der nuklearen Energieerzeugung	21
2.2.1. Beschreibung der Kernkraftwerks-Typen.....	21
2.2.2. Funktion der Druckwasserreaktoren (PWR), Druckwasser-Kernkraftwerke der dritten Generation	22
2.2.3. Nukleare Energieerzeugung in der Welt, Referenzen der nuklearen Energieerzeugung.....	28
2.3. Zusammenfassende Vorstellung des am Standort zurzeit betriebenen Kernkraftwerks und des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente.....	32
2.3.1. Die technologische Hauptmerkmale des vorhandenen Kernkraftwerks.....	32
2.3.2. Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente.....	33
2.3.3. Sicherheitszone des Kernkraftwerks Paks und des Zwischenlagers für Abgebrannten Brennelemente	34
2.4. Beschreibung der in Betracht kommenden neuen Blöcke	34
2.4.1. Basisdaten der in Betracht kommenden Blocktypen.....	34
2.4.2. Beschreibung des geplanten Kühlsystems.....	44
2.4.3. Weitere zur geplanten Tätigkeit notwendige Anlage und Anschluss-Objekte	46
2.4.4. Vorstellung der internationalen Referenzen der in Betracht gezogenen Blocktypen.....	46
2.5. Vorstellung der Bauphase, Beschreibung der bautechnologischen und sonstigen Eigenschaften	49
2.5.1. Kenndaten des Baus	49
2.5.2. Art und Volumen der An- und Ablieferung zum Bau	52
2.6. Die geplanten Anlagen, Einrichtungen und Maßnahmen zum Schutz der Umwelt.....	53
2.7. Unsicherheit der angeführten Daten.....	54
3. Darstellung der Auswirkungen auf die Umwelt.....	55
3.1. Allgemeine Vorstellung der geografischen Umgebung	56

3.2. Die Radioaktivität in der Umgebung.....	57
3.2.1. Beschreibung des Ist-Zustands	57
3.2.2. Die radiologischen Wirkungen des Betriebs der neuen Blöcke.....	62
3.2.3. Die gemeinsame radiologische Auswirkung der nuklearen Anlagen am Standort	67
3.2.4. Auswirkungen von Störfällen und Havarien	69
3.3. Luftqualität.....	72
3.3.1. Beschreibung des Ist-Zustandes.....	72
3.3.2. Auswirkung des Baus auf die Luftqualität	74
3.3.3. Auswirkungen durch Betrieb der neuen Blöcke	75
3.3.4. Gemeinsame Wirkung der auf dem Standort betriebenen nuklearen Anlagen	76
3.3.5. Auswirkungen von Störfällen und Unfällen	76
3.4. Regionale und lokale Klima-Parameter.....	77
3.4.1. Beschreibung des Ist-Zustandes.....	77
3.4.2. Auswirkungen des Baus	79
3.4.3. Die Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke.....	79
3.4.4. Gemeinsame Wirkung der nuklearen Anlagen auf dem Standort.....	80
3.5. Oberirdische Gewässer	81
3.5.1. Beschreibung des Ist-Zustandes.....	81
3.5.2. Auswirkungen des Bautätigkeit	86
3.5.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke	88
3.5.4. Gemeinsame Wirkung der auf dem Standort betriebenen nuklearen Anlagen	91
3.5.5. Auswirkungen von Störfällen und Unfällen	92
3.6. Unterirdische Gewässer	92
3.6.1. Beschreibung des Ist-Zustandes.....	92
3.6.2. Auswirkungen des Baus	93
3.6.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke	94
3.6.4. Gemeinsame Auswirkung des Betriebs der nuklearen Anlagen auf dem Standort.....	94
3.6.5. Auswirkungen von Störfällen und Unfällen	95
3.7. Boden, Untergrund, geologisches Gestein.....	95
3.7.1. Beschreibung des Ist-Zustandes.....	95
3.7.2. Auswirkungen der Bauphase	97
3.7.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke	99
3.7.4. Gemeinsame Wirkung der nuklearen Anlagen auf dem Standort.....	99
3.7.5. Wirkungen von Störfällen und Unfällen	99
3.8. Pflanzen- und Tierwelt, Lebensräume	100
3.8.1. Beschreibung des Ist-Zustandes.....	100
3.8.2. Auswirkungen der Bauphase	108
3.8.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke	111
3.8.4. Gemeinsame Auswirkung der nuklearen Anlagen des Standorts	112
3.9. Lärmbelastung und Vibration.....	112
3.9.1. Beschreibung des Ist-Zustandes.....	112
3.9.2. Auswirkungen der Bauphase	114
3.9.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke	116
3.9.4. Die gemeinsame Wirkung der am Standort betriebenen nuklearen Anlagen	116

3.10. Abfälle	117
3.10.1. Beschreibung des Ist-Zustands	117
3.10.2. Auswirkungen der Bauphase	117
3.10.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke	119
3.10.4. Gemeinsame Auswirkung der auf dem Standort betriebenen nuklearen Anlagen.....	125
3.11. Siedlungsumgebung, gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen.....	125
3.11.1. Beschreibung des Ist-Zustands	125
3.11.2. Auswirkungen der Bauphase	127
3.11.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke	128
3.11.4. Die gemeinsame Auswirkung der nuklearen Anlagen am Standort.....	130
3.12. Landschafts- und Flächennutzung	130
3.12.1. Beschreibung des Ist-Zustandes.....	130
3.12.2. Auswirkungen der Bauphase	133
3.12.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke	134
3.12.4. Gemeinsame Auswirkung der nuklearen Anlagen am Standort	135
4. Abgrenzung der betroffenen Gebiete für die in Betracht gezogenen Varianten..	136
4.1. Von den radiologischen Auswirkungen betroffene Gebiete	136
4.2. Betroffenes Gebiet durch konventionelle Auswirkungen auf die Umwelt.....	138
4.3. Das gesamte betroffene Gebiet, die betroffenen Siedlungen.....	147
5. Mit der Stilllegung verbundene Auswirkungen auf die Umwelt im Hinblick auf die in Betracht gezogenen neuen Blockvarianten	149
5.1. Ablauf und Ziel von Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerks.....	149
5.2. Abbaustrategie für den Abbau der neuen Kraftwerksblöcke	150
5.3. Auswirkungen des Abbaus auf die Umwelt.....	151
5.3.1. Blockspezifische Überlegungen.....	151
5.3.2. Beschreibung der Umweltauswirkungen des Abbaus	152
5.4. Finanzierung und Kosten des Abbaus	155
6. Bewertung der eventuellen, Landesgrenzen überschreitenden Auswirkungen....	157
7. Zusammenfassung.....	161

1. Einleitung

1.1. Vorstellung der geplanten Tätigkeit

Für die sichere Erhaltung der Versorgung mit elektrischer Energie Ungarns ist die Errichtung von neuen Kraftwerkskapazitäten erforderlich, weil die Abstellung des bedeutenden Teils der heute zur Verfügung stehenden Kapazitäten mittel- und langfristig zu erwarten ist. Bis 2020 etwa 5000 MW, und bis 2030 weitere 4000 MW neue Produktionskapazitäten werden im Grunde infolge der Alterung des heimatischen Kraftwerksparks, und zweitens infolge der steigenden Nachfrage seitens Verbraucher – sogar neben der zeitlichen Rezession durch Wirtschaftskrise – erfordert. Für den Ersatz der fehlenden Quellen bedeutet eine vorteilhafte Lösung die Errichtung eines neuen Kernkraftwerks, weil die Erzeugung der elektrischen Energie im Kernkraftwerk bekanntlich wirtschaftlich effektiv und langfristig verwendbar ist, ermöglicht eine sichere Stromversorgung, der Brennstoff ist aus mehreren Quellen stabil und für einen berechenbaren Preis beziehbar, und kann für eine längere Zeit gelagert werden.

Bevor ein Kernkraftwerk errichtet wird, muss eine politische Entscheidung getroffen werden, darauf folgen sehr gründliche mehrjährige Vorbereitungen und das Genehmigungsverfahren. Die Firmengruppe Ungarische Elektrizitätswerke AG (Gruppe MVM) führt seit 2007 vorläufige Gutachter-Untersuchungen in Bezug auf die Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken am Standort Paks mit Analyse der technischen, wirtschaftlichen, kommerziellen, rechtlichen und gesellschaftlichen Aspekte durch. Basierend auf diesen vorläufigen Untersuchungen hat das Parlament am 30. März 2009 mit 95,4% der Stimmen dem Beginn der Vorbereitungsarbeiten zur Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken am Standort Paks zugestimmt (Entscheidung des Parlaments 25/2009. (IV. 2.) OGY).

Die Entscheidung des Parlaments bedeutet keinen endgültigen Entschluss über die Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken. Die, angefangen nach der prinzipiellen Zustimmung beginnende fachliche Arbeit soll Antworten auf mehrere Fragen geben, zum Beispiel in Bezug auf die Finanzierungs- und Investitionsstruktur, die technischen Charakteristiken, Wettbewerbsfähigkeit, Systemfähigkeit, Umweltverträglichkeit, oder die Frage des Typs von dem neuen Block und des Lieferanten.

Nach Erscheinung der Entscheidung des Parlaments begannen - basierend auf den schon vorher durchgeführten Untersuchungen - die tatsächlichen Vorbereitungen, und als Teil dieser Tätigkeit die Vorbereitung der erforderlichen Genehmigungsverfahren.

Typ und Lieferant des zu errichtenden Block – entsprechend der internationalen Praxis – werden durch in einer Prozedur des Tenders ausgewählt, die ein komplexer Prozess aus mehreren Etappen wird. Nach der gemeinsamen Erwägung der Welttendenz und der Fachkenntnisse des einheimischen Kernkraftwerks kann eindeutig festgestellt werden, dass es zweckmäßig ist, in Ungarn ein Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktoren der dritten Generation zu bauen ist.

Auf dem Markt gibt es mehrere solcher Typen und deren Lieferanten sind alle multinationale Firmen mit anerkannten Fachkenntnissen und relevanten Erfahrung im Bau von Kernkraftwerken. Das Angebot ist dabei recht ausgeglichen, es gibt keine extrem guten und extrem schwachen Varianten. Alle in Frage kommenden Typen sind anhand der bisherigen Analysen ausreichend sicher und technisch entwickelt.

Die Gruppe MVM hat nach der Entscheidung des Parlaments am 8. Juli 2009 das Lévai Projekt für die Vorbereitung der auf dem Betriebsgelände des Kernkraftwerks Paks zu errichtenden neuen Kernkraftwerksblöcke gegründet. Namensgeber des Projekts ist der verstorbene, Dr. Prof. András Lévai, der eine bestimmende Persönlichkeit der einheimischen Energetik war, und eine solche energetische Anschauung eingeführt, die umgreifende technische, umweltbezogene und nationalstrategische Gesichtspunkte berücksichtigt.

Die Aufgaben im Zusammenhang mit der Vorbereitung der Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken werden seit September 2012 durch die von der Ungarischen Elektrizitätswerke AG gegründeten Projektgesellschaft MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. (MVM Paks II Kernkraftwerk Entwicklungs AG) durchgeführt.

Die geplante Tätigkeit besteht also in den Errichtung von zwei Kernkraftwerksblöcken mit netto elektrischer Leistung je 1000 bis 1600 MW auf dem Betriebsgelände des Kernkraftwerks Paks für die Erzeugung der elektrischen Energie zu Handelszwecken. Die Errichtungszeit beträgt 11 bis 12 Jahre, daraus nimmt die Vorbereitungsphase 5 bis 6 Jahre, und die Ausführung 6 Jahre in Anspruch. Der erste neue Kernkraftwerksblock würde voraussichtlich bis 2025, und der zweite bis 2030 in Betrieb gesetzt werden, die geplante Betriebszeit der Blöcke beträgt 60 Jahre. Der Standort für die Errichtung der neuen Blöcke befindet sich im Bezirk Tolna, Verwaltungsgebiet der Stadt Paks, etwa 5 km von dem Stadtzentrum entfernt, auf dem Eigentumsgelände der MVM PAKS Kernkraftwerk AG.

Die geplante Investition hat voraussichtlich auf lokaler und regionaler Ebene positive gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen (z. B. bedeutender Anstieg der Beschäftigungsrate, Entwicklung der Bildungseinrichtungen, Wirtschaftsaufschwung durch ansteigendes Einkommen der Bevölkerung und der Kommunen) wie in der Bauphase, so auch in der Betriebsphase.

Laut der mehrmals geänderten Regierungsverordnung 314/2005. (XII.25.) über Verfahren zur Umweltverträglichkeitsprüfung und das einheitliche Genehmigungsverfahren für Umweltnutzung ist die erste Phase der Prozedur der Umweltschutzgenehmigung die - nicht bindend gültige - vorherige Konsultation. In Rahmen der vorherigen Konsultation erteilt die Aufsichtsbehörde mit Einzug der Verwaltungsorgane ihre Meinung zu den inhaltlichen Anforderungen der Umweltverträglichkeitsstudie, die in der zweiten Etappe einzureichen ist. Nach Einreichung der Umweltverträglichkeitsstudie trifft die Aufsichtsbehörde in Kenntnis aller Daten und Untersuchungsergebnisse bezüglich der geplanten Tätigkeit unter Einbezug der zuständigen Fachbehörden einen Bescheid, in dem sie - im Falle der Eignung der zu errichtenden Kraftwerksblöcke in Bezug auf den Umweltschutz - die Umweltschutzgenehmigung erteilt.

Vorliegendes Dokument ist die Dokumentation des Antrags auf vorherige Konsultation, das im Auftrag der MVM Ungarische Elektrizitätswerke AG die Mitarbeiter der PÖYRY ERŐTERV AG und ihre Subunternehmer erstellt haben. In die Erstellung der Dokumentation einbezogene Fachanstalten, Firmen, und die von ihnen erstellten Teile der Arbeit:

ÖKO Environmental, Economic, Technological, Commercial, Service and Development Co. Ltd.:

Darlegung des Umweltzustands und Abschätzung der zu erwartenden Auswirkungen auf den herkömmlichen (nicht nuklearen) Fachgebieten (Luftqualität, Lärmzustand, Biozönose der Natur, Benutzung der Landschaft und der Gebiete).

Ungarische Akademie der Wissenschaften, Forschungszentrum für Energiewissenschaften:

Darlegung der Technologie der nuklearen Energieerzeugung, der berücksichtigten Varianten der neuen Blöcke, Charakterisierung der Radioaktivität der Umwelt, Abschätzung der zu erwartenden radiologischen Auswirkungen.

Golder (Associates) Ungarn AG:

Darlegung der Wasserumwelt, des Umweltzustandes Oberflächen- und unterirdische Gewässer, Darstellung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse, Abschätzung der zu erwartenden Umweltauswirkungen.

Meteorologischer Dienst des Landes:

Regionale und lokale meteorologische Charakterisierung, Erstellung von Klimastudien.

SOM NET GmbH:

Untersuchung der Umweltauswirkungen, die mit der Stilllegung verbunden sein können.

1.2. Genehmigungsverfahren zur Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken

Für die Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken ist gemäß der geltenden Rechtsregeln die Durchführung der Genehmigungsverfahren für Umweltschutz, Wasserrecht, nukleare Sicherheit und Stromerzeugung, sowie die Erfüllung von sonstigen Genehmigungspflichten, bzw. der Erwerb der behördlichen Genehmigungen erforderlich.

Gemäß § 66 (1) des LIII-en Gesetzes von 1995 über die allgemeinen Regeln des Umweltschutzes darf die Umweltnutzung bei Tätigkeiten für die eine Umweltverträglichkeitsuntersuchung vorgeschrieben ist, erst nach Erhalt **Umweltschutzgenehmigung**, ausgegeben von der Umweltschutzbehörde, begonnen werden.

Die zur Umweltverträglichkeitsuntersuchung verpflichteten Tätigkeiten sind in der Regierungsverordnung 314/2005. (XII. 25.) über die Umweltverträglichkeitsstudie und die einheitliche Genehmigungsprozedur für die Umweltbenutzung bestimmt. Die dazu verpflichteten Tätigkeiten sind in den Anlagen 1 und 3 der Verordnung aufgeführt. Die geplante Tätigkeit, d. h. die Errichtung eines neuen Kernkraftwerksblocks, ist in Punkt 31 der Anlage 1 aufgeführt, demzufolge gehört sie zu den Tätigkeiten, die zur Umweltschutzgenehmigung verpflichtet sind, so ist der Erwerb der Umweltschutzgenehmigung als Teil des Genehmigungsverfahrens erforderlich.

Die behördlichen Aufgaben werden im vorliegenden Fall von der regional zuständigen Aufsichtsbehörde für Umweltschutz, Naturschutz und Wasserwirtschaft Süd- Transdanubien (im Weiteren Aufsichtsbehörde) versehen.

Gemäß der Regierungsverordnung 314/2005. (XII. 25.) kann der Umweltbenutzer bei den in Anlage 1 aufgeführten, zur Umweltverträglichkeitsuntersuchung verpflichteten Tätigkeiten eine vorhergehende Konsultation zu folgendem Zweck anregen:

- einerseits um die Meinung der Aufsichtsbehörde, und der später am Umweltschutzgenehmigungsverfahren teilnehmenden Behörden zu den inhaltlichen Anforderungen der Umweltverträglichkeitsstudie einzuholen,
- andererseits um die Bemerkungen der Öffentlichkeit kennenzulernen und diese bei Durchführung der Umweltverträglichkeitsstudie zu berücksichtigen.

Der Antragsteller der Umweltschutzgenehmigung hat in diesem Fall über die Anregung der vorhergehenden Konsultation entschieden. Dafür muss die Dokumentation der vorhergehenden Konsultation (VKD) entsprechend den inhaltlichen Anforderungen laut Anlage 4 der Regierungsverordnung 314/2005. erstellt werden. Die Aufsichtsbehörde übergibt die eingereichte Dokumentation und den Antrag auf die vorhergehende Konsultation den Verwaltungsorganen, die in der Anlage 12 aufgeführt sind, sowie den betroffenen Kommunen zur Meinungsbildung, beziehungsweise veröffentlicht eine Mitteilung über den Eingang des Antrags. Zur Mitteilung können innerhalb von 21 Tagen Bemerkungen gemacht werden, den betroffenen Verwaltungsorganen stehen 15 Tagen für die Meinungsbildung zur Verfügung. Im vorhergehenden Konsultationsverfahren besteht die Möglichkeit zur Durchführung einer mündlichen Konsultation unter Teilnahme der einbezogenen Verwaltungsorgane (der zukünftigen Fachbehörden) und des Umweltbenutzers. Die Aufsichtsbehörde übergibt als Ergebnis der vorhergehenden Konsultation ihr Gutachten zu den inhaltlichen Anforderungen der Umweltverträglichkeitsstudie unter Berücksichtigung der Anlage 6 der Regierungsverordnung. Innerhalb von zwei Jahren nach Ausgabe dieses Gutachten kann der Umweltbenutzer einen Antrag auf Erteilung der Umweltschutzgenehmigung einreichen.

Die Errichtung eines Kernkraftwerks fällt unter die Wirkung der Regierungsverordnung 148/1999. (X. 13.) über die Verkündung des am 26. Februar 1991 in Espoo (Finnland) unterschriebenen Abkommens über die Untersuchung der grenzübergreifenden Umweltauswirkungen, bzw. der Richtlinie 85/337/EWG über die Untersuchung der Auswirkungen der öffentlichen und privaten Projekte auf die Umwelt, geänderter durch Richtlinien 97/11/EG, 2003/35/EG und 2009/31/EG des

Rates der Europäischen Gemeinschaft, deshalb ist auch die Durchführung eines Verfahrens zur Untersuchung der internationalen Auswirkungen erforderlich. Die Aufsichtsbehörde benachrichtigt das Ministerium für regionale Entwicklung über die Notwendigkeit der Durchführung eines internationalen Verfahrens in der Phase der vorhergehenden Konsultation. Das Ministerium benachrichtigt die mutmaßlichen Auswirkungsträger über die geplante Tätigkeit durch Versendung der auf die Sprache der wirkungstragenden Seite oder auf Englisch übersetzter Dokumentationen.

Wenn die wirkungstragende Seite am Verfahren der Umweltverträglichkeitsuntersuchung teilnehmen will, führt das Ministerium mit Einbezug der Aufsichtsbehörde und des Umweltbenutzers als Teil des Verfahrens eine Konsultation mit der wirkungstragenden Seite durch. Die Aufsichtsbehörde erwägt die bei der Konsultation und von der Öffentlichkeit der wirkungstragenden Seite erhaltenen Bemerkungen, und berücksichtigt diese wenn notwendig.

Im vorliegenden Fall weichen die inhaltlichen Elemente der Umweltverträglichkeitsuntersuchung und die erforderlichen Prüfungen teilweise von den allgemein üblichen Anforderungen für den größten Teil der Tätigkeiten ab. Die eine wichtige Abweichung ergibt sich daraus, dass der Umweltbenutzer die geplanten neuen Blöcke nicht als Erweiterung des vorhandenen Kernkraftwerks betrachtet, sondern die Errichtung neuer Blöcke als selbständiges Objekt an einem Standort, wo der benachbarte Geländenutzer ein anderes, sich schon im Betrieb befindliches Kernkraftwerk ist.

Eine andere Besonderheit ist die Behandlung der Einstellung der Tätigkeit. Bei den meisten konventionellen Tätigkeiten stehen darüber in der Phase der Planung nur wenige Kenntnisse zur Verfügung. Im vorliegenden Fall handelt es sich um einen Arbeitsprozess, der ungefähr die gleiche Größenordnung hat, wie das Bauvolumen, und auch die Auswirkungen auf die Umwelt können bedeutend sein.

Gemäß der Regierungsverordnung 314/2005. (XII. 25.) ist das Einstellen des Betriebs eines Kernkraftwerks infolge der Umweltgefährdung der komplexen Auswirkungen eine eigenständig zur Umweltverträglichkeitsuntersuchung verpflichtete Tätigkeit. Die Hauptursache des selbstständigen Genehmigungsverfahrens besteht in der Förderung der Realisierung von optimalen Lösungen bezüglich der Umwelt bei der Demontage des Kraftwerks. Die Demontage wird in so weiter Zukunft (mehrere Jahrzehnte, oder sogar in 100 Jahren eintreten), dass man heute die dann zur Verfügung stehenden technischen Lösungen in der jetzigen Phase der Planung noch nicht voraussehen, die damit verbundenen Umweltauswirkungen nicht detailliert prognostizieren kann. In der jetzigen Phase bedeutet die Pflicht der selbstständigen Auswirkungsuntersuchung für das Einstellen des Kraftwerks-Betriebs, dass man auf diese Phase in der Studie eingehen soll, aber nicht so tief, wie es für die Umweltverträglichkeitsuntersuchung erforderlich ist.

Die Einholung der notwendigen **Genehmigungen für nukleare Sicherheit** zur Errichtung und zum Betrieb eines Kernkraftwerks geschieht anhand des CXVI-en Gesetzes von 1996 über die Atomenergie, sowie der durch die Regierungsverordnung 37/2012. (III. 9.) geänderten Regierungsverordnung 118/2011. (VII. 11.) über nukleare Sicherheitsanforderungen für nukleare Objekte und über die damit verbundene Behördentätigkeit, bzw. anhand der Vorschriften der Regeln für Nukleare Sicherheit, die Anlage der Regierungsverordnung sind:

- Genehmigungen auf Objektebene (Genehmigung des Standorts, Errichtungsgenehmigung, Genehmigung für Inbetriebnahme, und Betriebsgenehmigung),
- Genehmigungen auf System- und Systemelementebene (Fertigungs (Typen) genehmigungen, Einkaufs-(Typen)genehmigungen, Bau- und Montagegenehmigungen, Inbetriebnahme- und Betriebsgenehmigungen, usw.)

Die behördlichen Aufgaben werden bei den Genehmigungsverfahren für nukleare Sicherheit vom Landesamt für Kernenergie (OAH) versehen, die Genehmigungsprozeduren führt die Direktion für nukleare Sicherheit des Amtes (NBI) durch.

Für die Errichtung eines Kernkraftwerks ist gemäß dem LXXXVI-en Gesetz von 2007 über die elektrische Energie und der Regierungsverordnung 273/2007. (X. 19.) über die Durchführung einzelner Regelungen des LXXXVI-en Gesetzes von 2007 über die elektrische Energie auch der Erwerb der **Stromerzeugungs-Genehmigungen** des Ungarischen Energieamtes (MEH) erforderlich. Gemäß den Rechtsregelungen ist für die Errichtung neuer Blöcke, als Kraftwerk das bedeutend den Betrieb des Stromversorgungssystems beeinflusst, eine prinzipielle Genehmigung erforderlich. Weiterhin ist es erforderlich, die Errichtung des Kraftwerks und der Produktionsleitungen¹ bei dem Genehmigungsverfahren genehmigen zu lassen. Die Behörde erteilt bei der Genehmigung der Errichtung des Kraftwerks in zwei Schritten zuerst die Genehmigung für die Errichtung dann für den Produktionsbetrieb des Kraftwerks.

Die behördliche Genehmigung für die Errichtung des Kernkraftwerks dehnt sich auch auf **sonstige, spezielle Fachgebiete** aus (Standort, Untersuchung dessen geologischer Eignung, Bestimmung der Sicherheitszone des Objekts, physischer Schutz und Brandschutz des nuklearen Objekts, Kontrolle der Emissionen und der Umwelt, usw.).

Die für die Errichtung des Kernkraftwerks erforderlichen Genehmigungsverfahren und die wichtigsten Rechtsregel für die Verfahren sind in der *Tabelle von Anhang M-1.* zusammengefasst.

1.3. Die Gründe für die Errichtung der neuen Blöcke

1.3.1. Prognose des Bedarfs an elektrischer Energie in Ungarn

Der gesamte Stromverbrauch innerhalb des Energiesystems Ungarns war im Jahr 2011 42,63 TWh, davon betrug Brutto-Stromerzeugung (unter Berücksichtigung des Eigenverbrauchs) 37,4 TWh, die Netto-Erzeugung (ins Netz eingespeiste) betrug 34,6 TWh. Die (brutto) Stromerzeugung der einheimischen Kraftwerke stammte etwa 44% aus Kernspaltung, 30% aus Erdgas), 18% aus Kohle und 8% aus Abfällen und erneuenden Energiequelle. [1]

Die Jahres-Spitzenbelastung des Stromsystems sank als Auswirkung der Wirtschafts-Rezession, jedoch näherte sich die Spitzenbelastung im Jahr 2010 mit 6560 MW schon dem bisher höchsten, im Jahr 2007 erreichten Wert von 6602 MW. Die Jahres-Spitzenbelastung betrug 2011 6492 MW.

Bei der Entwicklung des jährlichen Stromverbrauchs kann ein jährliches Wachstum von 1,5% als maßgebend betrachtet werden. Das jährliche Wachstum von 1% ist in den Prognosen mit geringerer Wahrscheinlichkeit angeben, und die kleinste Wahrscheinlichkeit hat ein Jahreswachstum von 2%.

Die brutto eingebaute Leistung der einheimischen Kraftwerke betrug im Jahre 2011 10109 MW (davon war 8637 MW die Leistung der Großkraftwerke). Bei der Betrachtung der mittel- und langfristigen Änderungen und der Prognose der eingebauten elektrischen Leistung können wir feststellen, dass das Schicksal der vorhandenen ungarischen Kraftwerke, ihre voraussichtliche Abstellungen zu einer dem Willen der Eigentümer entsprechenden Zeit und Art, der Marktentwicklung der Leistungskapazität folgen wird. Neue Kraftwerke werden in den folgenden zwei Jahrzehnten vor allem als Ersatz der abgestellten Einheiten erforderlich sein, und nur an der zweiten Stelle wegen steigendenden Bedarfs an elektrischer Energie. Die Notwendigkeit der Schaffung von Quellen ist in *Abbildung 1.3.1-2.* dargestellt.

¹ Gemäß den Vorschriften des LXXXVI-en Gesetzes von 2007 besteht die Genehmigungspflicht für die Errichtung der Produktionsleitung nicht, wenn die Produktionsleitung ausschließlich für den Anschluss des Kraftwerks dient, und kein anderer Benutzer von der Produktionsleitung versorgt ist. Aus diesem Grund kann es angenommen werden, dass keine Genehmigung für die Produktionsleitung durch das Ungarische Energieamt (MEH) erforderlich wird.

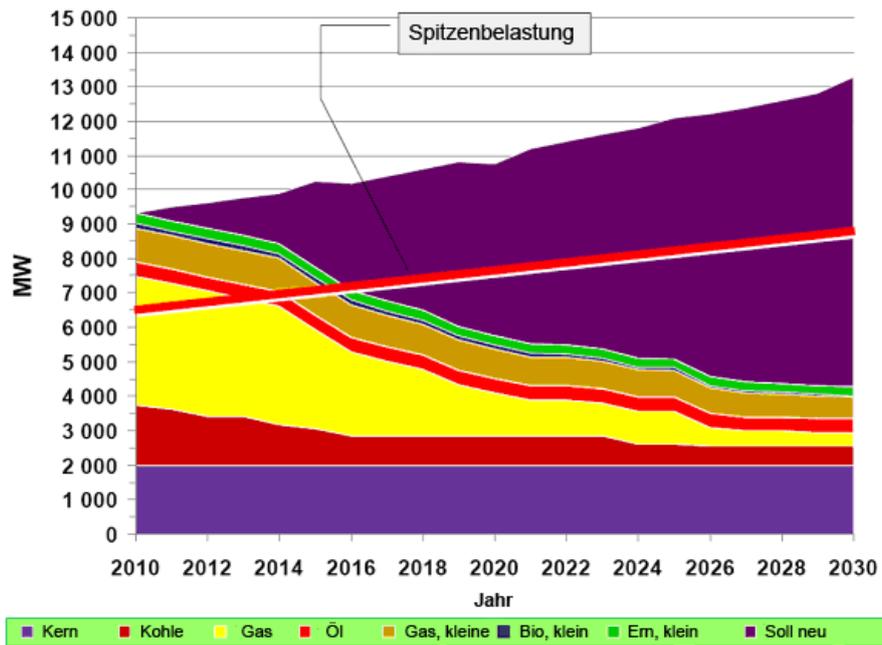


Abbildung 1.3.1-1. : Notwendigkeit der Schaffung von Quellen

Der Bau von den Kraftwerken wird zwischen 2010 und 2020 den Erwartungen nach durch die Errichtung von Gasturbinenkraftwerken mit kombiniertem Zyklus (CCGT²) und durch begleitende Kleinkraftwerksentwicklungen bestimmt. Anfang der 2020-er Jahre können die erforderlichen Quellen wahrscheinlich bis zur Inbetriebnahme des ersten neuen Kernkraftwerkblocks mit CCGT Blöcken gesichert werden. In dieser Zeit soll auch schon der Bau eines tertiären Reservegasturbinenparks beginnen, mit einer Kapazität, die an die Leistung des neuen Kernkraftwerkblocks angepasst ist. Diese Kapazität soll schon beim Probetrieb des neuen Kernkraftwerkblocks zur Verfügung stehen, damit ein aus irgendeiner Ursache auftretender Leistungsausfall innerhalb der vorgeschriebenen Zeit ersetzt werden kann. [2].

In der nächsten Zeit kann der Anteil des Gases, als primärer Energieträger durch die Errichtung von Gasturbinen auf nahe 50% steigen. Das kann mit Kraftwerken auf Basis von erneuerbarer Energiequellen eigentlich nicht ausgeglichen werden, den Rückgang des Erdgasanteils können wir von der Errichtung eines Kernkraftwerks mit großen Blöcken erwarten.

Parallel mit der Errichtung eines Großkraftwerks kann sich die Errichtungen von Kleinkraftwerken weiterhin fortsetzen, aber die Leistung der Windkraftwerke als Hauptanteil der Kleinkraftwerke und der mit Wärmeversorgung verbundenen Biomassekraftwerke, kann weiterhin sehr mäßig bleiben. So kann der einheimische Verbrauch an elektrischer Energie bis 2030 im Anteil von 53% aus nuklearer Quelle, 28% aus Erdgas, 4% aus Kohle und 15% aus erneuerbaren Quellen stammen.

Der Anteil des Importsaldos kann in den 2010-er Jahren vor allem infolge des niedrigen regionalen Angebotspreises noch steigen, was die in der Region neu in Betrieb zu nehmenden Kernkraftwerke noch verstärken. In den 2020-er Jahren kann man aber mit dem Rückgang des Importsaldos rechnen. Die Inbetriebnahme der Kernkraftwerksgrößblöcke kann einen vorübergehenden Kapazitätsüberfluss im einheimischen System verursachen. Die Nutzung des Kapazitätsüberflusses kann nur durch Export oder Pumpenspeicherwasserkraftwerke geschehen.

Der Kapazitätsüberfluss kann vor allem in den Perioden mit niedriger Belastung Probleme bedeuten, wenn die noch neben den wetterabhängigen oder aus anderer Ursache nicht regelbaren Kraftwerken betriebene Blöcke (typisch mit großer Blockleistung) die Regelkapazität in Ab-Richtung sichern sollen. Damit ist es begründet, dass die neuen Blöcke in einem bedeutend

² Combined Cycle Gas Turbine – Gasturbine mit kombiniertem Zyklus

breiteren (50-100%) Bereich als bisher regelbar sein sollen, was die Kernkraftwerkstechnologie der dritten Generation ohne weiteres ermöglicht, und von der Betriebsordnung des ungarischen Stromsystems auch als Anforderung vorgeschrieben wird.

1.3.2. Vergleich der Alternativen der Energieerzeugung vom Aspekt der Umwelt

Für die Lebenszyklusanalyse der Erzeugung von elektrischer Energie des ungarischen Energetik-Sektors wurde eine selbstständige Untersuchung durchgeführt. [3] In der Lebenszyklusanalyse werden die Aspekte der Umwelt und die potenzielle Auswirkungen des Produkts, des Prozesses oder der Dienstleistung während des Lebenswegs in den einzelnen Etappen des Lebenszyklus untersucht. Das Objekt der Lebenszyklusanalyse ist allgemein ein Produkt, Prozess oder Dienstleistung, bei denen die Möglichkeit der Auswahl zwischen Systemen mit der derselben Funktion, aber unterschiedlicher Wirkung auf die Umwelt, besteht. Die möglichen Alternativen der Erzeugung von elektrischer Energie sind Kernenergie, fossile Energieträger (Lignit, Braunkohle, Schwarzkohle, Erdgas, Öl), alternative Energiequellen (Abfall), und erneuerbare Energiequellen (Holz, Biogas, Bioethanol, Wasser-, Wind- und Sonnenenergie).

Das System beinhaltet das Modell LCA (Life Cycle Assessment – Lebenszyklusanalyse) für alle in Ungarn verwendeten Erzeugungstechnologien von elektrischer Energie, angefangen mit den fossilen Energieträgern, über Nutzung der Kernenergie bis zur Verwendung erneuerbarer Quellen. Es soll betont werden, dass die Analyse nur die Erzeugung der elektrischen Energie betrifft.

Für die Auswertung wurden die Methoden EcoIndikator '99 und CML 2001 verwendet, die in der Universität Leiden in Niederland entwickelt wurden [3]. Die Methode EcoIndikator '99 charakterisiert die Umweltleistung einer Technologie mit Hilfe eines Aggregatswerts ohne Dimension, und die Kennwerte der Methode CML 2001 normieren die einzelne Emissionen exakt in leicht verstehbaren Einheiten für die Menge der Referenzstoffe. Die Systemgrenzen der Analyse reichen von der Brennstoffgewinnung bis zu dessen Umwandlung, das Endprodukt ist die funktionelle Einheit.

Bei der Analyse wurden nicht nur die Erzeugung der elektrischen Energie, sondern auch die mit dem Kraftwerksbau, mit dem Einstellen des Betriebs und mit der Abfallwirtschaft verbundenen Belastungen untersucht.

Die Analyse wurde anhand des ungarischen Energiemix durchgeführt. Der ungarische Energiemix ist ein solches System, wo die modellierten technologischen Systeme zur Erzeugung der funktionellen Einheit, d. h. der elektrischen Energie von 1 MJ, entsprechend ihrem wirklichen Anteil beitragen, so wurden die aus den Technologien stammende Emissionen bei der Analyse ihrem wirklichen Anteil entsprechend berücksichtigt. Ausgehend vom Energiemix wurden die unterschiedliche Alternativen der Energieerzeugung verglichen, die Analyse bezieht sich ausschließlich auf die Stromerzeugung, die Wärmeausnutzung wurde in der Analyse nicht behandelt. Die *Abbildung 1.3.2-1.* zeigt die Ergebnisse der Analyse, wofür die folgenden Kennwerte der Methode CML 2001 verwendet wurden:

- Säurepotential (Äquivalent kg SO₂), d. h. in welchem Ausmaß das System zur Änderung des pH-Wertes der Umwelt beiträgt.
- Eutrophie-Potential (Äquivalent kg Phosphate), d. h. die Bestimmung der Anreicherung an Nährstoffen der Umwelt in Bezug auf Phosphate.
- Globales Erwärmungspotential (Äquivalent kg CO₂), d. h. Beitrag zur Auswirkung der globalen Erwärmung, bezogen auf Kohlendioxyd.
- Humantoxizitätspotential (Äquivalent kg DCB), d. h. die Giftwirkung auf den Mensch, die mit Dichlor-Benzol normiert ist.

- Potential der photochemischen Ozonbildung (Äquivalent kg Äthylen), d. h. die Rolle des Prozesses zur Förderung der Ozonbildung in der niedrigen Atmosphäre mit Äthylen normiert.
- Beim Säurepotential spielt die Erdgasverbrennung eine große Rolle, das ist verständlich, weil es einen Anteil von 35% an der Energieversorgung hat. Hier kommt noch die Wirkung des Lignits dazu, der einen Anteil von 15% hat.

Bei der Nährstoffanreicherung erscheint auch Lignit Verbrennung, fast in solchem Ausmaß, wie die Erdgasverbrennung mit dem Anteil von 35%, obwohl der Anteil des Lignits im Energiemix nur die Hälfte, etwa 15% beträgt. Hier erscheint auch die Auswirkung zwei weiterer Technologien mit Nutzung von fossilem Brennstoff, Öl, Schwarzkohle bzw. Braunkohle, obwohl deren Anteil nur 1 bis 2% im Energiemix ausmacht. Daneben hat die Biomassenverbrennung (Holzverbrennung) auch eine wahrnehmbare Auswirkung mit ihrem Anteil von 3,7% im Energiemix.

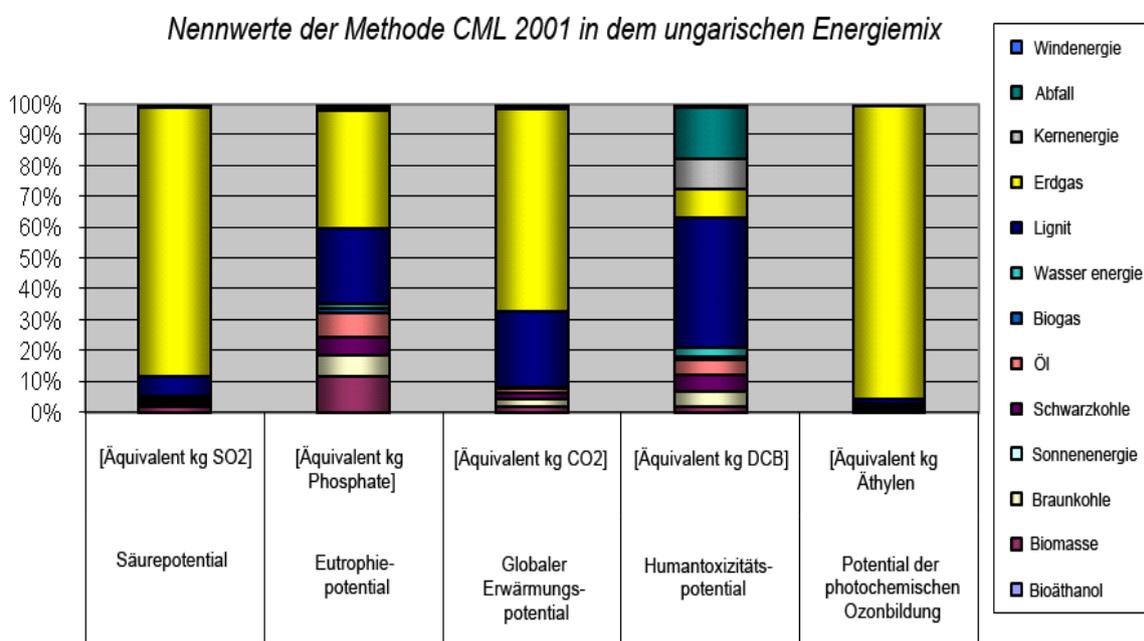


Abbildung 1.3.2-1.: Umweltfaktoren entsprechend der Anteile am ungarischen Energiemix (CML 2001)

In der Verteilung des globalen Erwärmungspotentials benimmt das Erdgas den größten Platz, was auch die Auswirkung der wichtigen Rolle des Erdgases in der Energieversorgung sein kann. Danach folgt das Lignit, und die anderen Technologien auf fossiler Basis.

In der Formung des Humantoxizitätspotentials erscheinen schon mehrere Arten der Energieerzeugung. Den größten Anteil hat der Lignit, dem folgt die Abfallverbrennung. Die Bedeutung des Gases nimmt hier schon ab, der Ausmaß ist fast gleich mit der Kernenergie, was ihren Rolle in der Energieerzeugung (etwa je 35%) entspricht, obwohl die Auswirkung der Kernenergie bei keinem Faktor erkennbar nachgewiesen werden konnte.

Bei Formung des photochemischen Ozonbildungspotentials ist die Erdgasheizung fast zu 100% bestimmend. Daraus ist ersichtlich, dass eine weitere Erhöhung des Anteils der Heizung mit Lignit und Erdgas in der ungarischen Energieerzeugung nicht vom Vorteil für die Umweltleistung wäre. Die Kernenergie erscheint nachweisbar nur im Humantoxizitätspotential, deshalb ist die Umweltbelastung dieser Technologie im ungarischen Energiemix am günstigsten.

Bei der Zusammenfassung der Umweltbelastungsdaten der einzelnen Technologien der Stromerzeugung hilft die *Abbildung 1.3.2-2.* mit Angabe der Werte nach Methode EcoIndicator '99.

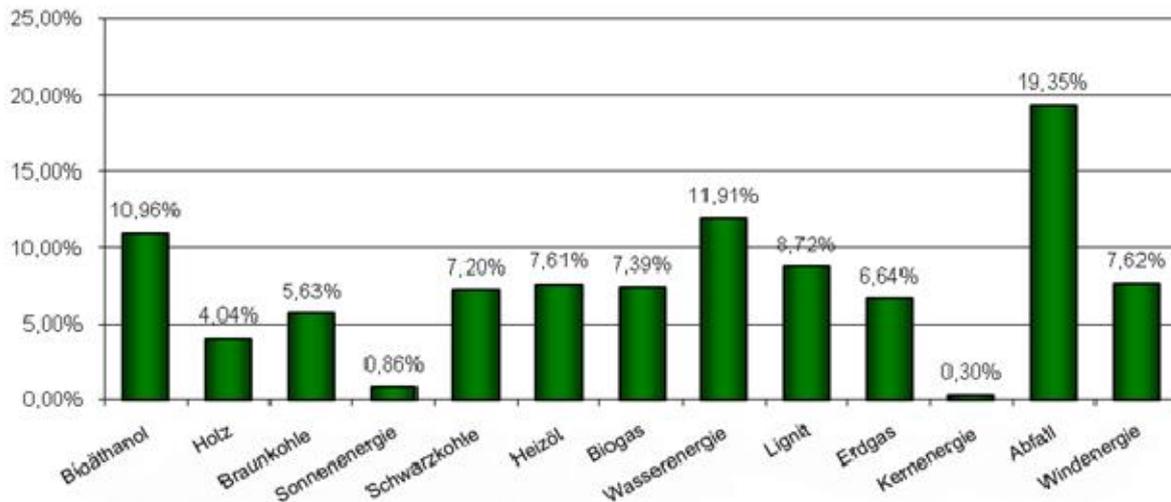


Abbildung 1.3.2-2.: Werte der einzelnen Energieerzeugungstechnologien nach EcoIndicator '99

Die Abfallverbrennung ist von den untersuchten Verfahren das die Umwelt am meisten belastende Verfahren, weil die angewandte hierarchische Annäherung in der Methode EcoIndicator '99 die karzinogene Auswirkungen berücksichtigt, und da die Abfallverbrennung infolge der erhöhten Emissionen von Schwermetallen und Dioxin zu dieser Kategorie gehört, ist ihr Indikatorwert höher. Die fossile Brennstoffe verwendenden Technologien befinden sich beinahe auf gleichem Niveau, kleinere Unterschiede sind infolge der Herstellung des Brennstoffs möglich. Den besten Wert in dieser Kategorie hat die Erdgasverbrennung erreicht. Die Holzverbrennung ist von den Verbrennungstechnologien die beste, aber dafür ist ein entsprechend funktionierendes System der Forstwirtschaft erforderlich, das immer die Brennstofflieferung sichern kann.

Interessant ist die Lage der Wasserenergie, die nach der Abfallverbrennung die schlechteste Leistung hat. Das liegt an dem hohen Bedarf an Baumaterial, und es wurden dabei nicht die Probleme der unterschiedlichen Dammtypen berücksichtigt, wie die Emissionen infolge der Faulung der Anschwemmungen entlang des Dammes oder die Beschädigung des Ökosystems. Die Verbrennung Bioäthanol verursacht ähnliche Belastung, wie beim Erdgas, was sich vor allem aus den Umweltauswirkungen für die Landwirtschaft ergibt. Von den erneuerbaren Energiequellen ist die Sonnenenergie am umweltfreundlichsten, sie verursacht um eine Größenordnung kleinere Umweltbelastungen, als alle andere.

Die beste Leistung hat die Kernenergie, mit viel besserer Leistung, als die andere. Die Auswirkung der Abfallbehandlung ist in dieser Abbildung nicht ersichtlich, aber auch die anderen Prozesse beinhalten dieses nicht. Das heißt, so wie bei Sonnenenergie die Behandlung der verbrauchten Sonnenelemente fehlt, oder bei der Kohle die Behandlung der Asche (die mehr oder weniger auch radioaktiv ist, weil der Brennvorgang als Selektion funktioniert, wo die radioaktive Isotopen des Brennstoffs in dem festen Rest bleiben, und sich dort anreichern), so fehlt auch die Abfallbehandlung bei der Kernenergie. Die Lagerung der radioaktiven Abfälle bedeutet eher ein Risiko, aber in entsprechend ausgebildeten Lagern kann diese sicher gelöst werden. Die gute Leistung der Kernenergie liegt daran, dass die direkte Energieerzeugung eine niedrige oder null Emission „herkömmlicher“ Schadstoffe verursacht, und für die Stromerzeugung von gleichem Volumen eine um 2 bis 3 Größenordnung kleinere Menge Brennstoff erforderlich ist.

2. Kenndaten des Standortes, der Technologie der nuklearen Energieerzeugung und der betrachteten Varianten der geplanten neuen Blöcke

2.1. Vorstellung des Standortes

2.1.1. Lage des Standortes

Der Standort Paks befindet sich im Bezirk Tolna 118 km südlich von Budapest, 5 km südlich von dem Zentrum der Stadt Paks, 1 km westlich von der Donau und 1,5 km östlich von der Landesstraße 6. Die Südgrenze ist von dem Standort 63 bis 75 km entfernt. Die Südgrenze ist vom Standort des Kernkraftwerks in Flussrichtung 94 km entfernt (Kernkraftwerk 1527 Stromkilometer, die Landesgrenze 1433 Stromkilometer). Das Betriebsgelände des geplanten neuen Kernkraftwerks befindet sich unmittelbar benachbart mit dem schon betriebenen Kernkraftwerk Paks, innerhalb der Grundstücksgrenzen des Kraftwerks. Die Lage des Standorts und seine unmittelbare Umgebung zeigt die *Abbildung M-1 der Anlage*, darauf ist zu sehen, dass die erweiterte Umgebung des Standorts (der Umkreis von 30 km) durch die Donau in zwei Teile geteilt ist. Die westliche Hälfte befindet sich in Transdanubien, die östliche Hälfte zwischen der Donau und der Theiß. [4]

Der Standort des Kernkraftwerks besetzt ein Gelände von 5,8 km². Der Standort kann nach Funktion und vom Aspekt des Betriebsschutzes in zwei Teile geteilt werden:

- Betriebsgelände des Kernkraftwerks Paks:

Die vier Blöcke des vorhandenen Kraftwerks, die anschließende Turbinenhalle, das Wasserentnahme-Werk, sowie die Hilfsanlagen und Systeme für deren Bedienung: Büros, Wartungs- und Lagergebäude. Das Zwischenlager der abgebrannten Brennelemente als Eigentum der Gemeinnützlichen Gesellschaft mbH. für die Behandlung radioaktiver Abfälle (RHK GmbH) schließt sich an das Betriebsgelände an.

- Investitionsgelände des Kernkraftwerks Paks:

Gegenwärtig befinden sich hier die Instandhaltungswerkstätte, Lagergebäude und Büroräume der für den Betrieb des Kraftwerks erforderlichen Fremdfirmen.

Das geplante Gelände der neuen Kernkraftwerksblöcke hat eine Fläche von 106 ha, die gemäß den Plänen etwa 29,5 ha vom Betriebsgelände des vorhandenen Kernkraftwerks, und 76,3 ha vom Investitionsgelände besetzen würde. Die Lage des Standorts mit Angabe des Errichtungsgeländes der neuen Blöcke ist in der *Anlage auf Abbildung M-2*. ersichtlich.

Das geplante Gelände der neuen Kernkraftwerksblöcke kann der Funktion nach auch in zwei Teile geteilt werden. Auf dem Betriebsgelände werden die neuen Kraftwerksblöcke, die Hilfsanlagen und Systeme und sonstige Gebäuden errichtet, das Investitionsgelände sichert entsprechenden Raum für die Errichtung der neuen Blöcke in der Bauphase. Auf diesem Gelände befinden sich gegenwärtig die Systeme, Wartungswerkstätte, Lagergebäude und Büroräume für die Bedienung des Betriebs des vorhandenen Kernkraftwerks. Das Gelände der neu zu errichtenden Blöcke befindet sich innerhalb der Parzellenzahl, die gemäß den örtlichen Bauregeln der Stadt Paks (Verordnung 24/2003. (XII. 31.) der Selbstverwaltung) Bauzone, industrielles Wirtschaftsgebiet (Gip – M) ist.

2.1.2. Infrastrukturelle Verbindungen des Standortes

2.1.2.1. Verbindungen zum Stromnetz

Die vorhandenen vier Blöcke des Kernkraftwerks Paks erzeugen die elektrische Energie als Basiskraftwerk für das System der elektrischen Energie (SEE) Ungarns. Die in den

Turbogeneratoren erzeugte elektrische Energie wird durch Haupttransformatoren auf 400 kV Spannung umgewandelt. Die zu einem Block gehörende zwei Haupttransformatoren sind über eine 400 kV Leitung mit der 400 kV - Netzstation verbunden, die sich im Südostteil des Standorts befindet und zum Landes-Grundnetz gehört. Die daran angeschlossenen Fernleitungen, sind die Hauptlinien der Übertragung der erzeugten elektrischen Energie.

Die 400 kV - Netzstation ist über zwei Transformatoren an die daneben liegende, zum Hauptverteilernetz des Landes gehörende 120kV- Netzstation angeschlossen, und über die an die von dort ausgehenden 120 kV Fernleitungen.

Für den Anschluss der geplanten Kernkraftwerksblöcke an das elektrische Netz ist am Standort die Errichtung einer neuen 400 kV Schalt-, bzw. Transformatorstation erforderlich.

2.1.2.2. Straßen-, Eisenbahn- und Schifffahrtsverbindungen

Die Zugänglichkeit des Standorts Paks ist wie auf den Landstraßen, mit der Bahn, als auch über die Donau, als internationale Wasserstraße gut. Die Strecke Dunaföldvár–Paks–Szekszárd der Hauptstraße Nr. 6 befindet sich 1 km westlich vom Standort. Von der Hauptstraße Nr. 6 zweigen aus Richtung Budapest nach der Stadt Paks zwei Zufahrtstraßen (Nordeinfahrt für Lastverkehr, Südeinfahrt für Personenverkehr) zum Standort ab.

Die Strecke Dunaújváros–Pécs der Autobahn Nr. 6, die auch Paks berührt, wurde am 31. März 2010 dem Verkehr übergeben. Die Autobahn befindet sich 3 km westlich vom Standort parallel zur Hauptstraße Nr. 6. Von der Autobahn kann der Standort von der Ausfahrt Paks Süd und weiter über die Hauptstraße Nr. 6 erreicht werden.

Der Standort ist per Bahn über die Strecke Budapest–Pusztaszabolcs–Dunaújváros–Dunaföldvár–Paks erreichbar, die Endstation der Zweiglinie Nr. 42 Pusztaszabolcs–Dunaújváros–Paks befindet sich in Paks. Von der Zweiglinie führt zum Standort des Kraftwerks ein Werkgleis, das Kraftwerk ist nur für dorthin gerichtete Züge zu erreichen. Die Eisenbahn ist zurzeit außer Betrieb, für die erneute Inbetriebnahme sind Rekonstruktion und Wartungsarbeiten erforderlich.

Die Donau ist eine wichtige Linie für den einheimischen und internationalen Wassertransport, die Umgebung von Paks ist leicht schiffbar, die Strömung ist langsam, der Schiffweg ist gut markiert. Der Standort des Kraftwerks ist 1 km westlich von der Donau entfernt. Der Standort verfügt über am Kaltwasserkanal über einen Flusshafen, der für den Empfang schwerer Lasten, die auf Schiffen und Kähnen ins Kraftwerk kommen, geeignet ist.

In Umkreis von 50 km gibt es keinen Flughafen für den öffentlichen Verkehr. Nichtöffentliche Flughäfen befinden sich in Dunaújváros, Kalocsa-Foktő und Ócsény. (Von diesen ist der ehemalige Militärflughafen in Kalocsa-Foktő zurzeit außer Betrieb).

2.1.2.3. Wasserversorgung und Lage der Kanalisation

Die Wasserversorgung der Kernkraftwerksanlagen kann aus zwei Quellen, einerseits mit Wasserentnahme aus der Donau, andererseits mit unterirdischem Wasser aus Tiefbrunnen gesichert werden.

Bei den vorhandenen vier Blöcken des Kernkraftwerks Paks wird zurzeit Frischwasserkühlung verwendet. Für die Kühlung wird das Donauwasser aus dem Kaltwasserkanal über das Wasserwerk entnommen und nach dessen Nutzung gelingt es über den Warmwasserkanal zurück.

Für die Kühlung der Turbinenkondensatoren wird gegenwärtig aus der Donau 100 bis 110 m³/s Wasser entnommen. Die entnommene Wassermenge beträgt etwa 15% der minimalen Wassermenge der Donau und 5% der durchschnittlichen Wassermenge. Der theoretische Kühlwasserbedarf der Blöcke 1 bis 4 beträgt 2,5 bis 3,1 Milliarden m³/Jahr, der für den

Wasserverbrauch festgelegte Wert beträgt 2,9 Milliarden m³/Jahr (Begrenzung seitens der Behörde).

Das erwärmte Kühlwasser wird über den Warmwasserkanal mit ausgekleidetem Bett und offener Oberfläche in die Donau zurückgeführt. An der Einführungsstelle des Warmwassers in die Donau wurde ein Objekt zur Verringerung der Strömungsenergie errichtet.

Das für den Betrieb erforderliche Industrie- und Feuerlöschwasser stammt auch aus der Donau, die Quelle dieses Wassers ist eine Brunnenanlage mit Uferfiltrierung, die auf der Nordseite des Kaltwasserkanals errichtet wurde. Zu der Brunnenanlage mit Uferfiltrierung gehören 9 Brunnen für Wasserentnahme mit großem, bzw. mittlerem Durchmesser. Die Brunnen mit Uferfiltrierung sind an das Netz des Industrie- und Feuerlöschwassers des Kraftwerks angeschlossen. Die Rohrleitungen sind auf dem jetzigen Betriebsgelände des Kraftwerks, sowie auf dem Gelände der geplanten neuen Blöcke verlegt.

Die Quelle des Trinkwassers und Gebrauchswassers ist die Brunnenanlage in Csámpa. Zwecks Wasserversorgung des Kernkraftwerks Paks wurden 9 Tiefbrunnen errichtet, von denen gegenwärtig vier Brunnen in Betrieb sind, zwei Brunnen stehen als Reserve zur Verfügung. Ein Brunnen dient als Beobachtungsbrunnen, und weitere zwei sind verstopft. Die zulässige Menge des Wasserverbrauchs aus der Brunnenanlage beträgt 300 000 m³/Jahr.

Die Abwässer des sogenannten Investitionsgeländes nördlich von der Nordeinfahrt führt das Abwasserkanalnetz zur Abwasseranlage der Stadt Paks, die geschätzte Abwassermenge beträgt 1200 m³/Monat. Das kommunale Abwasser von den Geländern südlich der Nordeinfahrt, das heißt das kommunale Abwasser des ganzen Betriebsgeländes kommt in die Kläranlage des Kraftwerks. Die gereinigten kommunalen Abwässer werden über den Warmwasserkanal in die Donau geleitet.

Der Endempfänger der industriellen Abwässer aus der Technologie (die Abwässer der Vorbereitungs- und Hilfsprozesse, der Wasseraufbereitung, technologische ölhaltige Abwässer und periodische Spülwasser) ist nach deren Aufbereitung und Reinigung - über den Warmwasserkanal - die Donau.

2.1.3. Zusammenhänge und Verbindungen zwischen den verschiedenen Flächennutzungs- und Stadtbauplänen

Die Integration des zur Errichtung des neuen Kernkraftwerkes bestimmten Gebiets in die zuständigen Flächennutzungsvorschriften, die Übereinstimmung mit den Flächennutzungsplänen muss auf folgenden Ebenen, bzw. anhand folgender Rechtsvorschriften untersucht werden:

- Gesetz Nr. XXVI. des Jahres 2003 „Über den Landesflächennutzungsplan“, das mit dem Gesetz Nr. L vom Jahr 2008 geändert wurde, Der Standort des Kernkraftwerks Paks wird in Anlage 1/8 „Kernkraftwerk und sonstige Kraftwerke“ des Landesflächennutzungsplans, auf dem „Landesstrukturplan“ aufgeführt
- Verordnung Nr. 1/2005. (II. 21.) der Selbstverwaltung des Komitats Tolna über den Flächennutzungsplan des Komitats Tolna: Der Komitats- Flächennutzungsplan ist zwar älter, als die Änderung des Landes Flächennutzungsplans, enthält aber in vielen Fällen detailliertere Kartenanlagen, bzw. an einigen Stellen sind Diskrepanzen zwischen dem Landes- und dem Komitats Flächennutzungsplan festzustellen. Auf der Planseite „Komitats-Strukturplan“ wird der Standort des Kraftwerks ähnlich wie auf dem Landesplan eingezeichnet.
- Verordnung Nr. 24/2003. (XII. 31.) der Selbstverwaltung der Stadt Paks über die Lokale Städtebauliche Regelung von Paks (Einheitliche Struktur) und der zur Verordnung gehörende Bebauungsplan: Der städtebaulichen Entwicklungsplan der Stadt Paks wurde vom Stadtrat mit dem Beschluss Nr. 55/2010. (V. 26.) angenommen. Die Stadt regelte in

den Siedlungsstrukturplänen den bestehenden Standort und den Standort der neuen Blöcke.
(Abbildung M-3. im Anhang).

- Entsprechend der Verordnung Nr. 24/2003. (XII. 31.) der Selbstverwaltung der Stadt Paks über die Lokale Städtebauliche Regelung von Paks liegen das Kraftwerk und der neue Standort für die Errichtung neuer Blöcke und der damit verbundenen Anlagen in der industrie-wirtschaftlichen Bauzone (Gip – M) für nukleare Stromerzeugung. Bei der Planung und Realisierung der Anlagen müssen die Vorschriften der Lokalen Städtebaulichen Regelung in Bezug auf die Bauten des Kraftwerksstandortes eingehalten werden.

2.1.4. Zusammenfassung der Eigenschaften des Standortes Paks

Der Standort Paks verfügt hinsichtlich der Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken über zahlreichen günstigen Vorbedingungen, die bei der Errichtung an diesem Standort genutzt werden können. Die als günstig erachtenden Vorbedingungen kann man folgendermaßen zusammenfassen:

- es handelt sich um einen vorhandenen Standort, der sich im Betrieb befindet,
- es ist nicht erforderlich einen neuen Standort (Green-field Investition) zu eröffnen, der sich nur mit bedeutendem Aufwand verwirklichen lässt,
- der Standort wurde ab Anfang, in den vergangenen 30 Jahren nach zahlreichen Aspekten der Sicherheit und des Umweltschutzes mit bedeutendem Aufwand untersucht, infolge dessen ist der Standort einer der am sorgfältigsten erforschten und untersuchten Gebiete des Landes,
- die Infrastruktur ist in der Umgebung des Standortes ausgebaut, und steht zur Verfügung,
- die Umgebung des Standortes ist Flachland, aufgrund der Bodeneigenschaften können die Grundierungs- und Aufschüttungsarbeiten leicht durchgeführt werden,
- infolge der speziellen Ausbildung der Geländeoberfläche ist der Schutz gegen Überschwemmung und Binnenwasser gesichert,
- unter Berücksichtigung der Wasserentnahme für das schon betriebenen Kraftwerks kann der Rest der Wassermenge der Donau für Kühlzwecke genutzt werden,
- die meteorologische Eigenschaften sind günstig, die dominierende Windrichtung ist Nord-West, das heißt nicht vom Kraftwerk zur nördlich davon gelegenen Stadt Paks gerichtet,
- die Bevölkerungsdichte ist mit Ausnahme der Stadt Paks kleiner, als der Landesdurchschnitt,
- der Standort kann wirtschaftlich an das schon ausgebaute Netz der elektrischen Fernleitungen des Landes angeschlossen werden,
- das Kraftwerk verbessert infolge der günstigen Lage die Versorgung mit elektrischer Energie des Südteils des Landes, sowie die Verteilung der Leistung zwischen den Regionen des Landes,
- Teile der Baumaterialien und Großanlagen können auf dem Wasserweg angeliefert werden,
- das Betriebsgelände ist leicht zugänglich, es kann eine Straßen- und Eisenbahnverbindung zum Standort hergestellt werden,
- das Vorhandensein des benachbarten Kraftwerks setzt spezielles Fachwissen und Arbeitskulturen voraus, das bei den neuen Blöcken genutzt werden kann,

-
- von der Bevölkerung der Umgebung ist das Dasein und der Betrieb des Kraftwerks akzeptiert, was eine ermutigende Basis für das Entwicklungsbestreben des Kraftwerks bietet,
 - die Stadt Paks bietet - infolge der natürlichen und infrastrukturellen Gegebenheiten - gute Möglichkeiten für die Unterbringung des Betriebspersonals,
 - falls erforderlich, kann die weitere Entwicklung der Stadt Paks gelöst werden,
 - die Investition hat eine entscheidende Bedeutung hinsichtlich der weiteren industriellen Entwicklung des Komitats Tolna, das vor allem durch Landwirtschaft geprägt ist.

2.2. Die Beschreibung der Technologie der nuklearen Energieerzeugung

Die Energieerzeugung in Kernkraftwerken beruht auf kontrollierter und selbsterhaltender Kettenreaktion in Folge von Kernspaltung. Die Wärme, die bei der Kernspaltung entsteht wird auf einen Wärmeträger übertragen, und nach einer Umwandlung zur Energieerzeugung benutzt.

2.2.1. Beschreibung der Kernkraftwerks-Typen

Entsprechend ihrer historischen Entwicklung teilt man Kernkraftwerke in vier verschiedene Generationen ein. Die Reaktoren der 4. Generation sind heute noch in Entwicklung, die vor allem auf die weitere Erhöhung der nuklearen Sicherheit gerichtet ist, deshalb beschäftigen wir uns im Weiteren mit diesen nicht.

1. Generation – Demonstrations- und Prototyp Reaktoren

Zur ersten Generation gehören Demonstrations- und Prototyp Blöcke mit kleiner Leistung, die in den 50-er und 60-er Jahren gebaut wurden und bis auf einige Ausnahmen schon alle geschlossen und demontiert wurden. Diese Blöcke basierten auf verschiedenen technologischen Prinzipien: Obninsk (Sowjetunion, 1954) mit Graphit Moderator und Wasserkühlung, Shippingport (USA, 1957) ein Leichtwasser-Brutreaktor, Dresden 1 (USA, 1960) der erste kommerzielle Siedewasserreaktor, Fermi 1 (USA, 1957), mit einem schnellen Brutreaktor, Magnox (England, 1956) mit Kohlendioxid Kühlung und Graphit Moderator.

2. Generation – heute in Betrieb stehende Reaktoren

Die zweite Generation wurde in den siebziger und achtziger Jahren aus den Erfahrungen der ersten Reaktoren konstruiert. Bei der Entwicklung sind mehrere, als Standard zu betrachtete Typen entstanden, wie der Druckwasserreaktor (PWR – Pressurized Water Reactor), der Siedewasserreaktor (BWR – Boiling Water Reactor), sowie der mit Schwerwasser moderierte und mit Natur-Uran funktionierende CANDU (CANada Deuterium Uranium) Typ. Die entscheidende Mehrzahl der heute in Betrieb stehenden Blöcke gehört zu dieser zweiten Generation (so auch die vier Blöcke in Paks vom Typ VVER-440³).

3. Generation – Blöcke, die heute gebaut werden können

Nach den Unglücken von Three Mile Island (1979, USA) und Tschernobyl (1986, Sowjetunion) wurden weltweit Maßnahmen ergriffen um die Sicherheit der sich im Betrieb befindenden Reaktoren zu erhöhen, und auch um neue, bedeutend sicherere Typen zu schaffen. Die dritte Generation entstand in den neunziger Jahren, als eine evolutionäre Weiterentwicklung der Typen der 2. Generation. Das wichtigste Ziel der Entwicklung war die Reduzierung der

³ Die VVER Blöcke, die in Paks in Betrieb sind, gehören zum Typ der Druckwasserreaktoren

Wahrscheinlichkeit von schweren Unfällen, und die Mäßigung der Folgen von mit kleiner Wahrscheinlichkeit eintreffenden Unfällen.

Die Typen von der s.g. Generation 3+ erhöhen die Verwendung von passiven Sicherheitssystemen. Für deren Funktion werden nur natürliche Ressourcen (Schwerkraft, natürliche Zirkulation, die Energie von zusammengedrücktem Gas) genutzt, deshalb ist bei einer Havarie keine Elektrizitätsversorgung notwendig.

Heutzutage betrachtet man die in Japan am Ende der 1990er Jahren in Betrieb genommenen ABWR (Advanced Boiling Water Reactor) Siedewasserblöcke, den Hochleistungs-Druckwasserblock APWR (Advanced Pressurized Water Reactor) von Mitsubishi, den Areva EPR (Evolutionary Pressurized Water Reactor), den Toshiba-Westinghouse AP600 (Advanced Pressurized Water Reactor 600) und AP1000 (Advanced Pressurized Water Reactor 1000), die neuen Varianten des VVER-1000 Blockes (AES-2006 / MIR.1200), den APR1400 Block aus Süd-Korea, und die gemeinsame Entwicklung von Areva und Mitsubishi, ATMEA1 als Typen der 3. (3+) Generation.

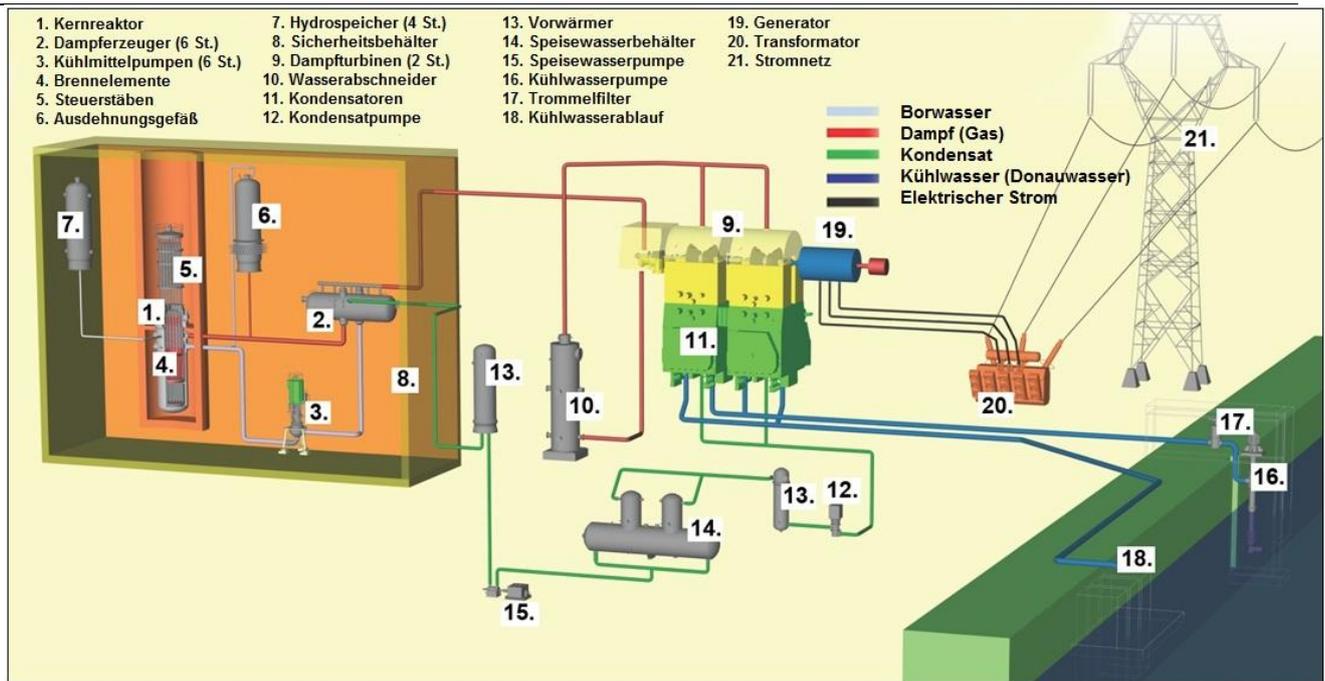
2.2.2. Funktion der Druckwasserreaktoren (PWR), Druckwasser-Kernkraftwerke der dritten Generation

2.2.2.1. Der Energie-Erzeugungsprozess

In den Druckwasserreaktoren sorgen drei Kühlkreisläufe für die Weiterleitung der Wärmeenergie vom Reaktor zum endgültigen Wärmeabsorber. Die bedeutende Wärmemenge, die in der Kernzone bei der Kernspaltung entsteht wird durch gereinigtes Wasser befördert, das in einem geschlossenen System (dem sogenannten Primärkreis) zirkuliert, dessen Druck so hoch ist, dass das Kühlwasser auch bei höheren Betriebstemperaturen nicht zum Sieden kommt (deshalb die „Druckwasser“ Bezeichnung). Aus der abtransportierten Wärme entsteht in einem anderen geschlossenen Wasserkreis (dem sogenannten Sekundärkreis) in großen Wärmetauschern (Dampferzeuger) Wasserdampf, der die Turbine dreht. Durch die Drehbewegung wird aufgrund magnetischer Induktion in den Generatoren Strom erzeugt. Die erzeugte elektrische Energie gelangt mittels Schaltanlagen und Transformatoren ins Landes-Stromnetz.

Der restliche Dampf wird im Kondensator niedergeschlagen (wieder in Wasser verwandelt), der endgültige Wärmeschlucker (Absorber) kann ein Fluss- oder Meerwasser sein, bzw. bei Anwendung eines Kühlturms- die Luft sein. Dieser dritte Wasserkreis (der sogenannte Tertiärkreis) ist offen, denn das in großer Menge aus einem Fluss oder Meer entnommene Wasser wird etwas erwärmt in den Fluss, oder ins Meer zurückgeleitet.

Zu einem nuklearen Dampferzeuger gehören auch diverse technologische Behelfssysteme, die Sicherheitsaufgaben verrichten, den Wirkungsgrad des Kraftwerks erhöhen, und die Wasserkreise ununterbrochen reinigen. Abbildung 2.2.2.1-1 zeigt das Betriebsschema eines Druckwasser-Kernkraftwerks.



Quelle: Broschüre „Wie funktioniert es?“ des Besucherzentrums der MVM Paks Kernkraftwerk AG

Abbildung 2.2.2.1-1.: Betriebssystem eines Druckwasser-Kernkraftwerks

2.2.2.2. Der Primärkreis

Der Reaktorkern befindet sich in einem senkrecht stehenden, zylinderförmigen Reaktordruckbehälter aus Stahl, der von innen zum Korrosionsschutz mit rostfreiem Stahl bekleidet ist (sog. Plattierung). Im oberen Bereich des Behälters befinden sich die Anschlussstutzen für Kühlmittel- und Austritt (*Abbildung 2.2.2.2-1.*).

Die Wegbeförderung der im Reaktorkern entstehenden Wärme ist die Aufgabe von Kühlkreisläufen, je nach Typ des Reaktors sind es 2, 3, 4 oder 6. Auf *Abbildung 2.2.2.2-2.* sieht man ein 3D Bild von einem Primärkreislauf mit vier Umwälzschleifen. Die Druckregelung im Primärkreis ist Aufgabe des Druckhalters, der an eine der Umwälzschleifen gekoppelt ist. Je nach Bedarf erhöht der Druckhalter den Druck im Primärkreis mittels einer elektrischen Heizung im Druckhaltergefäß, oder verringert den Druck, indem kaltes Wasser aus dem Kaltstrang in den Druckhalter eingespritzt wird.

Das Kühlwasser gelangt über die Kaltstränge ins Reaktordruckgefäß, während das im Reaktorkern auf 300–320 °C erhitzte Wasser über die heißen Stränge in die das Reaktordruckgefäß umringenden Dampferzeuger strömt.

Ein Teil der Wärme des erhitzten Wassers wird hier an das Wasser vom Sekundärkreis übertragen, wobei das sekundärseitige Wasser im Dampferzeuger siedet (zu Dampf wird). Das abgekühlte Kühlwasser strömt über die Kaltstränge zurück in den Reaktor, die Zirkulation des Wassers wird durch die Hauptkühlmittelpumpen gesichert.

Damit das Wasser verdampft, wird der Systemdruck im Primärkreis eines Druckwasserreaktors betragsmäßig – abhängig vom Typ – 123–156 Bar. Dieser hohe Druck sichert, dass das aus der Kernzone austretende heiße Wasser nicht siedet.

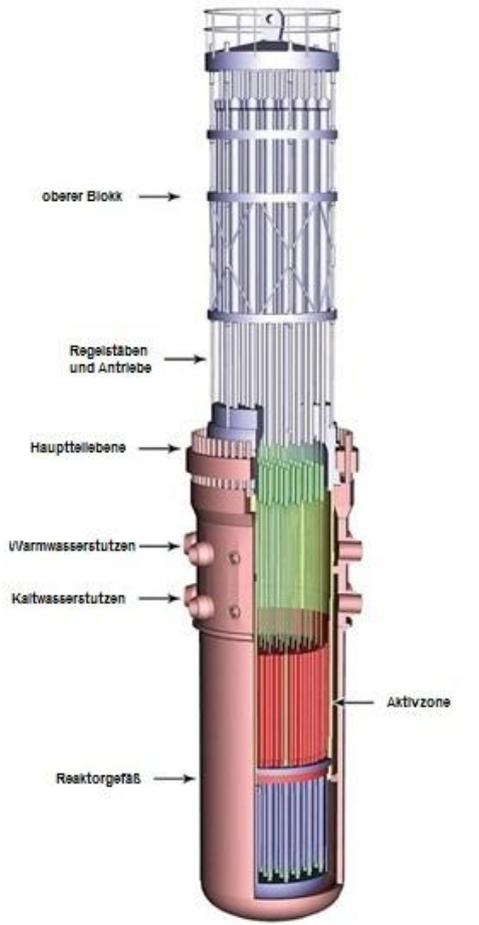


Abbildung 2.2.2.2-1.: VVER40
Reaktor-Druckbehälter

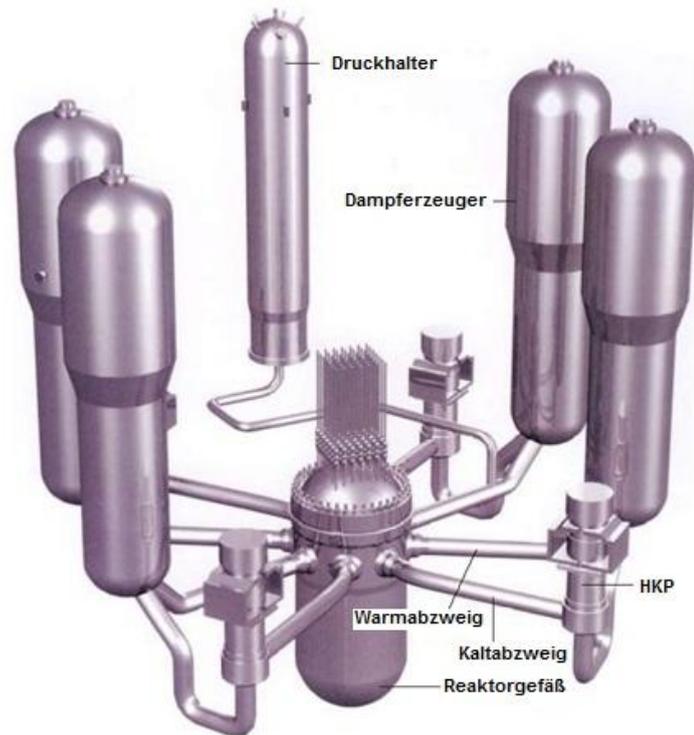


Abbildung 2.2.2.2-2.: Primärkreis eines APWR Blocks
(Mitsubishi) mit vier Umwälzschleifen

2.2.2.3. Der Sekundärkreislauf

Die Aufgabe des Sekundärkreises ist die Umwandlung der produzierten Wärme zuerst in kinetische, dann in elektrische Energie. Das sekundärseitig zugeführte Speisewasser wird durch das, in den dünnen Rohren des Dampferzeugers zirkulierende 300-320 °C heiß Wasser erhitzt und gesiedet.

Der Dampf verlässt den Dampferzeuger und strömt in die Turbine, wo die kinetische Energie des Dampfes die Schaufeln der Turbine antreibt. In der Turbine befinden sich ein Hochdruck- und zwei Niederdruckteile und der Rotor des Generators auf einer Achse. In der Hochdruckturbine steigt der Wassergehalt im Dampf durch die sinkende Dampftemperatur an. Bevor der Dampf in den Niederdruckteil eintritt durchströmt er einen Wasserabscheider und einen Dampftrockner, um die Wassertropfen, die den Turbinenschaufeln schaden würden, zu entfernen.

2.2.2.4. Tertiärkreis, Endabsorber

Der Dampf, der schon Arbeit geleistet hat kommt in den Kondensator, wo in tausenden von dünnen Rohren Kühlwasser fließt. Durch die Kühlrohre wird der Dampf auf 25 °C zu Wasser kondensiert. Das anfallende Kondensat wird über Reinigungs- und Vorwärmeinrichtungen (zur Erhöhung des Wirkungsgrades) mittels Speisewasserpumpen zurück in den Dampferzeuger befördert.

Der Endabsorber sichert die Abführung der Wärme, die nicht in elektrische Energie umgewandelt werden konnte (abhängig vom Wirkungsgrad des Kreislaufes beträgt dieser Anteil ungefähr

65–67%). Für die Gestaltung des Endabsorbers gibt es mehrere Möglichkeiten, abhängig von den lokalen Bedingungen. In Kraftwerken neben wasserreichen Flüssen, einem größerem See oder dem Meer wird das daraus gewonnene Kühlwasser als Endabsorber angewendet (diese Lösung benutzen auch die jetzigen Blöcke in Paks). Dort, wo keine entsprechende Menge an „Frischwasser“ für den Tertiärkreis vorhanden ist, werden Kühltürme angewendet.

2.2.2.5. Die wichtigsten Gebäude eines Druckwasserreaktors

Zwar gibt es Abweichungen zwischen den einzelnen Typen, jedoch kann man die typischen Gebäude eines Kraftwerks mit Druckwasserreaktor gut durch die Gebäude eines EPR –Blockes illustrieren. (Abbildung 2.2.2.5-1.):

1. **Reaktorgebäude (Containment):** das Gebäude beinhaltet die nukleare Dampferzeuger-Einrichtung, einschließlich Reaktordruckbehälter, Primärkreis und Dampferzeuger. Das Containment ist ein druckbeständiges, hermetisch ausgestaltetes (gewöhnlich doppelwandiges) Bauwerk, das die Emission von radioaktiven Stoffen in die Umwelt verhindert, bzw. begrenzt.
 2. **Brennstofflager:** dient zur Lagerung von frischem und abgebranntem nuklearem Kraftstoff.
 3. **Gebäude der Sicherheitssysteme:** wegen der mehrfachen Redundanz gibt es in Kernkraftwerken mehrere Sicherheitssysteme (z.B. Zonenkühler für Störfall), von denen die ordnungsgemäße Funktion einer dieser Systeme ausreichend für den Störfall ist. Um diese physisch zu trennen, werden sie im allgemein in gesonderten Gebäuden untergebracht.
 4. **Diesel Gebäude:** die Notstromversorgung ist durch Dieselaggregate gesichert, die zur physischen Trennung in verschiedenen separaten Gebäuden installiert sind.
 5. **Nebengebäude:** hier sind wichtige Hilfssysteme für den Primär- und Sekundärkreis.
 6. **Abfallbehandlung:** dient der Entsorgung von flüssigen und festen radioaktiven Abfällen.
 7. **Turbinenhalle:** enthält die Turbine und den Generator, und die verbundenen Hilfssysteme.
1. **Reaktorgebäude (Containment):** das Gebäude beinhaltet den nuklearen Dampferzeuger, einschließlich den Reaktordruckbehälter, den Primärkreis und die Dampferzeuger. Das Containment ist ein druckbeständiges, hermetisch ausgestaltetes (gewöhnlich doppelwandiges) Bauwerk, das die Umwelt vor radioaktiver Kontaminierung schützt.
 2. **Brennstofflager:** dient zur Lagerung von frischem und abgebranntem nuklearem Kraftstoff.
 3. **Sicherheitssysteme:** im EPR gibt es wegen der vierfachen Redundanz vier Sicherheitssysteme (z.B. Zonenkühler bei Betriebsstörung). Um diese physikalisch zu trennen werden sie in vier verschiedenen Gebäuden platziert (bei einer Betriebsstörung ist die ordnungsgemäße Funktion eines der Systeme genügend).
 4. **Diesel Gebäude:** die Notstromversorgung ist durch Dieselaggregate aufgebaut, die sicherheitshalber in zwei verschiedenen Gebäuden installiert sind.
 5. **Nebengebäude:** hier sind wichtige Hilfssysteme für den Primär- und Sekundärkreis (z.B. Chemie).
 6. **Abfallbehandlung:** dient der Entsorgung von flüssigen und festen radioaktiven Abfällen.
 7. **Turbinenhalle:** enthält die Turbine und den Generator, und die verbundenen Hilfssysteme.



Abbildung 2.2.2.5-1. : Die wichtigsten Gebäude eines EPR - Blockes [5]

2.2.2.6. Sicherheitsphilosophie – das gestaffelte Sicherheitskonzept für neue Kernkraftwerke

Das gestaffelte Sicherheitskonzept

Die Emission radioaktiver Stoffe in die Umgebung wird durch vier Barrieren verhindert:

1. die Matrix des Brennstoffes (Material der Brennstoff-Tabs),
2. die luftdicht schließende Umkleidung der Brennstäbe,
3. die druckführende Umschließung des Kühlmittels (das Reaktordruckgefäß und die Rohrleitungen des Primärkreises),
4. das hermetisch geschlossene (gewöhnlich doppelwandige) Containment.

Dieses Konzept wurde schon bei der Planung der ersten Kernkraftwerke verwendet. Neben der Prävention von Störfällen eignet sich das Konzept auch zur Milderung der Auswirkungen eines eventuell eingetretenen Störfalls.

Die Ebenen des gestaffelten Sicherheitskonzeptes wurden entsprechend der Schwere des Störfalls definiert: wenn die erste Ebene nicht funktioniert, tritt die zweite Ebene in Kraft usw.

Das originale Konzept ([6], [7], [8]) hat drei Ebenen beinhaltet, durch Weiterentwicklung des Konzepts wurde in den neunziger Jahren die Klasse von auslegungsüberschreitenden Störfällen (BDDBA – Beyond Design Basis Accident) eingeführt. In diese Kategorie gehören die Störfälle, die nicht bei der Planung des Blockes in Betracht gezogen wurden (z.B. Störungen und schwere Unfälle verursacht durch mehrfache technische Ausfälle). Um diese neue Kategorie zu meistern wurden zwei neue Ebenen eingeführt.

Das grundlegende Ziel des gestaffelten Sicherheitskonzeptes ist es die Integrität der Barrieren durch automatische oder durch Hand betriebene Sicherheitssysteme in Fällen, wo durch innere oder äußere Ereignisse die Unversehrtheit dieser bedroht wird, aufrecht zu erhalten.

Die fünf Ebenen des gestaffelten Sicherheitskonzeptes, 4 physische Barrieren und die automatische oder per Hand geschehene Einmischung, sowie deren Verhältnis werden in *Abbildung 2.2.2.6-1.* dargestellt.

Die Anwendung des gestaffelten Sicherheitskonzeptes bei neuen Blöcken

Das für neue Blöcke gültige gestaffelte Sicherheitskonzept enthält die fünf Ebenen, die in *Abbildung 2.2.2.6-1.* dargestellt sind [7]. Bei der Planung der neuen Blöcke werden auch solche Betriebsstörungen in Betracht gezogen, die bei heutigen Reaktoren als auslegungüberschreitende Ereignisse gelten (wie z.B. mehrfache Ausfälle, schwere mit Kernschmelze verbundene Unfälle). Das heißt, dass der Inhalt der Klasse von auslegungüberschreitenden Störfällen bei heute in Betrieb stehenden und bei neuen Reaktoren unterschiedlich ist. Weiterer Fortschritt ist, dass während bei heutigen Reaktoren das gestaffelte Sicherheitskonzept sich mit dem nuklearen Brennstoff nur in Situationen, wo er im Reaktor ist, beschäftigt, werden bei den neuen Blöcken alle möglichen Situationen des Brennstoffs berücksichtigt (z.B. wenn die Brennelemente sich im Abklingbecken befinden).

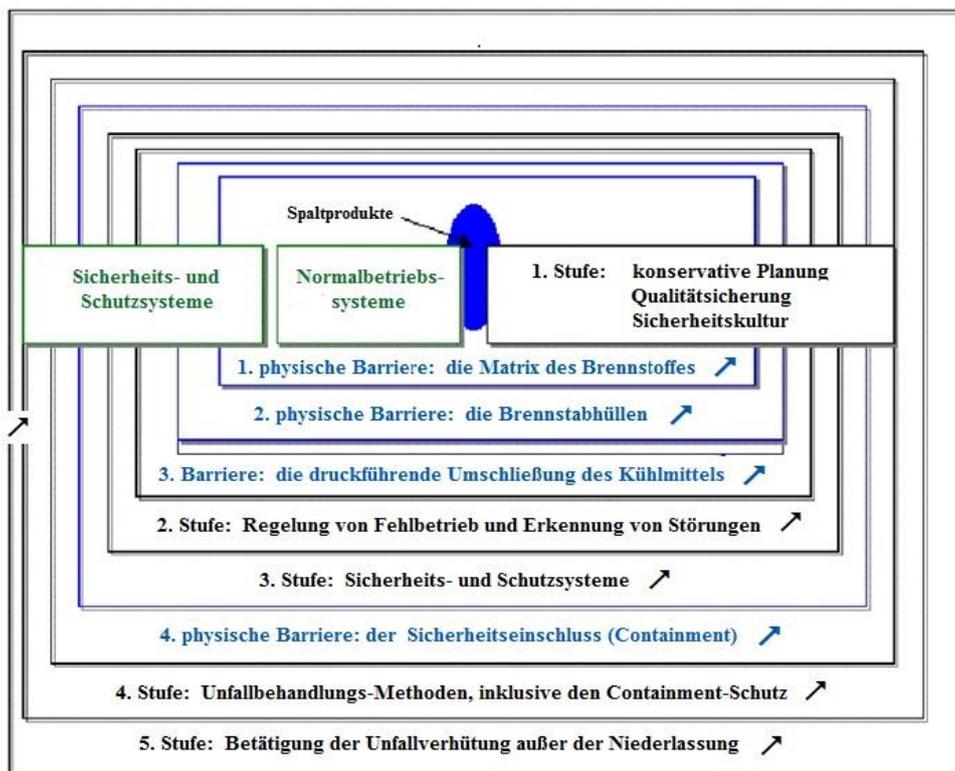


Abbildung 2.2.2.6-1.: Hierarchie der Barrieren, Ebenen und Eingriffe [6], [8]

In dem Fall, wo ein Sicherheitssystem aus mehreren (gewöhnlich 3 oder 4) parallelen Teilsystemen, die auf dem gleichen Prinzip beruhen, besteht, sprechen wir von einer redundanten Lösung, die einzelnen Systeme müssen voneinander physisch getrennt werden, damit potentiell bedrohliche äußere Ereignisse (z.B. Feuer, Überflutung) nicht den gleichzeitigen Verlust der parallelen Systeme verursachen können.

Von einer diversen Lösung sprechen wir dann, wenn ein Sicherheitssystem durch mehrere auf unterschiedlichen Prinzipien beruhende Teilsysteme realisiert wird.

Eine Funktion entspricht dann dem Einzelausfall-Kriterium, wenn diese durch redundante Systeme realisiert wird, und ein Einzelfehler⁴ in einem der redundanten Systeme nicht den Verlust der Funktion verursacht.

⁴ Ein Einzelfehler ist der zufällige Schaden eines Systemelements durch einen einzigen Fehler, dass den Verlust der Funktion des Elements, und/oder den Verlust der Funktion des Systems, das das Element beinhaltet, verursacht.

2.2.2.7. Besonderheiten der Reaktoren der 3. Generation

Eine der wichtigen Ziele der Entwicklungen der 3. Generation war die Vorbeugung von hypothetischen, schweren Unfällen, und die Begrenzung der Auswirkungen von mit sehr kleiner Wahrscheinlichkeit eintretenden Unfällen. Die neuen Pläne enthalten solche technischen Lösungen, die auch bei schweren Unfällen verhindern, dass radioaktive Stoffe in die Umgebung austreten, so wird durch Reaktoren der 3. Generation auch bei schweren Störfällen keine wesentliche Wirkung auf die Bevölkerung und die Umgebung des Kraftwerks ausgeübt.

Eine verbreitete Konstruktion zur Behandlung einer eventuellen Kernschmelze bei einem schweren Störfall ist der Kernfänger (Core catcher), mit dem die Schmelzung des Betons unter dem Reaktorgefäß verhindert wird, indem Räume zum Auslauf des geschmolzenen Kerns am Unterteil des Gefäßes eingerichtet werden, oder indem solche Stoffe unter dem Behälter platziert werden, durch die das geschmolzene Kernmaterial nicht durchdringen kann.

Diese Lösung ist bei den EPR, den ATMEA1 und den MIR.1200 Blöcken angewandt. Eine andere Lösung wurde bei den AP1000 Blöcken zur Behandlung von geschmolzenem Material zur Anwendung gebracht, wo der geschmolzene Reaktorkern auf jeden Fall im Reaktordruckbehälter gehalten werden soll. Dazu wird der Behälter von außen gekühlt, der Reaktorschacht, der den Behälter umfasst, wird mit Wasser überflutet.

Eine ähnliche Variante realisiert die Standardversion des koreanischen APR1400 Blockes, doch zu den für den europäischen Markt geplanten Blöcken gehören auch schon „Core catcher“.

Das Containment ist ein wichtiger Teil des gestaffelten Sicherheitskonzeptes, es repräsentiert die letzte Barriere zwischen radioaktiven Stoffen und der Umgebung des Kraftwerks. Deshalb entstanden viele innovative Lösungen um das Containment der Blöcke der dritten Generation zu verstärken, und um die Integrität langfristig zu erhalten. Die aus rostfreiem Stahl gefertigte Innenwand bei den Blöcken AP1000 angewandte passive Containments leitet die Hitze aus dem Inneren des Containments, die mit Hilfe von natürlich zirkulierender Luft weitertransportiert wird. Bei Bedarf schaltet sich auch die Wasserkühlung der Außenwände ein, die Wasserversorgung dazu geschieht passiv durch Gravitation aus einem großen Becken, das oberhalb des Containments platziert ist.

Die Intaktheit des Containments schützen die eingeführten Verfahren zur Behandlung von während hypothetischer, schwerer Störfälle entstehenden Wasserstoffs, der durch Vermischung mit der Luft des Containments beim Erreichen einer gewissen Konzentration explodieren kann. Bei der passiven Verfahrensweise wird der in die Luft gelangte Wasserstoff mit Hilfe von katalytischen Wasserstoff-Rekombinatoren gebunden, bei der aktiven Version werden „Hydrogenzündler“ eingesetzt, die das sich im Containment angereicherte Gas von Zeit zu Zeit anzünden, noch bevor es die gefährliche Konzentration erreicht. Dadurch wird das Erreichen einer explosionsgefährlichen Konzentration unterbunden.

In den meisten Ländern verlangen die heutigen Vorschriften, dass das Containment dem Einschlag eines großen Passagierflugzeuges auch bei durch das ausgeflossene Kerosin entstandenen ausgedehnten Bränden standhalten muss.

2.2.3. Nukleare Energieerzeugung in der Welt, Referenzen der nuklearen Energieerzeugung

Die nukleare Energetik hat sich in den 1960-er und 1970-er Jahren weltweit schnell entwickelt, aber diese Entwicklung hat nach der Havarie in Three-Mile Island (USA, 1979), und nach der Havarie in Tschernobyl (Sowjetunion, 1986) im Wesentlichen aufgehört. Die Lage hat sich zu Anfang des XXI-en Jahrhunderts im Grunde durch zwei wichtige Umstände geändert.

Der eine Umstand war der jetzige Öl- und Gaspreis, der nach der Meinung der Analytiker des Energiemarktes auch andauernd hoch bleibt, sogar durch politische Krisen noch steigen kann. Der

andere Umstand sind die Befürchtungen um die globale Klimaänderung und die internationalen Verpflichtungen. Die für die erhaltbare Entwicklung erforderliche, reine Energieerzeugung (ohne Emission von CO₂) bedeuten die neue Energiequellen (erneuerbare Energiequellen und Fusionsenergie), und die neuen Energieträger (z.B. Wasserstoff) kurzfristig keine Lösung, und es ist nicht sicher, dass diese mittelfristig eine Lösung wären. Infolge dessen ist die Verwendung von Kernkraftwerken wieder in den Vordergrund getreten, umso mehr, weil die Kernkraftwerktechnologie in der Zwischenzeit eine bedeutende Entwicklung hatte. Die sicherheitstechnischen Faktoren der auf dem Markt erhältlichen Blocktypen der dritten Generation sind so, dass auch der Betrieb von zahlreichen Kernkraftwerken als sicher angesehen werden kann. [9]

Die Änderung der Welttendenz hat auch auf die Europäische Union gewirkt. Die Union ist erhöht empfindlich auf die Problematik der fossilen Energieträger, weil die eigene Gas- und Ölgewinnung nur einen Bruchteil des Verbrauchs deckt.

Anhand der Daten über die Verteilung der betriebenen Kernreaktoren in den einzelnen Ländern von *Abbildung 2.2.3-1*. kann man feststellen, dass etwa 25% von den insgesamt 435 Stück betriebenen Reaktoren sich in den Vereinigten Staaten Amerikas befinden. Den zweiten Platz hat Frankreich, die 58 Kernreaktoren erzeugten fast 75% der Energieerzeugung des Landes (Zustand 31. Dezember 2009). In China sind momentan nur 16 Kernkraftwerksblöcke im Betrieb, die einen Bruchteil der Energieerzeugung des Landes sichern. [10] Ein ganz anderes Bild zeigt die Anzahl und die Verteilung der sich im Bau befindlichen Reaktoren. In China befinden sich etwa 44% der dieser Reaktoren, so ist die Dominanz der asiatischen Länder eindeutig. Die *Abbildung 2.2.3-2*. zeigt die Verteilung der sich im Bau befindlichen Reaktoren (insgesamt 63 Stück) in den einzelnen Ländern.

Anfang 2012 gehörten die meisten der 435 Kernkraftwerksblöcke mit etwa 373 GW Gesamtleistung in der Welt zu den Druckwasserreaktoren (PWR) und den Siedewasserreaktoren (BWR), aber viele Blöcke sind mit der Schwerwassertechnologie der kanadischen CANDU betrieben [10]. Es gibt noch einige Reaktoren, die mit der Technologie RBMK betrieben sind (das ist der Typ des Siedewasserreaktor von „Tschernobyl“: mit Wasserkühlung und Graphitmoderator), weiterhin sind noch Reaktoren mit Gaskühlung im Betrieb.

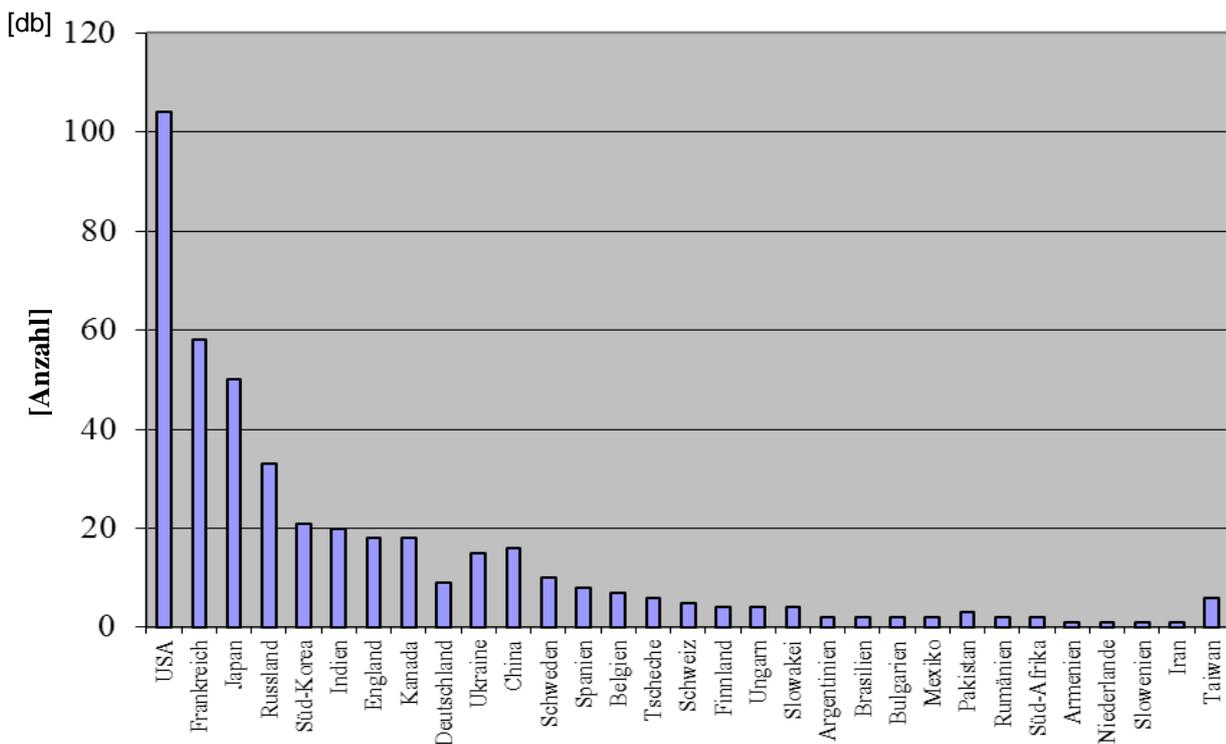


Abbildung 2.2.3-1.: Betriebene Reaktoren nach Ländern (Stand Januar 2012) [10]

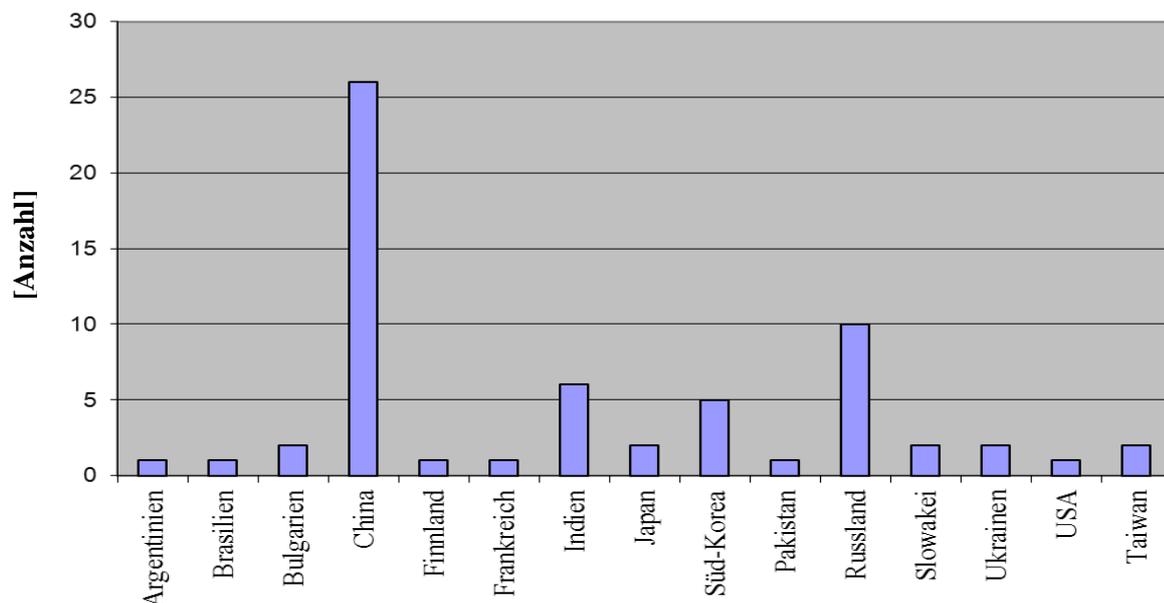


Abbildung 2.2.3-2.: Sich im Bau befindende Reaktoren nach Ländern (Stand Januar 2012) [10]

Auf dem jetzigen Markt sind im Wesentlichen die folgenden große Lieferanten anwesend, die verschiedene Varianten von Blöcken der 3. Generation anbieten: Areva, AECL (Atomic Energy Canada Ltd.), Atomstroyexport, General Electric (GE), Hitachi, Mitsubishi, Toshiba-Westinghouse, sowie die südkoreanische KEPCO (Korea Electric Power Corporation). Diese Großgesellschaften – die gleichzeitig einander große Konkurrenten sind – kooperieren mit einander in gewissen Projekten, und haben auch gemeinsame Entwicklungen.

Die weiterentwickelten Druckwasserreaktoren kommen von fünf Herstellern (Areva, Toshiba-Westinghouse, Atomstroyexport, Mitsubishi und KEPCO). Neben diesen Gesellschaften hat 2007 eine gemeinsame Gesellschaft von Areva-Mitsubishi unter dem Namen ATMEA ihre Tätigkeit mit dem Ziel der Entwicklung eines Blockes der dritten Generation mit Leistung von 1000 bis 1100 MW begonnen.

Beim Überblick der sich im Bau befindlichen Kernkraftwerke (*Tabellen 2.2.3-1. und 2.2.3-2.*) fällt die Dominanz des Druckwassertyps auf, mehr als 80% der neuen Blöcke gehören zu diesem Typ, dagegen ist der Anteil der Siedewasserreaktoren kleiner als 10%. Indien, das die nukleare Unabhängigkeit anstrebt, ist als Ausnahme zu betrachten, weil hier vor allem Druckbehälterblöcke (PHWR) der eigenen Entwicklung gebaut werden.

Tabelle 2.2.3-1.: Reaktoren im Bau nach Typen (Stand Januar 2012) [10]

Typ	Anzahl der zu bauenden Blöcke [Stück]	Gesamtleistung [MW]	Anteil [%]
Siedewasser (BWR)	4	5 250	8,6
Schnellbrüter (FBR)	2	1 274	2,1
RBMK* (LWGR)	1**	915	1,5
Schwerdruckwasser (PHWR)	4	2 582	4,2
Druckwasser (PWR)	52	51 011	83,6
Insgesamt	63	61 032	100,0

* Siedewasser-Reaktor mit Graphit-Moderator und Leichtwasser-Kühlung

** Der Bau des 5. Blockes des KKW Kursk in Russland wurde 1985 begonnen, dann aber unterbrochen, der Fertigungsgrad beträgt z. Zt. 70 %. In der Datenbank der IAEA „Power Reactor Information System“ [10] wird der Reaktor als sich im Bau befindender aufgeführt, eine endgültige Absicht zum Abbruch der Bauarbeiten wurde nicht gemeldet.

Tabelle 2.2.3-2.: Reaktoren der 3. Generation im Bau (Stand Januar 2012) [10]

Typ	Hersteller	Stk
PWR, EPR	Areva	4
ABWR	Toshiba	4
PWR, AP1000	Westinghouse	4
PWR, APR1400	Süd-Korea	2
VVER, AES-2006	ROSATOM	4
VVER, AES-92 (V-466)	ASE	2
Insgesamt:		20

Die fortgeschrittenen Reaktoren der dritten Generation werden größtenteils in Asien gebaut, vor allem in China. Während Japan und Südkorea Reaktoren aus eigener Entwicklung bauen, hat sich China für Areva und Westinghouse entschieden. Die *Tabelle 2.2.3-3.* zeigt die sich im Prozess befindlichen Reaktorbauten nach Ländern.

Tabelle 2.2.3-3.: Reaktoren im Bau nach Ländern (Stand Januar 2012) [10]

Land	Anzahl der sich im Bau befindenden Blöcke [Stück]	Typ der zu bauenden Blöcke	Gesamtleistung [MW]	Anteil [%]
Argentinien	1	Schwerdruckwasser	692	1,1
Brasilien	1	Druckwasser	1 245	2,0
Bulgarien	2	Druckwasser	1 906	3,1
China	26	Druckwasser	26 620	44,0
Finnland	1	Druckwasser	1 600	2,6
Frankreich	1	Druckwasser	1 600	2,6
Indien	6	3 Schwerdruckwasser 1 Schnellbrüter 2 Druckwasser	3 766	6,2
Japan	2	Druckwasser	2 650	4,4
Südkorea	5	Druckwasser	5 560	9,3
Pakistan	1	Druckwasser	300	0,5
Russland	10	8 Druckwasser 1 Schnellbrüter 1 RBMK*	8 203	13,6
Slowakei	2	Druckwasser	782	1,3
Ukraine	2	Druckwasser	1 900	3,1
USA	1	Druckwasser	1 165	1,9
Taiwan	2	Siedewasser	2 600	4,3
Insgesamt	63		60 589	100,0

* Der Bau des 5. Blockes des KKW Kursk in Russland wurde 1985 begonnen, dann aber unterbrochen, der Fertigungsgrad beträgt z. Zt. 70%. In der Datenbank der IAEA „Power Reactor Information System“ [10] wird der Reaktor als sich im Bau befindender aufgeführt, eine endgültiger Absicht zum Abbruch der Bauarbeiten wurde nicht gemeldet.

Durch das im März 2011 in Japan eingetretene schwere Erdbeben werden wahrscheinlich alle geplanten Kernkraftwerksentwicklungen, die laufenden Genehmigungsverfahren, bzw. der Bau geplanter Kernkraftwerke weltweit überprüft. Anhand der Vorschriften des EG-Rates wurden in allen Ländern mit Kernkraftwerken die gegenwärtig laufenden Kernkraftwerksblöcke in Hinsicht auf die Sicherheit überprüft. Nach Auswertung der Prüfberichte von den zuständigen Landesbehörden, erstellten diese die Nationalen Berichte über die Sicherheit der im betroffenen Land laufenden Kernkraftwerke für die EG-Kommission. Diese Berichte werden einer unabhängigen internationalen Arbeitsgruppe überprüft, deren Mitglieder von den Sicherheitsbehörden der EU-Mitgliedsstaaten delegiert werden.

Die MVM Paks Kernkraftwerk AG übergab ihren Bericht über die gezielte Sicherheitsüberprüfung der Blöcke 1-4 termingemäß zum 31. Oktober 2011 an das Landesamt für Kernenergie (OAH). Das OAH akzeptierte den Bericht und legte anhand dessen Auswertung bis Ende Dezember 2011 die Maßnahmen fest, die vom Kraftwerk zur Erhöhung der Sicherheit durchgeführt werden müssen. Der Nationale Bericht über die Überprüfung wurde am 29. Dezember 2011 erstellt und vom OAH der Europäischen Kommission⁵ übergeben.

Das Landesamt für Kernenergie (OAH) stellte anhand der gezielten Sicherheitsüberprüfung fest, dass die Auslegungsgrundlage des Kernkraftwerks Paks angemessen ist und im Einklang mit den rechtlich festgelegten Vorschriften und der internationalen Praxis steht. Die Sicherheitssysteme und Sicherheitsfunktionen entsprechen den Anforderungen des Auslegekonzepts, es besteht keine Notwendigkeit für sofortige Maßnahmen. Die Überprüfung des Landesamtes stellte weiterhin fest, dass einige solche Änderungen identifiziert werden konnten, mit deren Realisierung die Sicherheit noch weiter erhöht werden kann.

2.3. Zusammenfassende Vorstellung des am Standort zurzeit betriebenen Kernkraftwerks und des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente

2.3.1. Die technologische Hauptmerkmale des vorhandenen Kernkraftwerks

Die vier Druckwasserreaktorblöcke des Typs VVER-440/213 mit einer ursprünglichen Nennleistung von 440 MW je Block wurden zwischen 1982 und 1987 in Betrieb gesetzt, seitdem befindet sich das Kraftwerk in planmäßigem und kontinuierlichem Betrieb. Die ursprünglich geplante Betriebszeit der Blöcke beträgt 30 Jahre, die nach der Realisierung der Betriebszeitverlängerung noch um 20 Jahre erweitert wird. Durch die Änderungen zwecks eines möglichst effizienten Betriebs, die gleichzeitig den entsprechen, wurde eine elektrische Nennleistung von 500 MW je Block erreicht, so beträgt die tatsächliche elektrische Gesamtleistung des Kraftwerks 2000 MW. Das Kernkraftwerk wird als Basiskraftwerk, mit relativ gleichmäßiger Belastung betrieben.



Abbildung 2.3.1-1.: Ansicht der Blöcke des Kernkraftwerks Paks

Die einzelnen Reaktoren sind in Zwillingsblockgebäuden untergebracht. Die Zwillingsblöcke mit je zwei Reaktoren sind in der *Abbildung 2.3.1-1.* zu sehen. Die Reaktorblöcke des Kernkraftwerks Paks haben zwei Kreise, dementsprechend bestehen sie aus dem radioaktiven Primärkreis und dem nicht radioaktiven Sekundärkreis. Bei den energetischen Druckwasserreaktoren des Kraftwerks mit Wasserkühlung und Wassermoderator befindet sich der Wärmeträger im geschlossenen Primärkreis, der auch den Reaktor

⁵ Nationaler Bericht über die gezielte Sicherheitsüberprüfung des Kernkraftwerks Paks, Landesamt für Kernenergie, Budapest, 29. Dezember 2011

beinhaltet, der Wärmeträger hat keinen direkten Kontakt mit der Umwelt.

Aus dem Kernkraftwerk treten - auf geplante und kontrollierte Weise unter Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte - durch den Schornstein und den Warmwasserkanal radioaktive Isotopen in die Umwelt aus, des Weiteren entstehen beim Normalbetrieb und den Wartungsarbeiten radioaktive Abfälle. Die Abluft aus den Lüftungssystemen und den technologischen Abblasen wird durch Aerosol- und Jodfilter der Systeme für die Behandlung der gasförmigen Emissionen gereinigt. Danach gelangt die gereinigte Luft aus den Reaktorblöcken durch einen Schornstein mit 100 m Höhe, und aus den Sanitär- und Laborgebäuden durch einen Schornstein mit 30 m Höhe in die Atmosphäre. Die entstehenden Abwässer werden in Kontrollbehältern gesammelt, ihr Auswurf erfolgt in jedem Fall nach strenger chemischer und radiologischer Qualifizierung. Die als auszuwerfend qualifizierten Abwässer werden unter Einhalten der Emissionsgrenzwerte durch den Warmwasserkanal in die Donau, als Empfänger ausgeworfen.

Die anfallenden festen radioaktiven Abfälle mit niedriger und mittlerer Aktivität werden bearbeitet (sortiert, verdichtet, die Schlämme verfestigt), ihre Zwischenlagerung erfolgt in dem Hauptgebäude und dem Reaktor-Hilfsanlagegebäude des Kraftwerks. Die Endlagerung der radioaktiven Abfälle mit niedriger und mittlerer Aktivität aus dem Betrieb und dem zukünftigen Rückbau des Kernkraftwerks erfolgt im Landesendlager der radioaktiven Abfälle (NRHT), das in der Nähe der Ortschaft Bátaapáti errichtet wurde.

Die festen radioaktiven Abfälle mit hoher Aktivität werden in Lagerbrunnen, in Kapseln, die die Rückgewinnung sichern, gelagert. Für die endgültige Lagerung der in den Brunnen gelagerten Abfälle soll bei der Demontage des Kernkraftwerks gesorgt werden. Die Zwischenlagerung für abgebrannte Brennelemente aus den Reaktoren des Kernkraftwerks erfolgt in einer Anlage, die speziell für diesen Zweck errichtet wurde, im Zwischenlager der abgebrannten Brennelemente (KKÁT). Die Anlage wird durch die Firma RHK Kft. (Behandlung radioaktiver Abfälle GmbH) betrieben.

2.3.2. Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente

Die beim dem Betrieb des Kernkraftwerks jährlich im Durchschnitt entstehenden 400 Stück abgebrannten Brennelemente werden vor der eventuellen Wiederverarbeitung oder Endlagerung ohne Wiederverarbeitung zwischengelagert. Die Lagerung ist im Abklingbecken, das sich neben dem Reaktor befindet, und dementsprechend eine begrenzte Kapazität hat, für 3,5 Jahr gesichert bis die spezifische Aktivität und remanente Wärmeentwicklung der Brennelemente auf die Werte sinken, die die Lagerung der abgebrannten Brennelemente im Zwischenlager ermöglichen. Nach dem Abklingen werden die abgebrannten Brennelemente in einer dem Kernkraftwerk benachbarten Anlage, im Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente (KKÁT) eingelagert, die die Lagerung der Brennelemente mindestens 50 Jahre lang sichern kann.



Abbildung 2.3.2-1.: Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente in Paks

Das in der *Abbildung 2.3.2-1.* ersichtlicher Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente ist ein Modular-Trockenlager mit Schächten, so ein Stahlbetongebäude, das Hohlräume für die Lagerung in Matrixanordnung besitzt, die für den Empfang der Brennelemente geeignet sind. Die erforderliche Abschirmung und der Schutz werden durch die Betonkonstruktion gesichert. Die Wärmeabfuhr wird durch die Zirkulation der Luft an den Oberflächen der Brennelemente und der Hohlräume erreicht, danach wird die Luft direkt in die Atmosphäre ausgeworfen. Für die durch die Kammern strömende Luft sichert der Schornsteineffekt infolge der Wärmeabfuhr aus den

gelagerten Brennelementen (Luft-Thermosiphon) die Treibkraft und dementsprechend ist die erforderliche Kühlung ohne aktive mechanische Systeme und Überwachung des Betriebspersonals gesichert.

Der erste Modul der Anlage, bestehend aus 3 Kammern und dem Bedienungsgebäude wurde 1997 fertiggestellt, und zu diesem Zeitpunkt wurde das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente in Betrieb genommen. Je ein Modul mit 4 Kammern wurde 2000 und 2003 genommen, danach wurde der Bau noch eines Moduls mit 5 Kammern 2007 beendet. So ist der Zwischenlager mit insgesamt 16 Kammern für den Empfang von 7200 Brennelementen geeignet. Im Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente waren am 31. Dezember 2010 insgesamt 6547 Brennelemente eingelagert. Ein weiteres Modul mit 4 Kammern wurde im Dezember 2011 übergeben, so ist die Lagerkapazität des Zwischenlagers auf 9308 Brennelemente gestiegen.

2.3.3. Sicherheitszone des Kernkraftwerks Paks und des Zwischenlagers für Abgebrannten Brennelemente

Die Grenzen der Sicherheitszone von nuklearen Objekten, sowie die Beschränkungen der Sicherheitszone werden gegenwärtig entsprechend den Vorschriften der Regierungsverordnung 246/2011. (XI. 24.) über die Sicherheitszone eines nuklearen Objekts und des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente bestimmt. Gemäß den Vorschriften der Verordnung soll der Abstand der Sicherheitszone auf der Erdoberfläche für das Kraftwerk und das Zwischenlager mindestens 500 m sein, gemessen von der Wand des Objekts, die den äußersten technologischen Schutz bedeutet. Die Strahlenbelastung durch Emission oder Austritt radioaktiver Stoffe in die Umgebung darf für Personen, die sich andauernd an der Grenze der Sicherheitszone aufhalten, bei normalem Betrieb des nuklearen Objekts den Wert von 100 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ nicht überschreiten.

Die Regierungsverordnung schreibt verschiedene Begrenzungen für die Sicherheitszone vor (z. B. Verbot der Errichtung von Wohn- und Erholungsgebäuden, der Lagerung von Gefahrstoffen, von die nuklearen Objekte gefährdenden Tätigkeiten).

Die entsprechend der Regierungsverordnung 246/2011. (XI. 24.) geänderten Grenzen der Sicherheitszone des Kernkraftwerks Paks wurden mit dem am 2. August 2012 erstellten Bescheid Nr. HA5538 des Landesamtes für Kernenergie festgelegt. In *Abbildung M-4 des Anhanges* wird die Ausbreitung der Sicherheitszone dargestellt. Die Grenzen der Sicherheitszone des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente wurden mit dem am 31. Juli 2012 erstellten Bescheid Nr. HA5540 des Landesamtes für Kernenergie entsprechend der Regierungsverordnung 246/2011. (XI. 24.) festgelegt.

Innerhalb der Sicherheitszonen des Kernkraftwerks und des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente besteht laut Ortsbauordnung der Stadt Paks (Verordnung der Selbstverwaltung 24/2003. (XII. 31.) Bauverbot.

2.4. Beschreibung der in Betracht kommenden neuen Blöcke

2.4.1. Basisdaten der in Betracht kommenden Blocktypen

Die in Vorbereitung der Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken durchgeführten vorläufigen Expertisen [9] schlugen eindeutig die Errichtung eines Druckwasser-Kraftwerks der 3. Generation vor. Dieses wird mit den langjährigen Erfahrungen beim Betrieb der Blöcke des Kernkraftwerks Paks und dem zur Verfügung stehenden, einheimischen Fachwissen begründet, und damit, dass 80% der gegenwärtig in der Welt sich im Bau befindenden Blöcke diesem Typ angehören. Entsprechend der Feasibility Study [9] und der späteren Analyse des APR1400 konnten nach vergleichender Analyse und Bewertung der technologischen, sicherheitstechnischen, Betriebs-,

Wartungs- und Errichtungscharakteristiken können folgende Blocktypen in Betracht gezogen werden :

- AP1000 – Advanced Pressurized Water Reactor 1000 (Toshiba-Westinghouse),
- AES-2006 (Atomstroyexport, auf dem internationalen Markt ist die Typenbezeichnung MIR.1200),
- EPR – Evolutionary Pressurized water Reactor (Areva),
- ATMEA1 (Areva-Mitsubishi),
- APR1400 – Advanced Pressurized Reactor (KEPCO – Korea Electric Power Corporation).

Die technischen Eigenschaften und Sicherheitsparameter der einzelnen Typen werden in *Tabelle 2.4.1-1* zusammengefasst, die Sicherheitsphilosophie die dazu notwendigen Konstruktionslösungen, sowie die Verfahren zur Minderung der sind in *Tabelle 2.4.1-2* zusammengefasst.

2.4.1.1. AP1000 – Westinghouse Advanced Passive PWR

Technische Spezifikation

Der AP1000 Block (*Abbildung 2.4.1.1-1*) ist eine einfache, ausprobierte und bewährte Konstruktion. Durch die größere eingebaute Leistung sind die spezifischen Baukosten günstiger, der Zeitintervall für die alle 10-Jahre fällige Generalreparatur beträgt etwa 40 Tage. Die Nuklearbehörde der USA (NRC) erteilte die Typengenehmigung entsprechend den Anforderungen von EUR⁶ (European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants).

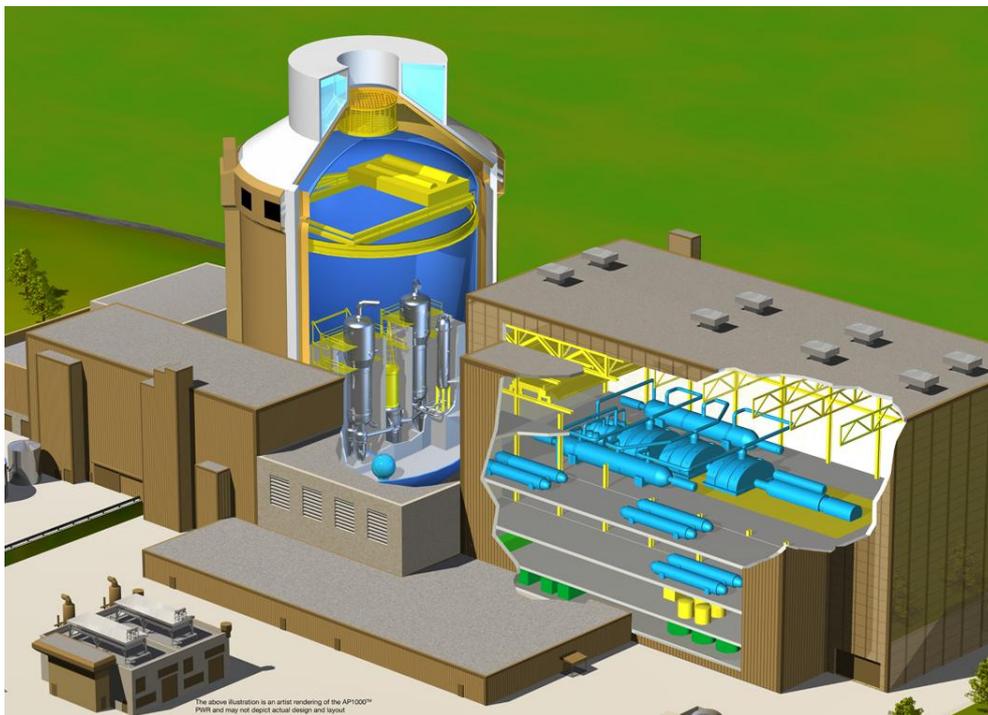


Abbildung 2.4.1.1-1.: AP1000 Blockansicht [11]

Im Kern befinden sich 157 Stück der üblichen PWR Kassetten mit 17×17 Positionen, wovon 69 Regelkassetten sind. Am Ende des Brennstoffzyklus werden 43% durch frische Brennelemente ausgetauscht. [12], [13], [14]

⁶ Umfassendes Anforderungssystem, das von den Eigentümern und Betreibern der Kernkraftwerke in Westeuropa Anfang der 1990-iger Jahre ausgearbeitet wurde

Der Primärkreis hat zwei Schleifen mit je zwei kalten und einem heißen Strang, in den kalten Strängen sind insgesamt vier Umwälzpumpen, direkt an den unteren Anschlussstutzen der Dampferzeuger angebracht.

Der Reaktordruckbehälter ist baugleich mit dem schon bisher weitverbreitet angewandten Westinghouse Behälter. Zum Sekundärkreis des Referenzblockes gehört eine langsam-drehende (1800 Upm) 60Hz Turbine, die Planung einer langsam-drehenden (1500 Upm) 50Hz Turbine läuft noch.

Sicherheit

Der AP1000 Block realisiert das Prinzip der passiven Sicherheit: die Sicherheitssysteme beinhalten keine aktive Komponenten (z.B. Pumpen), für deren Betreibung sind kein Sicherheitsfunktions-Hilfssysteme notwendig (z.B. Wechselstrom-Anschluss, Kühlwasser). Es gibt vier passive Sicherheitssysteme (Notkühlsystem des Reaktorkerns, Druckeinspeise- und Druckentlastungssystem, Restwärmeableitungssystem und Containment-Kühlung), die den Anforderungen des Einzelausfall-Kriteriums entsprechen. Die Zuverlässigkeit dieser wurde auf zwei Leistungsebenen (600MW und 1000MW) innerhalb umfassender experimenteller Programme getestet.

Die Steuerung der Sicherheitssysteme erfordert nur geringe Bedienungseingriffe, das Prinzip war die nötigen Eingriffe zu eliminieren, und nicht zu automatisieren. Alle Sicherheitssysteme befinden sich im für 4,1 Bar Überdruck ausgelegten Containment oder im Hilfsgebäude, die auf einem gemeinsamen erdbebensicheren Fundament stehen.

2.4.1.2. MIR.1200

Technische Spezifikation

Der russische Hersteller liefert gegenwärtig zwei Versionen des VVER: den zur 3. Generation gehörenden Typ AES-92 [13] und dessen Weiterentwicklung den Typ AES-2006 (*Abbildung 2.4.1.2-1.*), in Russland ist bis 2020-ig der Bau von 17 Stück dieses Typs (Gesamtkapazität 20 000 MW_e) geplant. Ähnlich wie bei den früheren VVER Typen gibt es hier auch 4 Schleifen und horizontale Dampferzeuger.

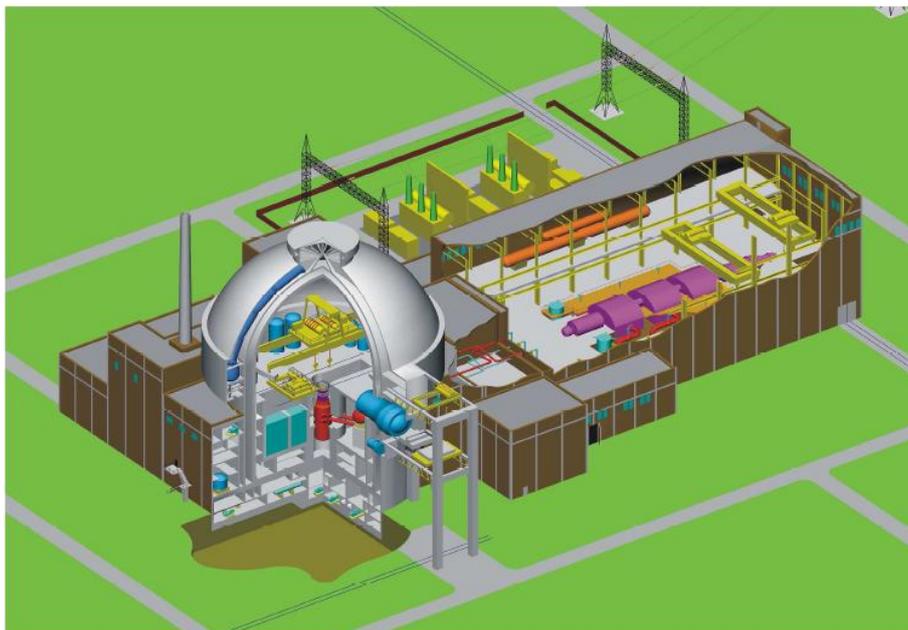


Abbildung 2.4.1.2-1.: Blockansicht MIR.1200 [15]

Die Typ MIR.1200 ist die für den internationalen Markt gedachte Version des Blockes AES-2006, bei dem verglichen mit dem Typ AES-92 vor allem Weiterentwicklungen im Sektor der Wirtschaftlichkeit (Leistung, Wirkungsgrad) und der Erhöhung der Betriebsbereitschaft (Auslastungsfaktor von 92%, Erreichung von 60 Jahren Betriebszeit) durchgeführt wurden.

Neben den Änderungen in Punkto Sicherheit, wurde auch technologische Entwicklungen vorgenommen: Verbesserung der Hauptkühlmittelpumpe (keine Ölschmierung mehr), neuer Brennstoff (mit ausbrennenden Giften⁷), Erhöhung der Zuverlässigkeit von Dampferzeugern.

Nach den Plänen soll der MIR.1200 auch für die Anwendung MOX Brennstoff geeignet sein. Die neuen Blöcke werden mit integrierter, digitaler Steuerungstechnik gebaut. Der Sekundärkreis enthält eine schnell-drehende Turbine (3000 Upm), es werden aber auch langsam-drehende Maschinen (1500 Upm) geplant.

Durch die konsequente Anwendung der allgemeinen internationalen akzeptierten Sicherheitsnormen, sowie der EUR Anforderungen wurde der Typ MIR.1200 im Wesentlichen auf das Niveau der Typen AP1000 und EPR angehoben. Das wird auch dadurch bewiesen, dass der Typ AES-1992 auch die Qualifikation der Organisation erhielt.

Sicherheit

Bei Störfällen schaltet die langzeitige Kühlung des Reaktors und des Primärkreises automatisch ohne Eingriff des Operators ein. Sie wird gemeinsam mit den automatischen Reaktorkern-Kühlssystemen durch 4 Hochdruck- und 8 Niederdruck-Hydrospeicher gesichert.

Die nuklearen Systeme befinden sich in dem doppelwandigen Containment, das für 4 bar Überdruck im Störfall ausgelegt ist, der innere Stahlmantel verfügt über eine passive Kühlung. Die Sicherheitssysteme, von denen jedes mit 100 prozentiger Kapazität funktioniert, wurden in vier voneinander unabhängige Kanäle geordnet. Jeder Sicherheitskanal wird mit einem 6,3 MW Dieselgenerator mit Energie versorgt. Der untere Teil des Containments ist zum Auffangen des geschmolzenen Kerns ausgebildet.

2.4.1.3. ATMEA1

Technische Spezifikation

Der Typ ATMEA1 (*Abbildung 2.4.1.3-1.*) ist eine Weiterentwicklung der erprobten Druckwassertechnologie von Areva und Mitsubishi, er beruht auf den Dreischleifen-Druckwassertypen von Mitsubishi, enthält aber auch zahlreiche Lösungen des EPR. Die Pläne des ATMEA1 Blockes entstanden nach den Vorschriften der EUR, es kann mit einer 5-jährigen Bauzeit gerechnet werden, wegen einer etwas über dem Mittelmaß (ca. 1000 MW) liegenden installierten Kapazität sind die Investitionskosten günstig. Die Kassetten enthalten 17×17 Positionen, und sind im Grunde identisch mit den EPR Kassetten, nur sind sie kürzer, Generalreparatur muss alle 12 Jahre vorgenommen werden. Die Blockleistung kann mit einer maximalen Geschwindigkeit von 5%/Minute reguliert werden. Der Block verfügt über eine automatische Frequenzregelung. [16], [17]

⁷ Reaktorgifte sind Elemente, die Neutronen schlucken (damit den Vervielfältigungsfaktor verringern) ohne zur Kettenreaktion beizutragen.

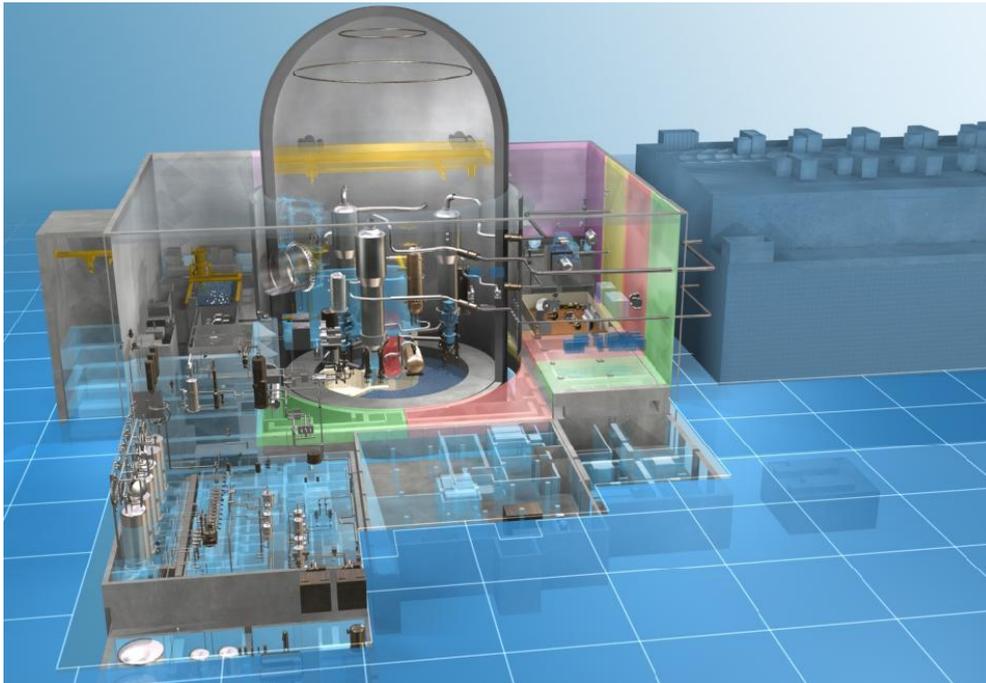


Abbildung 2.4.1.3-1.: Blockansicht ATMEA1 [18]

Sicherheit

Die Sicherheitssysteme bestehen aus drei unabhängigen, 100% redundanten aktiven Zweigen, die während des Betriebs gewartet werden können. Bei der Behandlung der Konsequenzen von schweren Unfällen werden bei der dritten Generation als normgemäß betrachtete Lösungen angewandt: Auffangbecken für den geschmolzenen Reaktorkern für dessen Lokalisierung und Kühlung, Wasserstoff-Rekombinatoren und Zündvorrichtungen zum Binden des im Containment angereicherten Wasserstoffs, bzw. zur Verminderung dessen Konzentration, gefilterter Abfluss und Kühlung zur langzeitiger Erhaltung der Integrität des Containments. Das Containment ist doppelwandig, und ist gegen den Einsturz einer Passagiermaschine gesichert. Die Erdbebensicherheit ist so groß, dass dieser Block auch in seismisch gefährdeten Gebieten errichtet werden kann.

2.4.1.4. EPR – Evolutionary Pressurized Water Reactor

Technische Spezifikation

Der EPR (*Abbildung 2.4.1.4-1.*) („European Pressurized Water Reactor“, der bei Einführung auf den amerikanischen Markt aus Marketing Gründen in „Evolutionary Pressurized Water Reactor“ umbenannt wurde) - ist ein Block der dritten Generation entstanden durch die Weiterentwicklung der Druckwassertechnologie der französischen Framatome und der deutschen Siemens-KWU.

Die Pläne des Blocks wurden bereits von den finnischen, französischen und chinesischen Behörden genehmigt, die USA und England untersuchen zurzeit die Pläne, der Block erfüllt die Anforderungen der EUR. [19]



Abbildung 2.4.1.4-1. : Ansicht des sich im finnischen Olkiluoto im Bau befindenden EPR Blocks [19]

Wegen der großen eingebauten Leistung (1600 MW) sind die spezifischen Investitionskosten günstig, jedoch bedeutet die große Leistung unter den ungarischen Verhältnissen ein Nachteil. Wenn allerdings regionale Kooperation beim Ausbau von Vorratskapazitäten angenommen wird, wird die Konkurrenzfähigkeit durch die zusätzlich nötigen Investitionen nicht beschränkt. Das mit einer vorbeugenden Instandhaltung verbundene Brennelement Umladung nimmt 16 Tage in Anspruch, die zehnjährlich fällige Großreparatur dauert etwa 40 Tage.

Im Kern befinden sich 241 Brennelementkassetten, mit je 17 x 17 Positionen. Die Regelung der Reaktivität geschieht mit 89 Regelkassetten.

Der Primärkreis besteht aus vier Schleifen, mit einer Hauptkühlmittel-Pumpe und einem Dampferzeuger pro Schleife.

Der Sekundärkreis entstand durch die Weiterentwicklung des gut bewährten, und mit guten Auslastungsfaktoren funktionierenden Sekundärkreises der deutschen Konvoi-Blöcke. Es wurden die Dampf-Kondensat-Speisewasser Systeme und die Stufen Hochdruck- und Niederdruckturbine optimiert, und damit eine signifikante Erhöhung des Wirkungsgrades erreicht.

Die Steuerungssysteme für den normalen Betrieb, und die Sicherheitssysteme sind mit doppelter Redundanz aufgebaut, und erfüllen das Einzelausfall-Kriterium. Auslegungsfälle werden mit je 2 redundanten, diversen Systemen behandelt, bei postulierten Störfällen werden vier redundante Systeme benutzt. Die Notstromversorgung wird mit vier Notstromaggregaten gesichert, die in räumlich getrennten Gebäuden untergebracht sind. Es ist auch zu bemerken, dass von den vierfachen Steuerungssystemen ein System auch während des Betriebs abgeschaltet, und geprüft oder repariert werden kann.

Sicherheit

Die wichtigen Sicherheitskennziffern des Blocks (Wahrscheinlichkeit der Kernschmelze, Wahrscheinlichkeit des Austritts von hochradioaktiven Stoffen usw.) sind hervorragend. Die Sicherheitssysteme verfügen über eine vierfache Redundanz, die einzelnen Subsysteme wurden mit 100% Kapazität ausgebaut.

Ein Hochdruck-Einspeisesystem gibt es nicht, nur Mitteldruck- und Niederdruck-Einspeisesysteme. Das Flutbecken (IRWST – In-containment Refueling Water Storage Tank) befindet sich unten innerhalb des Containments, und vereinigt Kühlstofflagerungs- und Sammelbecken-Funktionen. Für die Behandlung von schweren Störfällen mit Kernschmelze gibt es einen Kernfänger. Die Kernflutung geschieht durch Gravitation, passiv mit dem Wasser aus dem Flutbecken.

Das Containment ist doppelwandig ausgeführt, die innere Wand besteht aus Spannbeton, und hat eine 6mm dicke Stahlbekleidung. Die äußere Stahlbetonwand dient zum Schutz von äußeren Ereignissen, und ist fähig den Einschlag von einem Passagierflugzeug zu ertragen.

Bei schweren Störfällen wird eine passive Wasserstoffbehandlung durch katalytische Rekombinatoren angewendet. Zur Minderung der Folgen von schweren Störfällen dienen das passive Wasserstoffbeseitigungs-System mit der Anwendung von katalytischen Rekombinatoren, sowie das Kühlsystem zur Minderung des Containmentdruckes.

2.4.1.5. APR1400 – Advanced Pressurized Reactor

Technische Spezifikation

Der APR1400 (*Abbildung 2.4.1.5-1.*) wurde von der süd-koreanischen Firma KEPCO (Korea Electric Power Corporation) auf Grundlage des Typs OPR1000 (Optimum Power Reactor) mit einer Leistung von 1000 MW entwickelt. Vorgänger beider Reaktoren war der System 80+ Block der Firma Combustion Engineering, der am Anfang der neunziger Jahre in den USA entworfen wurde.

Die Pläne wurden von der Süd-Koreanischen Behörden genehmigt, zurzeit laufen die Vorbereitungen zur Einreichung der NRC-Genehmigung, eine EUR-Qualifikation besitzt der Block noch nicht.

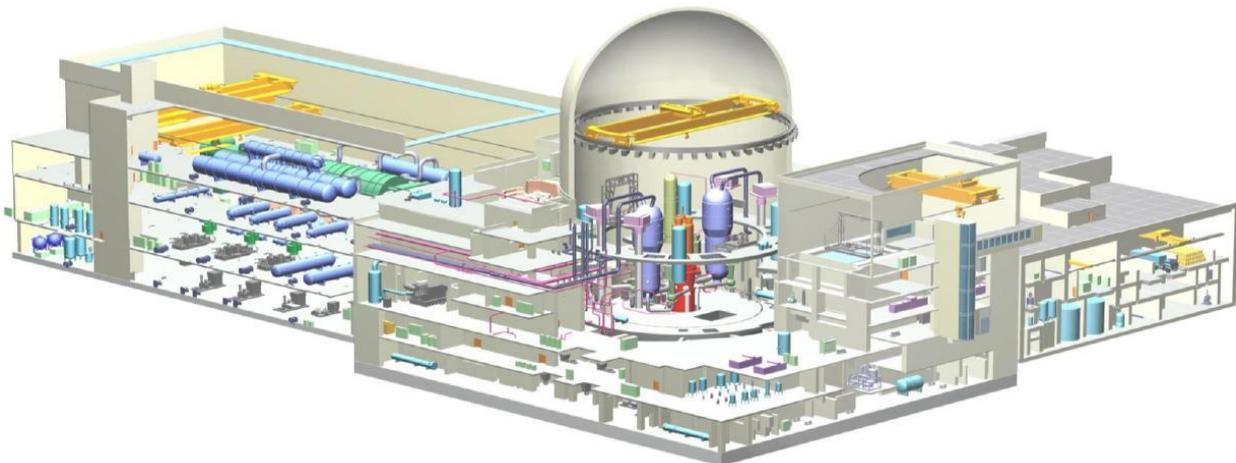


Abbildung 2.4.1.5-1.: Ansicht eines APR1400 Blockes [18]

Die Sicherheitskennziffern sind gut, alle international akzeptierten Lösungen zur Vorbeugung und Behandlung von Unfällen sind enthalten. Wegen der Verhältnisse im ungarischen Netz ist die die große Blockleistung ein Nachteil, wenn allerdings regionale Kooperation beim Ausbau von Vorratskapazitäten angenommen wird, kann das gleiche behauptet werden, wie bei den EPR Blöcken. Im Reaktorkern befinden sich 241 Brennelementkassetten, die 16×16 Positionen enthaltenden, normalen PWR Kassetten entsprechen. Der Brennstoff wird von der Firma KNF (KEPCO Nuclear Fuel) hergestellt. Bis zu einem Drittel der Brennstoffladung kann aus MOX Brennelementen bestehen.

Der Primärkreis des APR1400 Blockes besteht aus zwei Umwälzschleifen, in jeder Schleife befindet sich ein heißer Strang, und zwei kalte Stränge. In beiden kalten Strängen gibt es eine Hauptkühlmittelpumpe, so fern ist die Konstruktion ähnlich dem AP1000 Block von Westinghouse.

Die heiße Stränge sind an je einen sehr großen, vertikal angebrachten Dampferzeuger angeschlossen: die Dampferzeuger haben einzeln eine thermische Leistung von 2000 MW. Die Wassermenge im Sekundärkreis ist so groß, dass nach einem kompletten Kühlmittelverlust noch 20 Minuten bis zum vollständigen Austrocknen der Dampferzeuger zur Verfügung stehen.

Zu dem APR1400 Block gehört eine Großleistungsturbine, die eine Hochdruckstufe, und drei Niederdruckstufen enthält, und mit einer Drehzahl von 1800/Minute läuft (für 60 Hz Netze). Das System wurde so konstruiert, dass wenn bei 100% Betrieb die Belastung komplett entfällt, der Dampf Notabschaltung der Turbine, oder des Reaktors abgeleitet werden kann. Die APR 1400 Blöcke werden zum ersten Mal in den Vereinigten Arabischen Emiraten für ein 50 Hz-Netz mit einer Turbine mit einer Drehzahl von 4500/Minute ausgerüstet.

Sicherheit

Die Sicherheitssysteme sind mit vierfacher Redundanz ausgebaut, es werden gleichzeitig aktive und passive Sicherheitssysteme zum Erreichen der Sicherheitszielstellungen angewendet.

Der Reaktordruckbehälter kann Wassernachfuhr durch vier, unmittelbare Einspritzung ermöglichende Rohrstützen aus dem innerhalb des Containment befindlichen großem (fast 2500 m³) Umladebecken (IRWST – In-containment Refueling Water Storage Tank) erhalten. Jeder Strang hat eine Kapazität von 50%, was 4x50%-ige Redundanz bedeutet. Neben den mit Pumpen betriebenen Hochdruck-Einspeisesystemen enthält jeder Zweig auch einen großen, unter Druck stehenden Behälter (Akkumulator), die passiv funktionieren.

Das primäre Containment des APR1400 Blockes wird aus Spannbeton gefertigt, die Innenseite ist mit Stahl hermetisch bekleidet. Rund um das primäre Containment ist ein sekundäres Containment, das vor äußeren Gefahren (z.B. Flugzeugabsturz) schützt. Das zur Druck- und Temperatursenkung innerhalb des Containment angewendete Einsprüh-System besteht aus zwei unabhängigen Strängen, deren Pumpen an das IRWST-Becken angeschlossen sind. Der Luftraum des Containments ist so groß, dass 24 Stunden nach einer hypothetischen schweren Havarie der Druck noch zu beherrschen ist, und die Konzentration des Wasserstoffes den kritischen Wert nicht erreicht.

Um den geschmolzenen Kern im Behälter halten zu können, wird die Außenseite des Behälters intensiv gekühlt, die für die europäische Errichtungen entwickelte Version EU-APR 1400 enthält aber auch einen Kernfänger.

Der entstehende Wasserstoff wird mit Rekombinatoren gebunden, zusätzlich werden auch Wasserstoffzündler angewendet. [20]

Tabelle 2.4.1-1. : Die wichtigsten technischen Kennziffern der in Betracht gezogenen Blöcke

Blocktyp	AP1000	MIR.1200	ATMEA1	EPR	APR1400
Thermische Netto-Leistung	1117 MW	1150 MW	1000 MW	1600 MW	1400 MW
Betriebszeit	60 Jahre	50 (60) Jahre	60 Jahre	60 Jahre	60 Jahre
geplanter Ausnutzungsfaktor	93%	92%	92%	92%	wenigstens 92%
Jahresausfall durch geplante Generalreparatur	17 Tage	20 Tage	16 Tage	14 Tage	17 Tage
Selbstverbrauch	6,9%	7,0%	5,8%	7,0%	3,8%
anwendbarer Brennstoff	UO ₂ , MOX	UO ₂	UO ₂ , MOX	UO ₂ , MOX	UO ₂ , MOX
Brennstoffhersteller	Westinghouse	TVEL	Areva und MHI	Areva	KEPCO Nuclear Fuel
Brennelementen-Zyklus	18 Monate	18–24 Monate	12–18–24 Monate	12–18–24 Monate	18 Monate
Brennstoff-Bedarf	43,2 t UO ₂ / 18 Monate	43,0 t UO ₂ / 24 Monate	42,7 t UO ₂ / 24 Monate	64 t UO ₂ / 24 Monate	44,7 t UO ₂ / 18 Monate
Anzahl der frischen Kassetten beim Umladen	68 Stück (alle 18 Monate)	82 Stück (alle 24 Monate)	60 Stück (alle 18 Monate)	120 Stück (alle 24 Monate)	92 Stück (alle 18 Monate)
Durchschn.Anreicherung der Kassetten	4,8%	4,0%	4,95%	4,4%	4,09%
Manövrierfähigkeit	zwischen 25%–100%, pro Tag 100%–50%– 100%	zwischen 30%–100%, max. 250 Stück Δ70% pro Jahr	zwischen 30%–100%	zwischen 20%–100%, pro Tag 100%–25%– 100%	zwischen 20%–100%, pro Tag 100%–25%– 100%
Druck des Primärkreises	155,2 bar	157 bar	155 bar	155 bar	155 bar
Reaktor-Eintrittstemperatur	280,6 °C	291,0 °C	290,9 °C	295,5 °C	290,6 °C
Reaktor-Austrittstemperatur	321,1 °C	320,0 °C	326,3 °C	328,0 °C	323,9 °C
Dampferzeuger-Eintrittsdruck	57,6 bar	62,7 bar	>70 bar	78,0 bar	69,0 bar
Kühlwassermenge	136000 m ³ /h	140000 m ³ /h	122000 m ³ /h	190000 m ³ /h	173000 m ³ /h

Tabelle 2.4.1-2. : Konstruktionslösungen zum Erreichen der Sicherheitszielstellungen oder zur Senkung von Folgen schwerer Störfälle

Zu erreichende Sicherheitszielstellung	Konstruktionslösungen zum Erreichen der Sicherheitszielstellungen oder zur Senkung von Folgen schwerer Störfälle				
	AP1000	MIR.1200	ATMEA1	EPR	APR1400
Behandlung von Störfällen verbunden mit der Verbreiterung der Grundausslegung	<ul style="list-style-type: none"> – Passive Sicherheitssysteme – Zurückhaltung im Reaktordruckbehälter – Flutung des Reaktorschachts und äußere Kühlung – Wasserstoff-Rekombinatoren und Zünder 	<ul style="list-style-type: none"> – Doppelwandiges Containment – Passives Kühlsystem – Passive Containmentkühlung – Wasserstoff-Rekombinatoren – Kernfänger 	<ul style="list-style-type: none"> – Spannbeton Containment mit großem Volumen – Langzeitige Containmentkühlung – Wasserstoff-Rekombinatoren – Kernfänger 	<ul style="list-style-type: none"> – Doppelwandiges Containment – Containmentkühlung – Wasserstoff-Rekombinatoren – Kernfänger (Ausbreitung, Kühlung der Schmelze) 	<ul style="list-style-type: none"> – Spannbeton Containment mit großem Volumen – Langzeitige Containmentkühlung – Wasserstoff-Rekombinatoren – Zurückhaltung im Behälter (optional: Kernfänger)
Vorbeugung von Hochdruckprozessen, die zu frühzeitigen Containmentschäden führen können	Automatische Drucksenkungsventile im Primärkreis	<ul style="list-style-type: none"> – Drucksenkungsventile – Passives Kühlsystem 	<ul style="list-style-type: none"> – Schnelle, redundante Drucksenkungsventile 	<ul style="list-style-type: none"> – Manuell betätigte Drucksenkungsventile im Primärkreis 	<ul style="list-style-type: none"> – Manuell betätigte Drucksenkungsventile – Containment Einspritzungssystem
Behandlung des Wasserstoffes	<ul style="list-style-type: none"> – Passive Rekombinatoren (für Störfälle bei Rohrbruch) – Wasserstoff Anzünder (für schwere Unfälle) 	<ul style="list-style-type: none"> – Passive Rekombinatoren 	<ul style="list-style-type: none"> – Passive Rekombinatoren 	<ul style="list-style-type: none"> – Passive Rekombinatoren 	<ul style="list-style-type: none"> – Passive Rekombinatoren und Zünder
Stabilisation und Kühlung des geschmolzenen Kerns	<ul style="list-style-type: none"> – Zurückhaltung im Reaktordruckbehälter – Flutung des Reaktorschachts und äußere Kühlung 	<ul style="list-style-type: none"> – Kernfänger 	<ul style="list-style-type: none"> – Stabilisierung der Kernschmelze außerhalb des Behälters 	<ul style="list-style-type: none"> – Stabilisierung der Kernschmelze außerhalb des Behälters 	<ul style="list-style-type: none"> – Zurückhaltung im Reaktordruckbehälter – Flutung des Reaktorschachts, Kühlung von außen (Kernfänger bei den europ. Versionen)
Drucksenkung im Containment	Passive Containment-Kühlung	<ul style="list-style-type: none"> – Passive großflächige Kühler (zwischen 0–24 Stunden) – Mobile Einrichtungen (zwischen 24–72 Std) 	<ul style="list-style-type: none"> – Containment Einspritzungssystem 	<ul style="list-style-type: none"> Kühlung des Luftraumes im Containment und: – Flutung der Schmelze von oben, Kühlung von unten – Manuelles Containment Einspritzungssystem 	<ul style="list-style-type: none"> Containment Einspritzsystem + Wärmeableitung der Nachzerfallwärme während des Herunterfahrens

2.4.2. Beschreibung des geplanten Kühlsystems

Die Analyse der Kühlmöglichkeiten für die neuen, am Standort Paks zu errichtenden Kernkraftwerksblöcke wurde in separaten Untersuchungen durchgeführt. [21], [95]. Ziel der Untersuchungen war die Auswahl einer Kühlung, die den Umweltschutzvorschriften während der gesamten Lebensdauer entspricht und die unter den gegebenen Umständen und Umweltbedingungen bei Anwendung der möglichst besten technischen Lösung und mit dem möglichst besten Wirkungsgrad ökonomisch effizient zu schaffen und zu betreiben ist. Anhand der Ergebnisse der durchgeführten Analysen wurde – ähnlich wie bei den schon laufenden vier Blöcken – das Frischwasser-Kühlsystem ausgewählt.

Bei Anwendung eines Frischwasser-Kühlsystems wird das zum Betrieb der Blöcke notwendige industrielle Wasser, und das zur Versorgung der Kondensatoren notwendige Wasser aus der Donau entnommen. Die Anwendung eines Frischwasser-Kühlsystems wird durch die Umweltschutz-Anforderungen für die durch die Rückleitung des erwärmten Kühlwassers entstehende Wärmebelastung begrenzt. Um diese Grenzwerte nach Inbetriebnahme der neuen Blöcke auch bei extremen Bedingungen (hohe Wassertemperatur der Donau und niedriger Wasserstand) einhalten zu können, stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung: als technische Maßnahme die Vermischung des erwärmten Kühlwassers mit frischem Kaltwasser, in außerordentlichen Fällen die Leistungssenkung der Blöcke.

Bei Anwendung einer Durchlauf-Frischwasser-Kühlung mit Nutzung des Donauwassers wird das Wasser ohne chemische Behandlung, nach mechanischer Entfernung (Filtration) der Schwimm- und Schwebeteile genutzt. Der Kühlwasserbedarf für die Blöcke, d.h. die aus der Donau zu entnehmende Wassermenge wird für verschiedene Blockleistungen in *Tabelle 2.4.2-1.* gezeigt. Nach der Nutzung des Wassers wird die gesamte Menge des erwärmten Kühlwassers in die Donau zurückgeleitet. Der Geländeplan für das Frischwasser-Kühlsystem ist in *Abbildung 2.4.2-1.* zu sehen.

Tabelle 2.4.2-1.: In Betracht gezogene Ausgangsdaten für die Untersuchung des Frischwasser-Kühlsystems

	bei einer Leistung von 2×1200 MW	bei einer Leistung von 2×1600 MW
Kühlwassererwärmung im Kondensator [°C]	8	8
Wasserbedarf der Kondensatoren [m ³ /s] pro Block	66	86
Insgesamt	132	172

Die Pumpenstation zur Entnahme des Donauwassers wird über der Mündung des vorhandenen Kaltwasserkanals eingerichtet. Der Wassertransport geschieht in zwei Stufen, zuerst wird das Wasser durch die Pumpen aus der Donau in den neuen Kaltwasserkanal gepumpt, danach wird es von der Kondensator-Pumpenstation zu den Kondensatoren befördert. Der neue Kaltwasserkanal hat eine Tiefe von 4 m, eine Sohlenbreite von 12-20 m (abhängig vom Blocktyp) und eine Länge von etwa 1000 m.

Vom Trommelsiebhaus aus gelangt das Wasser in einem geschlossenen Stahlbeton-Kanal zur Kondensator-Pumpenstation. Aufgabe der Pumpenstation ist die Beförderung der notwendigen Kühlwassermenge aus dem Kaltwasserkanal über die Kondensatoren in den Warmwasserkanal. Aus dem Hauptgebäude wird das Warmwasser über Stahlbeton-Kanäle abgeleitet, die über eine Überlauf-Wasserpegel-Regelanlage an den vorhandenen Warmwasserkanal angeschlossen werden. Nach vorläufigen Hydraulik-Berechnungen [21] kann der vorhandene Warmwasserkanal nicht nur

die Wassermenge der gegenwärtig laufenden Blöcke 100–110 m³/s (max. 120 m³/s), sondern auch die Wassermenge 172 m³/s von 2 neuen Blöcken mit je einer Leistung von 1600 MW Blöcken ableiten.

Zur Einleitung des Kühlwassers in die Donau wird durch einen neuen Warmwasserkanal-Zweig ein neuer Einleitungspunkt geschaffen, in einem Abstand von etwa 1000 m vom jetzigen Einleitungspunkt. Der neue Kanalzweig zweigt vor dem gebogenen Abschnitt des bestehenden Warmwasserkanals, an dessen der Donau zugewandten Seite über ein neues Verzweigungsobjekt vom bestehenden Warmwasserkanal (*Abbildung 2.4.2-1.*). (Für die Zukunft wird die Errichtung eines Rekuperations-Wasserkraftwerks am Warmwasserkanal geplant.)

Die Südseite des neuen Warmwasserkanals wird - anstelle des bestehenden Warmwasserkanal-Abschnitts zwischen der Abzweigstelle und der Mündung - als ständiger Überschwemmungsschutz funktionieren.

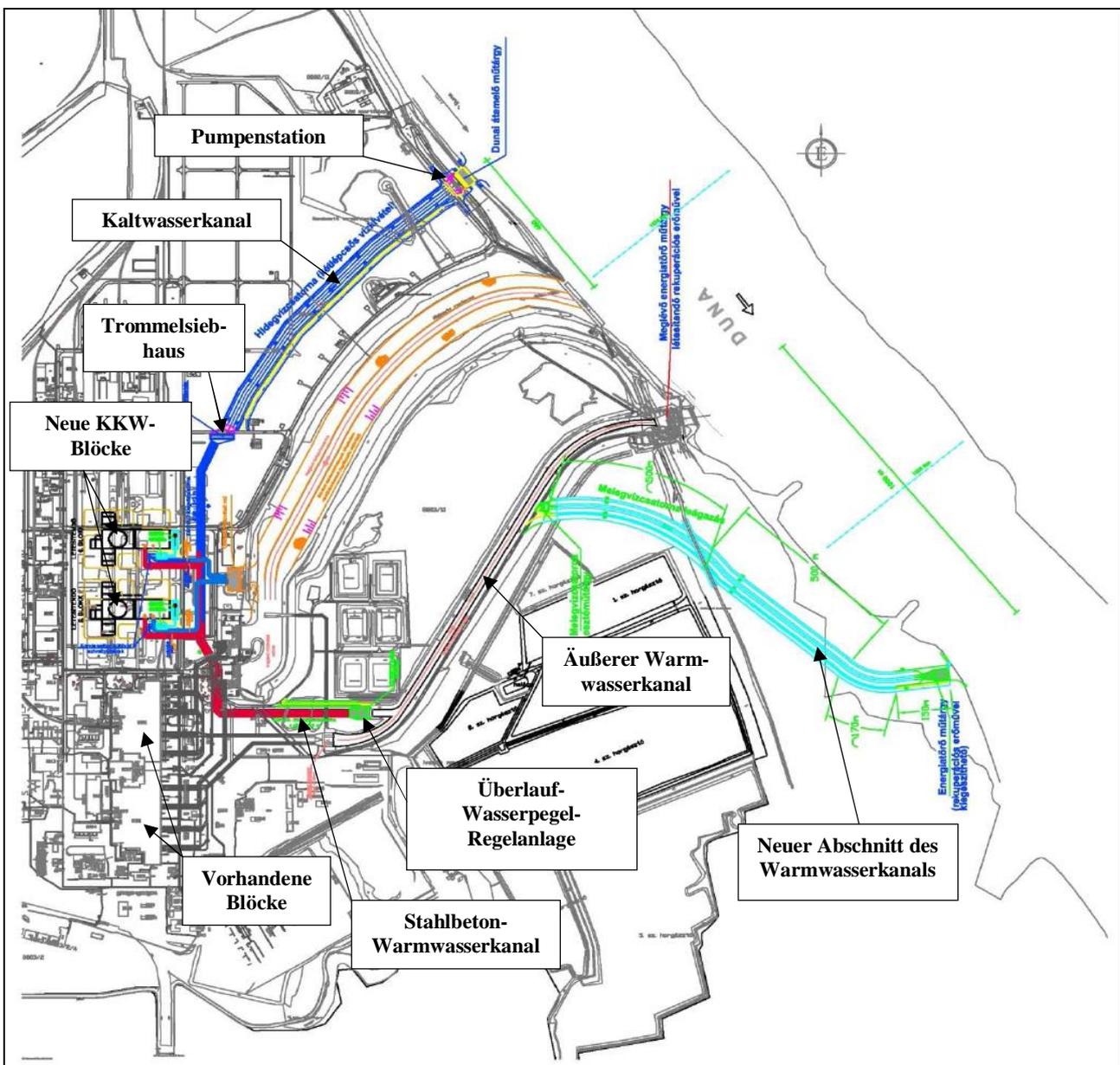


Abbildung 2.4.2-1.: Komponenten des Zweistufen-Frischwasser-Kühlsystems, Geländeplan

2.4.3. Weitere zur geplanten Tätigkeit notwendige Anlage und Anschluss-Objekte

Die gegenwärtig laufenden Blöcke sind über die 400 kV Schaltanlage der 400/120 kV Transformatorstation, die Eigentum der Firma MAVIR Zrt. (Ungarische Übertragungsnetzbetreiber AG) ist, ans Landesnetz angeschlossen. Vom Übertragungsgesichtspunkt aus ist Paks ein über entsprechende Bedingungen verfügender 400 kV – Knotenpunkt, jedoch kann der Anschluss der neuen Blöcke an das Hochspannungsnetz nur durch Schaffung neuer Anschlusspunkte gelöst werden. Bis zur Auswahl des Lieferanten muss mit mehreren Blocktypen kalkuliert werden, für die unterschiedlichen Blockleistungen sind aber Netzentwicklungen von unterschiedlichem Maße erforderlich.

Während der Vorbereitungsarbeiten für die Errichtung neuer Kernkraftwerksblöcke wurden vorläufige Netz-Berechnungen [22] zur Untersuchung dessen durchgeführt, unter welchen Bedingungen der erzeugte Strom bei Blöcken von einer Nettoleistung von 1000–1600 MW unter normalen und Störfall-Betriebsbedingungen weitergeleitet werden kann. Die Ergebnisse zeigten die Notwendigkeit der folgenden Entwicklungen im Fall der untersuchten Leistungen:

- Der Bau der Doppel-Hochspannungsleitung Paks–Albertirsa ist eine grundlegende und unverzichtbare Voraussetzung für die Inbetriebnahme der neuen Blöcke.
- Aufgrund des Untersuchungsergebnisses zur Lage bei doppeltem Ausfall und wegen der Reserveversorgung der neuen Blöcke ist der Bau eines dritten 400/120 kV Transformators in der vorhanden (Paks-I.) Schaltstation zweckmäßig.
- Abhängig von der Leistung und den dynamischen Kennziffern der Blöcke ist zur Verstärkung der transienten Stabilität der Ausbau einer zweiten Hochspannungsleitungs-Verbindung in Richtung Liter oder Mártonvásár notwendig. Dieses Thema ist später in Kenntnis der genaueren Blockparameter weiter zu behandeln.

Für den Netzanschluss der neuen Blöcke wird eine neue 400 kV Schaltstation (Paks-II.) gebaut, deren Lage noch nicht festgelegt wurde. [23] Die mögliche Position ist entlang der in nordwestliche Richtung führenden Hochspannungsleitung, zwischen den von Paks nach Nagydorog, bzw. Kölesd führenden Straßen, etwa 6 km von den neuen Blöcken entfernt.

Für den Anschluss der inneren Reserve-Stromversorgung muss zwischen dem geplanten Gelände der der neuen Blöcke und der 120 kV Schaltanlage der Schaltstation Paks-I. eine 120 kV Kabelverbindung geschaffen werden.

Die für die Errichtung der neuen Blöcke notwendige Infrastruktur (Wasser, Abwasserkanäle, Straßennetz, Kommunikationsnetz usw.) ist grundlegend vorhanden, später kann deren Erweiterung und Modernisierung notwendig werden. Die vorhandene Infrastruktur am Standort Paks wird in *Unterabschnitt 2.1.2.* detailliert beschrieben.

Zur Behandlung des beim Betrieb der neuen Blöcke entstehenden kommunalen Abwassers, der Abwässer des Sozial- und Laborgebäudes, sowie der zeitweise der über der Wasserbilanz liegenden Abwässer muss wahrscheinlich eine neue Kläranlage gebaut werden.

2.4.4. Vorstellung der internationalen Referenzen der in Betracht gezogenen Blocktypen

2.4.4.1. AP1000 (Westinghouse)

Der Bau von drei Blöcken AP1000 läuft schon in China (Sanmen 1–2, *Abbildung 2.4.4.1-1*, Haiyang 2, *Abbildung 2.4.4.1-2*), die Übergabe dieser Blöcke ist zwischen 2013 und 2014 geplant. Auch in den USA wird die Errichtung von Blöcken des Typs AP1000 erwartet, es laufen schon Bauvorbereitungen an zwei Standorten (Georgia, KKW Vogtle), aber den Prognosen nach werden Anträge für die Genehmigung der Errichtung von insgesamt 12 AP1000 Blöcke eingereicht werden.

Die geplante Bauzeit der chinesischen Blöcke beträgt 5 bis 6 Jahre, der Referenzblock kann nach Meinung der Konstrukteure in 5 Jahren aufgebaut werden.



Abbildung 2.4.4.1-1.: Einsetzen des 3. Containment-Ringes in Sanmen 1.



Abbildung 2.4.4.1-2.: Bau von Haiyang 2.

2.4.4.2. AES-2006 (MIR.1200) (Atomztröyexport)

Der Bau von zwei Blöcken des Typs AES-2006 (MIR.1200) läuft schon im KKW Leningrad (Sosnovy Bor - *Abbildung 2.4.4.2-1.*) in Russland, und zwei Blöcke des Typs AES-2006 (MIR.1200) sind auch im Bau im KKW Novovoronezh. Russland plant die bedeutende Erweiterung der nuklearen Kapazität mit den Blöcken des Typs AES-2006, geplant ist der Bau von 17 Blöcken mit Kapazität von 20 000 MW_e elektrischer Leistung bis 2020.



Abbildung 2.4.4.2-1.: Der Kraftwerksblock im Bau in Sosnovy Bor

2.4.4.3. ATMEA1 (Areva-Mitsubishi)

Die technischen Pläne des Blocks ATMEA1 sind Ende 2009 fertig geworden, danach wurden die Vorbereitungsarbeiten für das Genehmigungsverfahren begonnen. Die Genehmigung des Blocks und der Nachweis der EUR-Kompatibilität werden wahrscheinlich keine Schwierigkeiten bereiten,

weil die Pläne nach EUR – Anforderungen erstellt sind mit weitgehender Rücksicht der NRC-Vorschriften.

Die Teilnehmer der gemeinsamen Firma Areva-MHI verfügen über große Erfahrung auf dem Gebiet der Errichtung, die Teilnehmer haben bis jetzt zusammen 123 Kernkraftwerksblöcke gebaut, ihre Fertigungskapazität ist auch bedeutend, sie können weltweit an 12 Standorten nukleare Anlagen fertigen.

2.4.4.4. EPR (Areva)

Die Errichtung von zwei Blöcken des Typs EPR läuft jetzt in Europa: der erste wird am finnischen Standort Olkiluoto [24], der zweite am französischen Standort Flamanville [25] gebaut. Die Bauarbeiten des Blocks OL-3 wurden 2005 angefangen, und der Block wird nach den jetzigen Plänen in 2012 an das Netz angeschlossen. Der Bau des Blocks Flamanville-3 (*Abbildung 2.4.4.4-1.*) in der Normandie wurde im Sommer 2006 angefangen. Die Übergabe des Blockes ist im Vergleich zum ursprünglichen Terminplan in Verzug. Areva hat auch einen Vertrag für die Errichtung von zwei chinesischen Blöcken ist (Taishan-1, Taishan-2), die Bauarbeiten dieser Blöcke laufen (*Abbildung 2.4.4.4-2.*), die Blöcke sollen planmäßig 2013 und 2014 ans Netz angeschlossen werden.



Abbildung 2.4.4.4-1. : Bauarbeiten Flamanville-3



Abbildung 2.4.4.4-2.: Bauarbeiten Taishan 1–2.

2.4.4.5. APR1400 (Korean Hydro and Nuclear Power)

Zurzeit laufen die Bauarbeiten von insgesamt vier Blöcken des Typs APR1400 an zwei Standorten (Shin-Kori *Abbildung 2.4.4.5-1.* und *2.4.4.5-2.* und Shin-Ulchin) in Süd-Korea, die Vereinigten Arabischen Emirate haben ebenfalls einen Vertrag auch über die Errichtung von vier Blöcken dieses Typs mit dem von der südkoreanischen Firma geführten KEPCO Konsortium abgeschlossen.



Abbildung 2.4.4.5-1.: Arbeiten in Containment des Blocks Shin-Kori-3

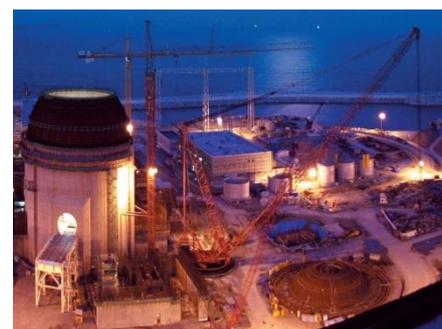


Abbildung 2.4.4.5-2.: Bauarbeiten des KKW Shin-Kori

2.5. Vorstellung der Bauphase, Beschreibung der bautechnologischen und sonstigen Eigenschaften

2.5.1. Kenndaten des Baus

Erforderliche Fläche der zu bauenden Objekte

Die Fläche des geplanten Standorts der neuen Kernkraftwerksblöcke ist etwa 106 ha, und der Standort der neuen Blöcke belegt vom jetzigen Betriebsgelände des Kernkraftwerks Paks den Plänen entsprechend 29,5 ha, und vom sogenannten Investitionsgelände 76,3 ha. Die *Abbildung M-2 im Anhang* zeigt den Standort des Kernkraftwerks Paks mit Angabe des Geländes für die Errichtung der neuen Blöcke. Die *Tabelle 2.5.1-1.* fasst den Flächenbedarf der Objekte, Gebäude, bzw. sonstiger Anlagen der betrachteten einzelnen Blocktypen gemäß den Datenangaben der Lieferanten zusammen.

Tabelle 2.5.1-1. Der Flächenbedarf für die einzelne Blocktype

Typ des Blocks	Typischer Flächenbedarf	Flächenbedarf für zwei Blöcke
AP1000	Die Abmessungen des Betriebsgeländes für einen Block: 250×233 m, das bedeutet eine Fläche von 5,825 ha. Für die Investition (Baugelände) wird mit einem Gesamt- Flächenbedarf von etwa 100 ha gerechnet. [26]	≈ 12 ha
MIR.1200	Der Flächenbedarf für das Gebäude eines Blocks beträgt 2,6 ha, Als voller Flächenanspruch wird mit den anschließenden Anlagen und bepflasterten Gelände die doppelte Fläche betrachtet. Für die Investition (Baugelände) wird hier auch mit einem Gesamt-Flächenanspruch von etwa 100 ha gerechnet. [27]	≈ 10 ha
ATMEA1	Für einen Block ist eine Fläche von etwa 12 ha gemäß dem zur Verfügung stehenden Abriss erforderlich. Für die Investition (Baugelände) wird hier auch mit einem Gesamt-Flächenbedarf von etwa 100 ha gerechnet. [28]	≈ 24 ha
EPR	Die Abmessungen des Betriebsgeländes für einen Block: 384×283 m, 10,867 ha je Block. Für die Investition (Baugelände) wird mit einem Gesamt- Flächenbedarf von etwa 100 ha gerechnet. [29]	≈ 22 ha
APR1400	Die Errichtung von zwei Blöcken erfordert eine Fläche von 36 ha. Für die Investition (Baugelände) wird hier auch mit einem Gesamt-Flächenanspruch von etwa 100 ha gerechnet. [30]	≈ 36 ha

Die heutige Vegetation und Grünflächen werden wahrscheinlich auf dem gesamten Gelände der Errichtung und der Investition beschädigt, oder vernichtet. Das hat eine begrenzte Bedeutung für den Umweltschutz, weil die Gebiete der Objekte und das Baugelände sich innerhalb des heutigen Standortes, im Industriegebiet befinden. Nach der Beendigung der Bauarbeiten soll auf dem Betriebs- und Baugelände die Rehabilitation der Gebiete zwischen den bebauten Teilen durchgeführt werden.

Zeitdauer der Bauarbeiten

Die *Tabelle 2.5.1-2.* zeigt die zu erwartende Dauer der Bautätigkeiten, angegeben von den Lieferanten nach Blocktypen.

Tabelle 2.5.1-2.: Zeitdauer der Bauarbeiten für die einzelnen Blocktypen

Typ des Blocks	Angabe der Bauphasen
AP1000	Zeitbedarf für die Vorbereitung des Standorts beträgt 18 Monaten. Ausführung bis Beendigung der Proben der Inbetriebnahme 4 bis 5 Jahr [26]
MIR.1200	60 Monate vom ersten Betongießen bis Inbetriebnahme [27]
ATMEA1	Der Bau eines Blocks vom ersten Betongießen bis Beladung mit Brennelementen dauert weniger, als 40 Monate. Der Probetrieb dauert 8,5 bis 10,5 Monaten [28]
EPR	Von dem ersten Betongießen bis Inbetriebnahme 62 Monate [29]
APR1400	Der Zeitbedarf beträgt für die Errichtung von APR1400 Blöcken vom ersten Betongießen bis zur Parallelschaltung 58 Monate. Diese Zeit beinhaltet die Bau- und Montagearbeiten, die Inbetriebnahme bis zur kommerziellen Übergabe [30]

Arbeitskräftebedarf des Baus, die erforderliche Anzahl der Mitarbeiter für den Bau

Die *Tabelle 2.5.1-3.* fasst die erforderliche Anzahl der Bauarbeiter im Durchschnitt und für die Spitzenzeit des Bauprozesses für die einzelnen Typen der Blöcke anhand der Datenangaben der Lieferanten [26 – 31] zusammen. Bei der Bauzeit ist Dreischichtsystem für die Arbeiten zu berücksichtigen. [32]

Tabelle 2.5.1-3. : Anzahl der Bauarbeiter nach Blocktypen im Durchschnitt und in der Spitzenzeit

	AP1000		MIR.1200	EPR		ATMEA1		APR1400
	Durchschnitt	Spitzenzeit	Max.	Durchschnitt	Spitzenzeit	Angegebener niedriger Wert (Spitzenzeit)	Angegebener hoher Wert (Spitzenzeit)	Max. (monatliche Anzahl der Mitarbeiter)
Anzahl der Bauarbeiter (Person)	3 000	4 300	5 600	800	2 400	6 000	7 000	1 200

Der tatsächliche Arbeitskräftebedarf (in der Spitzenzeit des Baus etwa 5000 bis 7000 Mitarbeiter) für den Bau der neuen Blöcke hängt in hohem Maße von dem ausgewählten Investor ab, weil grundsätzliche Unterschiede zwischen den fünf vorstellbaren technischen Lösungen bezüglich des Arbeitskräftebedarfs vor dem Anfang des Baus und während des Baus bestehen.

Für die Unterbringung des Baupersonals bestehen mehrere Lösungen in Paks, und in den umliegenden Ortschaften. Wenn neue Wohnhäuser für die Unterbringung des Baupersonals gebaut werden, können diese nach Beendigung der Bauzeit an die Bevölkerung verkauft, oder für das Betriebspersonal des Kraftwerks verwendet werden. Es besteht die Möglichkeit für Kauf oder Miete von vorhandenen Wohnungen, Häusern, und es können provisorische Arbeiterheime in der Nähe der Baustelle, oder in den benachbarten Ortschaften geschaffen werden. Das hat den Vorteil, dass nach Abreise der vorübergehend beschäftigten Arbeitskräfte die Wohncontainer wieder verwertet, und auf einer neuen Baustelle aufgestellt werden können. [32] [33]

Betriebsmittel und Arbeitsmaschinen

In der Bauzeit hat man mit dem Verkehr von vielen Arbeitsmaschinen unterschiedlicher Typen, und mit Lastverkehr innerhalb des Standorts zu rechnen. In der Bauphase wird gemäß Datenangabe des

Lieferanten von Block APR1400 [30] die Nutzung folgender Maschinenanlagen und Fahrzeuge erforderlich:

1. Kran mit hoher Tragkraft (die wichtigste Baumaschine)

Die Verwendung eines Krans mit hoher Tragkraft hat eine grundsätzliche Bedeutung für den Einbau der Hauptanlagen des Kraftwerks mit großen Abmessungen und Massen (Reaktorbehälter ≈ 530 t, Dampferzeuger ≈ 775 t). Ein Kran mit Tragkraft von 1350 t wurde beim Bau der Blöcke 3 und 4 des Kernkraftwerks Shin-Kori, die als Referenz für den Block des Typs APR1400 betrachtet werden können, für die Bewegung der Hauptanlagen verwendet.

2. Sonstige Arbeitsmaschinen und Anlagen

- Die folgenden Maschinen und Anlagen sind bei den Vorbereitungsarbeiten (Erdarbeiten, Fundament, usw.) in Betrieb: Schlepper, Schleppkahn, Trailer (100 t), Greifbagger (0,2, 1 und 8 m³), Straßenhobel, Vibrations-Maschinen mit Gummirädern, Vibrationsstraßenwalzen, Grubenbohrer, Turmkran (50 t), Raupenkran (200 t), Frontlader, Dumper (15 und 25 t), Bulldozer (32 t), Betonmischer-Fahrzeuge, Lastkraftwagen, Kompressoren.
- Bei den Baumontagearbeiten werden den Erwartungen nach folgende Maschinen und Anlagen erforderlich sein: Turmkräne (5, 10–12 und 20 t), Autokräne (90, 200 und 300 t), Betonkräne (35 und 50 t), hydraulische Kräne (35 und 50 t), Raupenkräne (100 und 150 t), LKW-s mit Pumpen (80 m³/Stunde), Betonpumpen, Straßenreinigungsmaschinen, Trailer (25 t), LKW-s für Wassertransport (6000 l), LKW-s mit flacher Ladefläche, Luftkompressoren (100 und 210 m³/Minute), Traktoren (10 t), Gabelstapler (5–10 t).
- Bei der Montage der mechanischen Anlagen und den sonstigen Montagearbeiten (z. B. Montage der Rohrleitungen, elektrischen Anlagen) ist der Betrieb von folgenden Maschinen und Anlagen erforderlich: der Hauptkran (1350 t), hydraulische Kräne (35, 50, 100, 150, 300 und 400 t), Gabelstapler (7,5 und 10 t), Autokräne (140 und 300 t), Trailer, elektrische Hebezeuge (2 t), Dieselgeneratoren.

Ähnliche Betriebsmittel und Arbeitsmaschinen (vor allem Erdbaumaschinen, Hebe- und Lademaschinen, Lastfahrzeuge, Kräne, u. s. w.) können im Fall der Errichtung der Blöcke von anderen Typen berücksichtigt werden. Die Anzahl, die Parameter und Typen der Arbeitsmaschinen können aber im Fall der einzelnen Varianten unterschiedlich sein, die genaue Bestimmung erfolgt mit Berücksichtigung der standortspezifischen Eigenschaften in einer späteren Phase der Planung.

Auf der Baustelle werden gleichzeitig mehrere Arbeits- und Transportmaschinen im Betrieb sein, wir haben bei der Bewertung der Auswirkungen 50 Maschinen berücksichtigt, aber die Anzahl wird später mit dem Fortgang der Arbeiten erwartungsmäßig bedeutend niedriger sein.

Spezielle Arbeitsphasen (Fundamentarbeiten, Drainage)

Die jetzt betriebenen Reaktorblöcke wurden mit Flachfundamenten, auf einer zusammenhängenden monolithischen Fundamentplatte in einer Tiefe von 6,5 m fundamentierte. Die Maschinenhäuser liegen auf monolithischen Streifenfundamenten, die Tiefe der Ebene des Fundaments beträgt 7,0 m. Die Fundamente der Turbinenaggregate sind entweder Monolith-Fundamentplatte (Flachgründung), oder Tiefgründung (mit Franki-Pfählen der Länge 6 bis 7 m), die Tiefe des Fundaments beträgt 7,5 m. Die Fundamente der Gebäude und Anlagen mit weniger Belastung (Maschinenhäuser der Dieselgeneratoren, Reaktor-Hilfsanlagegebäuden, Maschinenhaus der Kühlanlagen, Kompressoren-Maschinenhaus, Verkehrsbrücken und technologische Brücken) sind mit Flachgründung, mittels Monolith-Grundplatten ausgeführt, die Tiefe des Fundaments lag zwischen

3 und 7 Meter. Die maximale Baugrundbelastung beträgt unter den Hauptgebäuden etwa um 700 kN/m^2 ($=0,7 \text{ MPa}$), und unter den Anlagen mit weniger Belastung von 250 bis 450 kN/m^2 ($=0,25$ bis $0,45 \text{ MPa}$).

Ähnliche Lösungen können bei der Fundamentierung der Anlagen der geplanten Investition infolge der analogen geotechnischen Verhältnisse in Betracht kommen. Die Arbeiten der Fundamentierung der Reaktorblöcke bedeuten unabhängig vom Typ des Blocks den Aushub und die Beförderung von mehreren hunderttausend m^3 Erde.

Die genauen Stellen und Abmessungen der Baugruben für die Fundamente sind noch nicht bekannt. Die Baugrundbelastung der zu errichtenden Maschinenhäuser der Turbinen wird erwartungsmäßig grösser, als die des Maschinenhauses der jetzt betriebenen Turbinen, deshalb werden deren Fundamente mit Tiefgründung ausgeführt.

Wenn der Grundwasserpegel höher als die niedrigste Ebene des Fundaments ist, ist die Drainage der Baugrube erforderlich. Die Abteufung der Arbeitsgrube kann bis etwa -7 m ohne Senkung des Grundwasserpegels durchgeführt werden, aber bei der weiteren Abteufung der Arbeitsgrube wird die Senkung des Grundwasserpegels erforderlich sein. Die effektivste Methode kann für die Senkung des Grundwasserpegels die Lösung mit Vakuumbrunnen sein. Diese Lösung wurde auch beim Bau der vorhandenen vier Blöcke und den anschließenden Anlagen angewendet. Zwei Brunnenreihen wurden für die Drainage der Arbeitsgruben um die Arbeitsgruben nach dem Erreichen der Tiefen von $-6,8 \text{ m}$ und $-9,0 \text{ m}$ angelegt. Die maximale Tiefe der Arbeitsgrube hatte auf der Westseite der Baustelle $12,1 \text{ m}$ erreicht.

Die Drainagearbeiten können zweckmäßig und wirtschaftlich in der Zeit durchgeführt werden, wann niedrigere Grundwasserpegel dominieren. Die Menge des wegzuleitenden Wassers hängt von dem beim Bau bestehenden Grundwasserpegel und vom Wasserstand der Donau ab. Die Qualität des bei der Drainage entstehenden Wassers erfordert eine ständige Überwachung, das entnommene Wasser kann neben der Möglichkeit der Trocknung, nach Klärung und Ölabscheidung in die Donau abgeleitet werden.

2.5.2. Art und Volumen der An- und Ablieferung zum Bau

Für die Anlieferung der Baumaterialien, sowie für den Abtransport der ausgehobenen Erde und der Abfälle kann der Straßenverkehr, die Eisenbahn und der Wassertransport beansprucht werden. Die Hauptstraße Nr. 6 und die Autobahn M6 sind für den Straßentransport geeignet. Der Standort kann jetzt von der Autobahn nur über die Stadt Paks erreicht werden. Es ist vorstellbar nach den Datenangaben des Auftraggebers [32], dass eine neue Straße von der Ausfahrt Paks-Süd mit Umgehung der Stadt Paks zum Standort geplant wird.

Der Berufsverkehr der Bauarbeiter kann von Paks und von den umliegenden Ortschaften vor allem mit Bussen gelöst werden. Die Anzahl der Bauarbeiter kann sich abhängig von dem Typ des Blocks und der Bauphase zwischen 800 und 7000 ändern. Wenn man das Verhältnis zwischen Busfahrt und PKW-Fahrt der Mitarbeiter $80 \% / 20 \%$ annimmt, werden täglich 16 bis 140 Busse und 80 bis 700 PKW-s ankommen.

Die erwartungsmäßige Dauer der Bautätigkeit wird viel länger (5 bis 6) Jahre, als bei den sonstigen gewöhnlichen Investitionen. In dieser Zeit muss man mit bedeutenden An- und Abtransporten (Erde, Beton, technologische Anlagen, usw.) rechnen.

Die zu befördernde Menge der Erde beträgt bei der Errichtung von zwei neuen Blöcken gemäß der Daten des Lieferanten Blocktyps MIR.1200 [27] 4 bis 6 Millionen m^3 , nach den Daten des Lieferanten des Blocktyps APR1400 [30] nahe 3 Millionen m^3 auch auf den Bau von zwei neuen Blöcken bezogen. Der Lieferant des Blocks EPR hat mehrere hunderttausend m^3 Erdbeförderung abhängig von den Verhältnissen des Standorts für den Bau eines Blocks angegeben [29]. Die Abmessungen, die Ausführung und der Flächenbedarf von den einzelnen Blockvarianten sind

unterschiedlich, so kann das Volumen der zu befördernden Erde bei der Errichtung der Blöcke AP1000 und ATMEA1 unter Berücksichtigung der von den anderen Lieferanten angegebenen Daten bei dem Bau von zwei Blöcken im Bereich von mehreren hunderttausend bis 4-6 Millionen m³ eingeschätzt werden.

Von dem Transport können der Südrand der Stadt Paks und die Gebiete neben der Hauptstraße Nr. 6, eventuell der Westrand der Ortschaft Dunaszentgyörgy und die Ortschaft Csámpa betroffen werden. Es ist zweckmäßig den größten Teil der Baumaterialie auf dem Wasserweg zwecks Minimalisierung der Störungen zu transportieren. Die Beförderung per Bahn ist auch günstiger, als der Straßentransport, aber aller Wahrscheinlichkeit nach muss die Zweigbahn Dunaföldvár-Paks erneuert werden. Es ist überlegenswert den größten Teil der Anlieferungen auf dem Wasserweg zu lösen, besonders wenn die Anlieferung der Baukonstruktionsmodule infolge der Abmessungen sowieso nur auf diesem Wege möglich ist.

Wenn die Anlieferung der Materialien völlig über den Straßenverkehr erfolgen sollte, kann die Größe des Verkehrs in Verbindung mit Materialanlieferungen im Durchschnitt schätzungsweise täglich 80, in der Spitzenzeit des Baus 130 Schwerfahrzeuge bedeuten. Die Anlieferung erfolgt 12 Stunden am Tag.

2.6. Die geplanten Anlagen, Einrichtungen und Maßnahmen zum Schutz der Umwelt

In der gegenwärtigen Phase der Vorbereitungsarbeiten zur Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken kann noch über keine schon konkret geplanten Anlagen und Maßnahmen zum Umweltschutz gesprochen werden. Anhand der Betriebserfahrungen der laufenden Blöcke können jedoch zahlreiche solche Anlagen und Maßnahmen aufgezählt werden, die auch für die Errichtung neuer Blöcke Grundbedingung sind. Diese Maßnahmen müssen sich auf die Bauphase, die Betriebsphase und die Phase nach Einstellung der Tätigkeit beziehen.

Bei normalem Betrieb verursacht das Kernkraftwerk keine konventionelle (nicht radioaktive) Luftverunreinigung. Mit einer Luftverunreinigung muss man nur durch den Personen- und Lastverkehr, sowie den Probetrieb und eventuellen Noteinschaltbetrieb der Diesellaggregate rechnen. Zur Minderung der Belastung kann die Nutzung der modernsten Fahrzeuge und Anlagen in der Bauphase und auch in der Betriebsphase vorgeschlagen werden. Beim Personenverkehr zu den neuen Blöcken soll der gemeinschaftliche Verkehr mit entsprechend geplanten und häufigen Buslinien in der Bauphase und in der Betriebsphase präferiert werden.

Bau und Betrieb des Kraftwerks erfordern wesentlich mehr Trinkwasser. Die vorhandene Wasserbasis kann wahrscheinlich die erforderliche Menge sichern. Jedoch erweitert sich das Wasserschutzgebiet um die Trinkwasserbrunnen mit dem erhöhten Bedarf. Im Interesse des Schutzes der Wasserbasis ist es notwendig die hydrologische Schutzzone neu zu bestimmen.

Bei der Auswahl der Technologien sind wassersparsame, erneuerbare Lösungen vorzuziehen. Am neuen Standort muss die Sammlung und Ableitung des Niederschlagwassers so gelöst werden, dass dadurch weder die Oberflächen-, noch die unterirdischen Gewässer belastet werden.

Im Zusammenhang mit dem Bau und Betrieb der neuen Blöcke muss auch mit der Entstehung von Abwässern gerechnet werden. Die größte Menge an kommunalem Abwasser entsteht in der Bauphase. In diesem Zeitraum wird die Kapazität der vorhandenen Kläranlage nicht ausreichen, deshalb wird wahrscheinlich der Bau einer neuen modernen Kläranlage nötig. Für die Endaufnahme könnte die Donau zur Verfügung stehen. Zur Erhaltung der guten Wasserqualität des Flusses entsprechend der Wasserrahmen-Richtlinien wird die Errichtung der modernsten Anlage vorgeschlagen.

Neben den kommunalen Abwässern muss auch mit der Entstehung von industriellen Abwässern gerechnet werden. Bei diesen muss die vorherige Behandlung gelöst werden, die Einleitung in den Empfänger darf nur nach den Rechtsvorschriften entsprechender Behandlung geschehen.

Beim Bau der Blöcke ist mit einer wesentlichen Erdaushebung zu rechnen. Auf dem geplanten Standort ist ein großer Teil davon keine Erde, sondern Aufschüttungsmaterial, d.h. Schutt, Inertabfall. Es ist für die den Rechtsvorschriften entsprechende Behandlung und Entsorgung dieser zu sorgen. Neben diesem speziellen, in der Bauphase entstehenden Abfall von großer Menge entsteht in der Bau- und in der Betriebsphase kommunaler, ungefährlicher und gefährlicher Industrieabfall. Die Behandlung, Entsorgung und Lagerung dieser Abfälle ist den Rechtsvorschriften entsprechend durchzuführen. Das heißt, dass auch auf dem neuen Standort die Ausbildung von Sammel-, Behandlungs- und Lagerplätze notwendig ist. Die Abfallsammlung muss selektiv erfolgen.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Wiederverwendung der entstehenden Abfälle und auf die Verringerung der Abfallentstehung zu richten, damit nur eine minimale Abfallmenge gelagert werden muss. Deshalb ist schon bei der Auswahl der Technologien und später der zu nutzenden Materialien die Anwendung von abfallarmen Technologien und wiederverwendbaren Materialien anzustreben.

Die Schaffung von Grünanlagen am neuen Standort ist unverzichtbar, nicht nur wegen dem besseren Umgebungsbild, sondern auch zur Verbesserung des Wohlbefindens der dort Arbeitenden. Weiterhin wird auch an den Grenzen des neuen Standorts die Anlage eines Schutzwaldes vorgeschlagen.

Der geplante Bau kann wegen seiner Größe nicht vollkommen in die Landschaft eingepasst werden. Mit architektonischen Lösungen (Linienführung, Farben usw.) kann er aber harmonischer gestaltet werden, und weniger deplatziert wirken.

Die konventionellen und radiologischen Umweltauswirkungen der neuen Blöcke sind in der Betriebsphase durch ein auszubauenden Emissions- und Umweltkontroll Monitoring-System zu verfolgen. Das Umweltkontroll-System soll ständig Daten über die im Zusammenhang mit dem Betrieb der neuen Blöcke stehenden Zustandsänderungen der Umwelt sichern. Das sichert Möglichkeiten für die Kontrolle der erstellten Umweltmodelle, bzw. der Zuverlässigkeit derer Prognosen, und andererseits sichert es bei eventuelle negativen Auswirkungen oder Zustandsänderungen die Möglichkeit zum schnellen Eingreifen im Interesse der Abwendung oder sogar der Prävention der negativen Prozesse.

2.7. Unsicherheit der angeführten Daten

In der jetzigen Vorbereitungsphase zur Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken stehen noch keine Baupläne zur Verfügung, und die Auswahl des konkreten Blocktyps, bzw. des Lieferanten – unter den fünf in Frage kommenden Blöcken, *Unterabschnitt 2.4.1* – wurde noch nicht getroffen. Alle in der vorliegenden Dokumentation zur vorhergehenden Konsultation gezeigten technischen Lösungen und Daten basieren im Wesentlichen auf den vorläufigen Datenangaben bzw. publizierten Daten der Lieferanten der Kraftwerksanlagen, sowie auf den Referenzdaten von schon gebauten, bzw. sich im Bau befindenden, ähnlichen Blöcken.

Mit dem Voranschreiten des Planungsprozesses, werden im Ergebnis des Lieferantenwettbewerbs in der nächsten Phase des Umweltschutzgenehmigungsverfahrens die hier gezeigten Daten konkretisiert, die Hauptkennziffern der Technologie, bzw. die vorläufig geschätzten Daten der Umweltbelastung können sich nur in geringem Maße ändern.

3. Darstellung der Auswirkungen auf die Umwelt

Grundlegendes Ziel der Prüfung der Umweltauswirkungen ist die vorherige Schätzung der durch die geplante Tätigkeit hervorgerufenen Änderungen in den einzelnen Umweltsystemen/Elementen und deren Einstufung anhand der eintretenden Veränderungen bei den betroffenen endgültigen Wirkungsträgern.

Bei der Umweltverträglichkeitsprüfung ist am wichtigsten die Verfolgung der logischen Kette Umweltfaktor → direkte Auswirkungen → indirekte Auswirkungen, d.h. Wirkungsprozesse → direkt und indirekt Betroffene, d.h. Wirkungsträger → endgültige Wirkungsträger. Zur Durchführung der Auswirkungsschätzung müssen zuerst die Wirkungsfaktoren der geplanten Tätigkeit und die sich daraus ergebenden potentiellen Wirkungsprozesse bestimmt werden. Diese werden deshalb als potentielle Wirkungsprozesse bezeichnet, da in gegenwärtiger Phase noch alle während der Ausführung der Tätigkeit vorstellbaren Wirkungsfaktoren in Betracht gezogen werden. In den späteren Phasen kann man sich in Kenntnis der lokalen Gegebenheiten auf die wirklich auftretende Abläufe konzentrieren.

Eine gut anzuwendende Methode zur Bestimmung der potentiellen Wirkungsprozesse ist die auch bei Wirkungsprüfung von Investitionen genutzte Wirkungsprozess-Abbildung. Die Wirkungsprozess-Abbildung hat einen prinzipiellen Charakter, d.h. dass anhand der vorliegenden Pläne mit der Herausbildung der genannten Umweltprozesse gerechnet werden muss. Der Aufbau der Wirkungsprozess-Abbildung für die Bauphase der neuen Blöcke (*Abb. M-5. im Anhang*) entspricht dem gewöhnlichen Aufbau, so ist in der ersten Spalte das betroffene Umweltelement/System angegeben. In der zweiten Spalte sind die laufende Nummern und in der dritten Spalte die zu erwartenden Wirkungsfaktoren aufgeführt. Der Faktor wird immer bei dem Umweltelement angeführt, auf das er unmittelbar ohne Übertragungen wirkt. Ein Faktor kann natürlich auch gleichzeitig auf mehrere Elemente unmittelbar wirken, jedoch je auf andere Art, deshalb muss er bei allen betroffenen Umweltelementen aufgeführt werden. Die zu erwartenden direkten Auswirkungen sind in der vierten Spalte und die indirekten Auswirkungen in der fünften Spalte aufgeführt. Die Pfeile zeigen das Weiterschreiten der Auswirkungen in Richtung derer, die die Auswirkungen letztlich ertragen, endgültige Wirkungsträger. Das Weiterschreiten kann über mehrere Phasen geschehen, meistens mit ständig sinkendem, selten mit sich verstärkendem Wirkungsgrad. Im Allgemeinen ist die Wirkungsintensität während des Weiterschreitens von abklingender Tendenz. Derjenige, der die Auswirkungen letztendlich erträgt, ist im Allgemeinen der Mensch und/oder das Ökosystem. Dieses wird in der Abbildung gesondert hervorgehoben in der letzten Spalte angeführt, da die sich bei den Umweltelementen/-systemen ergebenden Änderungen im Grunde genommen vom menschlichen Aspekt aus verstanden und bewertet werden können.

Für die Umwelt sind die wichtigsten Wirkungsfaktoren in der Bauphase der neuen Kraftwerksblöcke folgende:

- Bauarbeiten (Staub, Auspuffgase der Baumaschinen und Transportfahrzeuge, Lärm- und Vibrationsbelastung, Störungen, die Personenzahl der Bauarbeiter),
- Beförderung der Bauarbeiter und Baumaterialien zur Baustelle (Staub, Auspuffgase der Baumaschinen und Transportfahrzeuge, Lärm- und Vibrationsbelastung, Störungen, Zustandsverschlechterung der Straßen),
- bedeutende dauerhafte und zeitweilige Flächenbelegung, relativ große Bebauung (urbane Wirkung, Änderung der Untergrundstruktur, Änderung der unterirdischen Wassermenge),
- Ausbildung und Ausbeutung von Rohstoff-Fundstellen,
- Abfallbildung während der Bauarbeiten (kommunaler, ungefährlicher und gefährlicher Industrieabfall),
- Entstehung von kommunalem und Industrie-Abwasser,

- Erscheinen von neuen Bauten auf dem Standort des Kraftwerks und in der Umgebung.

Die Methode zur Schätzung der mit dem Betrieb der neuen Blöcke verbundenen Umweltwirkungsprozesse ist die gleiche wie die für die Bauphase. Zuerst werden die auf die Umwelt wirkenden Faktoren bestimmt und davon ausgehend die potentiellen Wirkungsprozesse mit der Anfertigung eines Wirkungsprozess-Schemas. Die bestimmenden Umweltfaktoren sind folgende:

- radioaktive Emissionen während des Betriebs (in Luft und Wasser),
- Wärmeemission in die Donau (Änderung des Mikroklimas),
- PKW- und Lastverkehr (Luftverunreinigung, Lärm- und Vibrationsbelastung, Störungen),
- radioaktive und konventionelle Abfallentstehung,
- Wasserentnahme (soziale Bedürfnisse),
- Abwasserentstehung und Wasserverunreinigung durch Störfall (Wasserqualitätsänderung des Aufnahmegewässers),
- Vorhandensein von bebauten und befestigten Flächen (Qualitäts- und Quantitätsänderung der unterirdischen und Oberflächengewässer),
- Präsenz des Kraftwerks (Landschaftsbild, Landschaftsstruktur, urbane Wirkung).

Das die Umweltwirkungsprozesse des Kraftwerksbetriebs zusammenfassende Schema (*Abbildung M-6. im Anhang*) zeigt die wesentlichsten mit der Präsenz, dem Betrieb und eventuellen Störfällen des Kraftwerks verbundenen Faktoren, ihre direkten und indirekten Auswirkungen und wie diese voraussichtlich auf den Menschen als letztendlicher Wirkungsträger wirken.

Der Ist-Zustand vor der Errichtung der neuen Blöcke dient als Ausgangsbasis für die Prognose der zu erwartenden Auswirkungen auf die Umwelt. Bei der Prognose der Zustandsänderungen während der Umweltverträglichkeitsprüfung muss die gesamte Lebensdauer untersucht werden, was durch Beschreibung der Tendenzen realisiert werden kann. Als Maßstab für den Betrieb der neuen Blöcke müssen auch die Zusatzbelastungen durch die schon laufenden Blöcke als Ist-Zustand berücksichtigt werden. Die Auswirkungen der am Standort schon betriebenen nuklearen Anlagen auf den Ist-Zustand müssen möglichst gesondert ausgewiesen werden.

Das Kapitel beginnt mit der allgemeinen Vorstellung der geographischen Umgebung, in der die landschaftsgeographische Begrenzung und die neuesten, zur Verfügung stehenden Daten der Aufnahmeumgebung enthalten sind.

Danach folgend beschreiben wir – gesondert für die einzelnen Umweltelemente/-systeme – die zu erwartenden Auswirkungen auf die Umwelt - getrennt nach konventionellen und radiologischen Auswirkungen- verursacht durch den Bau und Betrieb der neuen Blöcke, den gemeinsamen Betrieb der alten und neuen Blöcke (die Wirkungsprozesse sind in *Abbildung M-7. im Anhang* abgebildet), sowie durch mögliche Störfälle und Unfälle.

3.1. Allgemeine Vorstellung der geografischen Umgebung

Der Umkreis von etwa 30 km des Standorts des vorhandenen Kraftwerks und der neuen Kernkraftwerksblöcke ist ein Teil der Makroregion der Tiefebene, und innerhalb der Makroregion vor allem Teil der Mittelregionen Donaugegend-Ebene und Mezöföld. Innerhalb der Donaugegend-Ebene gehören die Mikroregionen Solt-Ebene, Kalocsa-Sárköz und Tolna-Sárköz, und innerhalb der Mittelregion Mezöföld die Mikroregionen Mittel- und Süd-Mezöföld, sowie das Sárvíz-Tal zu diesem Umkreis. Die Ortschaft Paks befindet sich selbst im Nordteil der Mikroregion Süd-Mezöföld. Die betroffenen Mikroregionen mit größter Fläche sind folgende [34]:

- Kalocsa-Sárköz (die Mikroregion befindet sich auf dem Gebiet der Komitaten Tolna und Bács-Kiskun, mit einer Fläche von 992 km², eine Flutebene mit Höhen von 89,4 bis 125,6 m über dem Meerespiegel der Ostsee bei Kronstadt, dem Kronstädter Pegel (BH-Baltische Höhe). Der Nordteil ist ein hohes Überschwemmungsgelände, der Südteil ist ein tiefes Überschwemmungsgelände. Das hohe Überschwemmungsgelände ist vor allem im Nordosten durch flache Sodaerden, der mittlere Teil durch Morast und Flachland des tiefen Überschwemmungsgeländes gegliedert. Der tiefste Teil der Mikroregion ist das lang erstreckende Torfgebiet entlang des Morasts Vörös direkt in der Nähe des Hochufers Kecel-Baja. Das hohe Überschwemmungsgelände (Terrasse Madocsa) auf dem rechten Donauufer, das teilweise mit Treibsand bedeckt ist, überragt als breite und ovale Landzunge über die Umgebung.)
- Tolna-Sárköz (die Mikroregion befindet sich auf dem Gebiet der Komitaten Tolna und Bács-Kiskun, mit einer Fläche von 680 km², eine Flutebene mit Höhen von 88,1 bis 162 m BH. Das Gebiet ist binnenwassergefährlich, die periodisch wasserbelegte Sumpfgelände haben bis Stromregulierung bedeutenden Flächen belegt, von diesen ist der Rest der Gemenc-Wald. Der nördliche Teil ist ein zusammenhängendes tiefes Überschwemmungsgelände, der Südteil ist ein hohes Überschwemmungsgelände, wo sich Terrasseninsel, bzw. Schwemmkegel am westlichen Rand befinden, die von den Bächen der Hügelgebiet Tolna-Baranya angehäuft wurden.)
- Süd-Mezőföld (die Mikroregion befindet sich auf dem Gebiet der Komitate Fejér und Tolna, mit einer Fläche von 503 km², und ist eine mit Treibsand bzw. Löss bedeckte Schwemmkegelebene, mit Höhen von 90 bis 213 m BH. Die Mikroregion ist in West- und Ostrichtung mit einer scharfen orografischen Grenze ⁸ von der Umgebung getrennt. Auf dem Gebiet der Mikroregion können zwei orografische Höhen unterschieden werden, eine gegliederte Ebene mit durchschnittlicher Höhe von 180 bis 200 m BH, diesen Typ umschließt eine leicht gegliederte Ebene mit Treibsandoberfläche in Ringform. Die Oberflächen sind mit halbgebundenen Treibsandformen bedeckt.
- Sárvíz-Tal (die Mikroregion befindet sich auf dem Gebiet der Komitate Fejér und Tolna, mit einer Fläche von 344 km², mit Höhen von 89 bis 161 m BH, und ist ein Terrassenflusstal. Auf der Oberfläche können drei typische Höhen unterschieden werden. Das Sárvíz-Tal ist durch Erosion-Akkumulierung entstanden, so ist die Herausbildung der Oberflächenformen auch damit verbunden. Das Geländere Reliefbild besteht aus Treibsandformen des hohen Überschwemmungsgeländes, und die Terrassen sind mit Erosion-Abrutschformen der Lössen bedeckt.)

3.2. Die Radioaktivität in der Umgebung

3.2.1. Beschreibung des Ist-Zustands

Die laufende Kontrolle des Zustandes der Umgebung ist eine unerlässliche Bedingung bei der Betreibung eines Kernkraftwerks. Bei der Prognose der Auswirkungen der neuen Blöcke dient der Zustand vor der Errichtung als Basiszustand. Zur Charakteristik des Basiszustandes mussten keine neuen Messungen durchgeführt werden, weil die Messungsergebnisse der letzten zehn Jahre (2001-2010) und die diese zusammenfassende Jahresberichte „Strahlenschutzaktivität im Kernkraftwerk Paks“ zur Verfügung standen [35]. Neben den Dosisleistungen der Umgebungsstrahlungen wurde die Aktivität verschiedener Stoffe der Umgebung untersucht.

Bei der Beschreibung des Zustandes der Umgebung hielten wir es für wichtig zu bestimmen, in wie fern die nuklearen Einrichtungen in der Umgebung der geplanten neuen Anlage den

⁸ Orographie: Wissenschaft, die beschreibt den Einfluss des Geländes auf das Wetter.

Ausgangszustand beeinflussen. Dazu nutzen wir, dass vor der Inbetriebnahme des ersten Blocks weitgehende Untersuchungen in Bezug auf die Dosisleistung der Umweltstrahlung, und die Konzentration radioaktiver Isotope in verschiedenen Stoffen – zur Bestimmung sogenannter Grundlevel – gemacht wurden. Zur leichteren Bewertung der Resultate haben wir diese auch mit den Daten des Staatlichen Strahlenschutzüberwachungs-Systems (OKSER) verglichen [36].

Trotz der bei den Messungen benutzten hochempfindlichen Geräte und Methoden, konnten in mehreren Fällen nur Resultate unter der Nachweisgrenze (Ng) ausgewiesen werden. Bei Werten unter der Nachweisgrenze wurde die Nachweisgrenze notiert, und die Bearbeitung erfolgte auch mit diesen Werten.

Die Dispersion der Messungen liegt unter 10%, doch die Unsicherheit ist bei inhomogenen Proben bedeutend höher. Bei der Bildung der Durchschnitte haben wir die Kalkulation der Streuung unterlassen, weil die Werte nicht immer normalverteilt [35] waren, dort haben wir die Minimal- und Maximalwerte angegeben.

3.2.1.1. Dosisleistung der Umgebungsstrahlung

Das Grundniveau der Dosisleistung der Umgebungsstrahlung⁹ haben wir auf Grund der Daten, gemessen von Fernmessgeräten zwischen 2001-2010 bestimmt, die Messungen wurden durch geeichte und typengeprüfte passive (ALNOR, bzw. PorTL Thermolumineszenzdosimeter Systeme) und aktive (BITT RS03/232 Sonde) Strahlendosimeter durchgeführt.

Anhand der mit den passiven Dosimetern durchgeführten Messungen ist die Äquivalentdosisleistung der Umgebung 76 nSv/h. Innerhalb des untersuchten Zeitraums von 10 Jahren war der innerhalb eines Monats gemessene Minimalwert 46 nSv/h, der höchste gemessene Wert 118 nSv/h [35]. Die Werte gemessen mit der BITT Sonde stimmen gut mit den Daten des TL Dosimeters überein: die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung ist 77 nSv/h, das gemessene Minimum in einem Monat ist 58 nSv/h, das Maximum 109 nSv/h.

Die Ergebnisse stimmen mit den Landeswerten überein, sowie auch mit dem aus den Messungen von 23 Stationen zwischen 1980–1982 im Umkreis von 30 km festgestellten 67 ± 8 nGy/h Wert [37]. Die Schwankungen der Werte ist durch den Bodentyp, die Menge der natürlichen radioaktiven Isotope im Boden, sowie durch Wetterveränderungen bedingt.

3.2.1.2. Ergebnisse der In-situ-Gammaspektrometrie Messungen

Die lokalen (in-situ) Gammaspektrometrie Untersuchungen geschahen mit tragbaren Halbleiterdetektor Messgeräten in der Nähe der Fernmessgeräte und der Musterentnahmestellen.

Laut den In-situ Gammaspektrometrie Messungen der oberen Schicht des Bodens kann man sagen, dass in den Spektren, neben den natürlichen radioaktiven Isotopen (⁴⁰K, bzw. Glieder der Uran- und Thorium reihe) auch ¹³⁷Cs gut messbar ist, das von Atomexplosionen in der Atmosphäre, und aus Tschernobyl stammt. Die Daten der letzten 10 Jahre (Durchschnitt, Minimum, Maximum) sind in der *Tabelle 3.2.1.2*-dargestellt. [35].

⁹ Bei der Messung der Umgebungsstrahlung wird diese als Summe der Gamma-Strahlung der Umgebung und der kosmischen Strahlung bestimmt. In der Studie übernahmen wir den, in den Literaturquellen genutzten Ausdruck Gamma-Strahlung, betonen aber, dass diese auch die kosmische Strahlung enthält. Da diese im Grunde genommen konstant ist, spielt sie bei Vergleichen keine Rolle.

Tabelle 3.2.1.2-1.: Radioaktive Konzentration der oberen Bodenschichten in der Umgebung von Typ A Messstationen anhand in-situ Gamm-spektrometrie Messungen zwischen 2001 und 2010 [35]

Aktivitätskonzentration aufgrund der in-situ gammaspektrometrischen Messungen	Durchschnittswerte (min-max) [Bq/kg]
⁴⁰ K	240 (182–348)
¹³⁷ Cs	3,7 (0,49–13,3)
U-Reihe	17,7 (8,0–31,0)
Th-Reihe	14,9 (8,4–26,6)

3.2.1.3. Aktivitätskonzentration in der Luft

Zur Analyse wurden die Daten der Messungen zwischen 2001-2010 benutzt. Es werden ungefähr 500 Proben im Jahr analysiert, die Nachweisgrenze bei den Isotopen liegt zwischen 10^{-5} – 10^{-6} Bq/m³.

Aufgrund der Ergebnisse der großvolumigen Aerosol Proben und Fall-out Proben kann festgestellt werden, dass die Aktivitätskonzentration der einzelnen Isotopen nur in weniger als 1% aller Proben die Nachweisgrenze erreichte, die Ergebnisse sind ähnlich wie die Landesergebnisse, [36], [38], die gemessenen Isotopen stammen wahrscheinlich aus globalem Ausfall.

Die ¹⁴C Aktivitätskonzentration der Luft wird monatlich festgelegt, der Durchschnittswert beträgt 43 mBq/m³.

3.2.1.4. Aktivität der Boden- und Grasproben

In dem Zeitraum zwischen 2001 und 2010 wurden regelmäßig Boden- bzw. Grasproben genommen. Es wurde mit Gamma-Spektrometrie-Untersuchungen der ⁷Be, ⁴⁰K, ⁶⁰Co, ^{110m}Ag, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs Inhalt und die Aktivität der Uran- und Thorium –Reihe festgestellt, weiterhin wurde auch der ⁹⁰Sr Inhalt der Proben gemessen.

Die Werte zeigen die für Sandböden allgemein übliche kleine Aktivitätskonzentration und stimmen gut mit dem Landesdurchschnitt [36] und den Werten des in den achtziger Jahren gemessenen Grundlevel [39] überein.

3.2.1.5. Konzentration von radioaktiven Isotopen in Oberflächengewässern

In der Umgebung der in Betrieb stehenden Blöcke werden regelmäßig Wasserproben entnommen. Das Ziel ist es in erster Linie die in die Umgebung hinaus gelangten radioaktiven Isotope zu detektieren, die Belastung zu ermitteln, die Messergebnisse dienen aber auch zur Beurteilung des Zustandes der Umgebung.

Die typische Gesamt-Beta Aktivitätskonzentration der Wasserproben liegt zwischen 0,06–0,55 Bq/dm³. Die gemessenen Aktivitätskonzentrationen sind im Wesentlichen natürlicher Herkunft (die Hälfte der Aktivität stammt vom ⁴⁰K Isotop. Künstliche Isotopen konnten nur einige Male und in kleiner Aktivitätskonzentration (¹³⁷Cs und ⁶⁰Co, 10–20 mBq/dm³) nachgewiesen werden.

Die Werte liegen im Bereich der Gesamt-Beta Aktivitätskonzentration für natürliche Oberflächengewässer und dem zu Anfang der 1980-er Jahre gemessenen Grundwert.

Die Tritium Aktivitätskonzentration der im Jahr 70-mal am Standort, und in der Umgebung

entnommenen Wasserproben war in den einzelnen Jahren außer in einigen Fällen unter 3,5–10 Bq/dm³, die höheren Werte lagen im Intervall 15–22 Bq/dm³.

Die gemessenen Werte sind höchstens zwei-dreimal so hoch, wie die Aktivitätskonzentration in natürlichen Oberflächengewässern [36]), und sind kleiner als der Wert, den man bei der Null-Level Ausmessung bei Paks bekam.

3.2.1.6. Aktivität der Schlammproben von Oberflächengewässern

Es wurden regelmäßig Schlammproben aus den Betten von Oberflächengewässern (Donau, Angelteich, Fischzuchtteich) genommen. In fast allen aus der Donau entnommenen Schlammproben konnten außer den natürlichen Isotopen ¹³⁷Cs und ⁹⁰Sr Isotope nachgewiesen werden. In den Schlammproben der Fischteiche konnten in geringer Menge ¹³⁷C, wahrscheinlich aus Tschernobyl, gemessen werden. Die durchschnittliche ⁹⁰Sr Aktivitätskonzentration der Schlammproben beträgt 0,3–0,5 Bq/kg, dieser Wert ist dem Null-level nah. Einige Male konnten an einer Musterentnahmestelle der Donau künstliche ¹³¹I Isotope nahe der Nachweisgrenze gemessen werden, deshalb wurden weitere Probenahmen und Untersuchungen vorgenommen. Durch detaillierte Untersuchungen konnte auf eine Verschmutzung der Donau gefolgert werden. Die gemessenen künstlichen Radionuklide haben keine Verbindung zum Betrieb des Kernkraftwerks, die mit langer Halbwertszeit stammen aus Tschernobyl, die ¹³¹I mit kurzer Halbwertszeit wahrscheinlich aus medizinischen Therapien.

3.2.1.7. Radioaktive Konzentration von Fischproben

Aus den Fischteichen, die neben dem Atomkraftwerk liegen, und vom „Fischerverein von Paks“ betreibt werden, werden alle drei Monate Fischproben genommen. Zwischen 2001 und 2010 konnte man, bei einer Nachweisgrenze von 0,5 Bq/kg in keiner der Proben künstliche radioaktive Isotope messen. Die „Sauberkeit“ der Fische steht im Einklang mit dem Fakt, dass weder das Wasser der Teiche, noch der Schlamm radioaktive Isotope beinhalten.

Die Konzentration der künstlichen Radionuklide in den Fischen, die unterhalb des Kraftwerks gefangen wurden, ist sehr klein, meistens unter der Nachweisgrenze. Zwischen 2005 und 2010 war die größte gemessene ¹³⁷Cs Aktivitätskonzentration 1,3 Bq/kg, die größte ⁹⁰Sr Aktivitätskonzentration 0,99 Bq/kg. Die Gesamt-Beta Aktivität beträgt ca. 50–60 Bq/kg, dessen Großteil von dem ⁴⁰K Isotop stammt. [36]

3.2.1.8. Die Aktivität des Grundwassers

Der Zustand des Grundwassers im Gelände des Kraftwerks, und in der Umgebung lässt sich zum einen aus Proben, die noch vor der Erbauung genommen wurden, zum anderen aus den Untersuchungen von Beobachtungsbrunnen, die ausgesprochen zur Analyse von Grundwasser errichtet wurden, Schlussfolgern.

Obwohl am Betriebsgebiet des Kraftwerks, vor allem um und unter dem Hauptgebäude und den Nebengebäuden seit Mitte der achtziger Jahre Tritium von technologischem Ursprung nachgewiesen werden kann, sind dessen Auswirkungen nur auf einem kleinen Gebiet spürbar, und haben kaum spürbare Konsequenzen für den neuen Standort. [40] [41] In Folge der Reparaturarbeiten, die bis 1998 durchgeführt wurden, ist eine signifikante Verringerung der Konzentration des Tritiums in den Brunnen zu bemerken. Daraus kann man folgern, dass das mit Tritium verseuchte Wasser von technologischem Ursprung nicht mehr ins Grundwasser gelangt.

Bei einigen Brunnen übersteigt die ¹⁴C Aktivitätskonzentration den natürlichen Hintergrundwert, was auf Kraftwerksherkunft deutet, doch dies bedeutet eine noch kleinere Umweltbelastung, als die des Tritiums.

3.2.1.9. Radioaktive Konzentration von Milchproben

Die Milchproben werden monatlich abwechselnd von der Milchwirtschaft in Dunaszentgyörgy und in Gerjen, südlich des Kraftwerks gekauft, und mit einem Halbleiterdetektor Gamma-Spektrometer untersucht. Bei einer Nachweisgrenze von $0,5 \text{ Bq/dm}^3$ findet man in den Proben keine Radioisotope, weder von Tschernobyl, noch von dem Kraftwerk. Die Isotope $^{110\text{m}}\text{Ag}$ und ^{137}Cs liegen beide unter der Nachweisgrenze, die Konzentration von ^{40}K liegt auf Grund der vorhandenen Daten zwischen 40 Bq/dm^3 und 60 Bq/dm^3 , bei einem Durchschnitt von $51,1 \text{ Bq/dm}^3$, der dem Landeswert entspricht.

3.2.1.10. Radiologische Kontrolle der Umgebung

Bei der Verwendung der Kernenergie schreibt die Verordnung des Umweltschutzministeriums 15/2001. (VI. 6.) über die radioaktiven Emissionen in die Atmosphäre und ins Wasser, und über die Kontrolle der Emissionen vor, dass das Kernkraftwerk Paks das Niveau der Radioaktivität der Umwelt in Zusammenhang der Emissionen des Kraftwerks wie in der Atmosphäre, so auch im Wasser kontrollieren muss.

Das Monitoring-System hat für jeden Betriebszustand des Kraftwerks eine entsprechende Anzahl und entsprechend zuverlässige Daten für die Beurteilung des Umweltzustandes, eventuell für das Eingreifen der nötigen Maßnahmen zu liefern. Die Hauptbereiche der Kontrolle sind folgende:

- Messung der Emissionen in die Atmosphäre und ins Wasser im Schornstein, bzw. in den Sammelbehältern der Abwässer, sowie in den Abflusskanälen,
- Messung der hydrologischen Parameter der Donau,
- Messung der radioaktiven Konzentration der Luft, des Ausfalls, des Bodens und der natürlichen Pflanzendecke (Gras) in der Umwelt,
- Messung der Aktivität von den unterschiedlichen Proben der Oberflächengewässer (Donau, Fischteiche), sowie der Sammelkanäle vom Regenwasser (Wasser, Schlamm, Fisch),
- Messung der Aktivitätskonzentration von den Proben der einzelnen Nahrungsmittel (Milch),
- Messung der Dosis und der Dosisleistung der Gammastrahlung in der Umwelt.

Die Kontrolle erfolgt auf zwei Ebenen, teilweise durch Fernmess-Systeme, teilweise durch Probenahme und Laboruntersuchungen. Jährlich werden im Durchschnitt etwa 4000 Proben analysiert. Die Fernmess-Systeme liefern on-line Daten, im Allgemeinen mit Messung aller Strahlungen.

Die Aufgabe der Messstationen besteht in dem Nachweis, dass keine Radionuklide in relevanter Menge aus dem Kraftwerk in die Atmosphäre austreten. Im Störfall ist die wichtigste Aufgabe, dass die Stationen auch in solchem Fall kontinuierlich über die wichtigsten Komponente der Strahlungen in der Umwelt Daten zu liefern, wenn die Emission nicht durch den Schornstein erfolgt. Diese Informationen sollen dazu geeignet sein, um die Maßnahmen für den Schutz der Bevölkerung der Umgebung begründen zu können.

In einem Umkreis des Kraftwerks von 1 bis 1,5 km wurden Stationen des Typs „A“ für Messungen und Probenahmen mit folgenden Funktionen errichtet:

- Messung der Dosisleistung von der Gammastrahlung,
- Messung der gesamten Betaaktivitätskonzentration der Aerosole,
- Messung der elementaren Phase, oder der elementaren und organischen Phase vom radioaktiven Jod,

- Probenahmen von den Aerosolen und vom Jod für die Labormessungen.

Analog mit den Stationen des Typs „A“ wurde die sogenannte Kontrollstation (B24) in Dunaföldvár errichtet.

Zwecks einer besseren Gebietsabdeckung wurden in Rahmen einer Rekonstruktion zwischen die Stationen des Typs „A“ weitere 11 Stationen des Typs „G“ für die Messung der Gammadosisleistung errichtet.

Die Anzeigen der Detektoren der Fernmessungen werden mit Laborprüfungen der Proben, die an den Stellen der Emissionen, sowie in den unterschiedlichen Punkten der Umgebung, an den Umweltkontrollstationen und an sonstigen Stellen genommen werden, ergänzt. Diese Prüfungen haben eine recht hohe Empfindlichkeit, und können für alle Radionuklide verwendet werden.

An den Stationen des Typs „A“ werden Proben von den Aerosolen und vom Jod, vom Ausfall, vom Boden und Gras zwecks Durchführung von hochempfindlichen nuklidspezifischen Laborprüfungen genommen. An 5 Stationen werden auch Probenahmen für Luft, Tritium (in Form von Wasserstoff-Gas – HAT und Wasserdampf - HTO), CO₂, C_nH_m durchgeführt.

Aus den Oberflächengewässern um das Kraftwerk (Donau, Fischteiche, Gürtelkanal) werden nuklidspezifische Prüfungen der Wasser-, Schlamm- und Fischproben durchgeführt. Zwecks Kontrolle der radioaktiven Verschmutzung des Grundwassers werden aus 40 Brunnen des Betriebsgeländes ³H Messungen durchgeführt. Aus 20 Brunnen werden gammastrahlende Nuklide und ¹⁴C Isotope mit Hilfe von automatischen Probenahmen bestimmt.

Parallel mit den Messungen des Kernkraftwerks läuft das behördliche Strahlenschutzkontrollsystem (HAKSER), das durch die Organe der Behörden und radiologische Laboratorien für die Strahlenschutzkontrolle der Umwelt des Kraftwerks betrieben wird. Jährlich werden etwa 2000 bis 3000 Proben analysiert. In Rahmen der behördlichen Kontrolle werden neben den Untersuchungen der Emissionen in die Atmosphäre und ins Wasser auch Laborprüfungen mit Probenahmen durchgeführt, bei denen werden die Proben des Donauwassers, der Schlämme, des Bodens, der Pflanzen, sowie Milchproben analysiert.

3.2.2. Die radiologischen Wirkungen des Betriebs der neuen Blöcke

Die drei Hauptquellen für die aus dem Betrieb der Kernkraftwerksblöcke entstehende Strahlenbelastung der Bevölkerung sind:

- direkte und diffuse Strahlung aus dem Kraftwerk,
- atmosphärische Emissionen (äußere Strahlenbelastung, innere Strahlenbelastung durch Einatmung, Bodenverunreinigung, Wirkungen der Nahrungskette des Festlands),
- flüssige Emissionen (Trinkwasser, Fischkonsumierung, Nutzung der Umgebung der Donau).

Die kritische Bevölkerungsgruppe (Referenzgruppe¹⁰) ist eine Gruppe in der Umgebung des Kraftwerks, die wegen der Lage, dem Alterszusammensetzung, dem Konsum und andere Faktoren (z.B. Lebensführung) der meisten Strahlenbelastung ausgesetzt ist. Für die Definierung der Referenzgruppe wurden die für die Umgebung der Blöcke gültigen meteorologischen, hydrologischen, demografischen, landwirtschaftlichen, Konsumierungs- und Lebensführungsdaten genutzt.

¹⁰ In den letzten Jahren wurde in den internationalen Empfehlungen der Begriff „Kritische Gruppe“ durch den Begriff „repräsentative (Referenz)Person abgelöst, „... eine solche Person, deren Dosis für die, die höchste Strahlenbelastung erhaltene Individuen charakteristisch ist...“ Da sich die Dosisfaktoren, die Kennziffern von Konsum und Lebensweise wahrscheinlich nicht von denen der bisher angewandten Kritischen Gruppe unterscheiden werden, so bedeutet das bei den praktischen Berechnungen keine Änderung.

Eine solche Gruppe kann auch in der Hinsicht hypothetisch sein, dass die die einzelnen Besonderheiten verschiedener Gruppen im Interesse der Sicherung des Konservatismus der Vermutungen vereint werden. Die Berechnungen wurden – ähnlich wie bei den gegenwärtigen Blöcken - für 1–2 Jahre alten Kinder und Erwachsene - durchgeführt.

Im Einklang mit den vorherigen Analysen [42], [43] ist in Bezug auf die Emissionen in die Atmosphäre, sowie auf direkte und diffuse Gammastrahlung und Neutronenstrahlung eine Gruppe von 1-2 Jahren alten, in Csámpa wohnenden Kindern als Referenzgruppe, bzw. Referenzperson zu betrachten. Anhand der in der Studie [42] detailliert beschriebenen Analyse kann diese Gruppe die größten Dosisfolgen in Folge der Emissionen der Blöcke erhalten. Als Gruppe, die infolge flüssiger Emissionen den größten Dosisfolgen ausgesetzt, ist die erwachsene Bevölkerung der Gemeinde Gerjen neben der Donau zu betrachten.

Im Interesse der konservativen Annäherung wurden die Gruppe aus Csámpa und die Gruppe aus Gerjen „vereint“, die Summe der Dosisbelastung der beiden „Referenzpersonen“ wurde zugrunde gelegt.

3.2.2.1. Die Wirkungen von direkter und diffuser Strahlung

Auf Grund der EUR [44] ist der Zielwert von direkter Strahlung auf die Bevölkerung 0,1 mSv/Jahr (100 μ Sv/Jahr), unabhängig von der Leistung der Blöcke. Das stimmt praktisch mit den behördlichen Dosisbegrenzungen¹¹ überein. Für die Dosis der Bevölkerung ausgelöst von direkter Strahlung der Reaktorblöcke stehen nur wenige, in den meisten Fällen nur mit Konservatismus geschätzte Daten für die einzelnen Blocktypen zur Verfügung.

Im Falle des AP1000 Blockes wurde die Belastung der repräsentativen Gruppe durch direkte und diffuse Strahlung mit dem Wert 4 μ Sv/Jahr angegeben, als höchste, stark konservative Grenze.

Aufgrund der angegebenen Dosisleistung von 0,2 pSv/h in einer Entfernung von 1000 m ist die jährliche Strahlenbelastung bei EPR Blöcken kleiner als 2 nSv.

Bei dem APR1400 Block ist 50 μ Sv/Jahr als obere Grenze bei 700 m Entfernung angegeben. Dies ist kein berechneter oder gemessener Wert, deshalb würde die Annahme dieses Wertes im Falle der heimischen, wesentlich weiter weg lebenden repräsentativen Gruppe (Csámpa, 1300 m) einen übertriebenen Konservatismus bedeuten. Nach Korrektur der Daten mit den entfernungsabhängigen Daten für den EPR Block ergibt sich eine äußere Strahlenbelastung von 0,5 μ Sv/Jahr in 1300 m Entfernung.

Bei Betrachtung des angegebenen Wertes des AP1000 Blocks bei 100 m (auch bei Berücksichtigung des APR1400 Typs) als besonders konservative Stufe kann festgestellt werden, dass die Strahlenbelastung der nächstgelegenen heimischen Bevölkerungsgruppe (Csámpa, 1300 m) sicherlich unter diesem Wert (4 μ Sv/Jahr) bleibt. [42]

3.2.2.2. Einschätzung der voraussichtlichen Radionuklid-Emission der neuen Blöcke

Das EUR Dokument legt Anforderungen und Zielwerte in Bezug auf Emissionen von Kernkraftwerken bei Normalbetrieb, Auslegungsereignissen und Unfällen fest [44]. Den Anforderungen nach darf bei Normalbetrieb die flüssige Emission (außer Tritium) nicht grösser sein als 10 GBq pro Jahr, die jährliche atmosphärische Emission von Edelgasen insgesamt maximal 50 TBq, von Halogenen und Aerosolen zusammen maximal 1 GBq sein.

¹¹ Die Dosisbegrenzung ist die planmäßige auf die Quelle bezogene Verschärfung einer aus einer bestimmten Quelle stammenden, möglichen Personendosis, die in der Strahlenschutz-Planphase zur Optimierung verwendet wird. Ihr Wert wird vom Amtsärztlichen Büro des Staatlichen Volksgesundheits- und Amtsarztendienstes (ÁNTSZ OTH) festgelegt.

Die obigen EUR Werte beziehen sich auf Blöcke mit einer elektrischen Leistung von 1500 MW. Falls die Leistung des Blockes kleiner ist, sind die Werte proportional zur Leistung kleiner.

Darüber hinaus, dass diese Werte nicht überstiegen werden dürfen, ist eine weitere Anforderung, dass sie nach dem ALARA¹²Prinzip („As Low As Reasonably Achievable“) möglichst klein gehalten werden müssen.

Die flüssigen und atmosphärischen Ausstöße bei Normalbetrieb für die einzelnen Blöcke enthält die Studie für die Begründung der Dosisbegrenzung [42]. Die flüssigen Emissionen erfassen nicht die Radionuklide mit einer Halbwertszeit von einer Stunde, oder kleiner, weil deren Belastung für die Bevölkerung – in Betracht der möglichen Abwasserpfade - unwesentlich klein ist.

Die Ausstöße von zu erwartenden Betriebsereignissen (Auslegungsereignisse), dessen Häufigkeit den Wert 10^{-2} /Jahr überschreitet, sind ebenfalls in der Studie enthalten [44]. Emissionen über dem Wert des Normalbetriebs können nur durch atmosphärische Ausstöße vorkommen, flüssige Emissionen über den Normalwert sind nicht zu erwarten. Die Verunreinigung von Oberflächengewässern, in diesem Fall der Donau, kann theoretisch in folgenden Fällen vorkommen:

- a) direkte Verschmutzung des Wassers,
- b) indirekte Verschmutzung des Wassers über das Grundwasser,
- c) indirekte Verschmutzung des Wassers durch Emission in die Luft und Entladung auf die Oberfläche, bzw. Auswaschung vom Boden.

Nachdem die Konstruktion aller Blocktypen eine kontrollierte, den Grenzwerten entsprechende flüssigen Freisetzung bei den allen Auslegungsereignissen sichert, kann man erfahrungsgemäß eine direkte, unkontrollierte Verschmutzung von Oberflächengewässern ausschließen. In der Beschreibung von Auslegungsereignissen der einzelnen Typen gibt es keine Deutung auf Verschmutzung des Grundwassers, deshalb können wir auch diesen Pfad bei der jetzigen Phase der Planung ausschließen. Die indirekte Verschmutzung des Wassers, durch gasförmige Freisetzungen aufgrund geplanter Auslegungsereignisse und Entladung auf die Oberfläche, bzw. Auswaschung aus dem Boden“ bedeutet keinen bedeutenden Zusatz zu den atmosphärischen Komponente [42].

Zusammenfassend kann man also behaupten, dass kein solcher Auslegungsstörfall vorausgesetzt werden kann, bei dem die flüssige Freisetzung nicht im normalen Betriebs-Begrenzungs-System behandelt werden könnte. [42]

3.2.2.3. Strahlenbelastung der Bevölkerung infolge der neuen Blöcke

Wir haben die Bestimmung der Strahlenbelastung durch atmosphärische und flüssige Emissionen bei Normalbetrieb für die fünf Blocktypen durchgeführt. Da entsprechend der internationalen und einheimischen Strahlenschutzvorschriften die Strahlungsfolgen von Auslegungsereignissen den Wert der Dosisbegrenzung nicht überschreiten dürfen, haben wir auch die Freisetzungen von Auslegungsereignissen untersucht. Den Dosisanteil der Freisetzungen haben wir mit Hilfe international anerkannter Modelle bestimmt: bei Normalbetrieb wurde das Programm PCCREAM [45], bei Auslegungsereignissen das Programm PCCOSYMA [46] benutzt.

Der Emissionspunkt wurde in der Mitte des Betriebsgeländes angenommen, die Höhe der Freisetzung wurde typisch für die einzelnen Blöcke bestimmt: bei MIR.1200 und ATMEA1 100 m, bei EPR, AP1000, APR1400 60 m. Für die Meteorologie haben wir Werte einer Zeitdauer von 10 Jahren (2000–2009) in Betracht gezogen. Bei der Rauheit der Oberfläche, die die Verbreitung beeinflusst, haben wir mit Werten typisch für Landwirtschaftliche Gebiete gerechnet.

Die folgenden Strahlungspfade wurden betrachtet:

- äußere Strahlung stammend von Radionukliden in Wolken und im Boden,
- innere Strahlenbelastung durch Einatmung,
- innere Strahlenbelastung durch Verzehr von Lebensmittel.

¹² „As Low As Reasonably Achievable“ d.h. so niedrig, wie vernünftigerweise erreichbar.

Bei der äußeren Strahlenbelastung haben wir einen integrierten Wert von einem Jahr, bei der inneren die Folgedosis der Exposition von einem Jahr bestimmt. Die Berechnungen führten wir für Kinder im Alter von 1-2 Jahren und für Erwachsene aus. Wir setzten voraus, dass 90% der Zeit im Inneren des Gebäudes verbracht wird, der Abschirmfaktor beträgt 0,2 für die Wolkendosis, 0,1 für die Bodendosis. Als eine konservative Näherung haben wir angenommen, dass die Bevölkerung voll und ganz Lebensmittel aus der gegebenen Zone und Entfernung verzehrt. Im Falle des altersabhängigen Verzehrs haben wir Daten vom Komitat Tolna stammend aus einer Umfrage aus Bátaapáti benutzt, die auch in der Umgebung des Standortes als geltend betrachtet werden können.

Anhand der Berechnungen für die *Emissionen in die Luft bei normalem Betrieb* ist festzustellen dass:

- die größte Strahlungsbelastung aus Emissionen bei Normalbetrieb 2,0 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ ist,
- die Strahlenbelastung der 1 Jahr alten Kinder 50% höher ist, als die der Erwachsenen,
- den Wohnorten nach die höchste Dosis die Einwohner von Csámpa erhalten,
- die meteorologischen Charakteristiken des Jahres 2003 maximale Strahlenbelastungswerte ergaben,
- die höchste Bevölkerungsbelastung die normalen Betriebs-Emissionen des Block EPR, die niedrigsten die des Blocks ATMEA 1 ergaben.

Bei allen Blocktypen bewirkten die gleichen drei Radionuklide einen Dosisanteil von mehr als 1%, und in allen Fällen war ^{14}C das bestimmende Nuklid. Das ist dem zu verdanken, dass durch fehlende Informationen zur chemischen Form die Berechnungen auf konservative Weise insgesamt die Form CO_2 voraussetzten. [38].

Für die Strahlungspfade ist der Verzehr von Nahrungsmittel bestimmend, die innere Strahlungsbelastung durch Einatmen liegt kaum über 1%, auch der Anteil der äußeren Strahlenbelastung ist unwesentlich.

Während der PCCOSYMA Berechnungen für die atmosphärischen Emissionen haben wir neutrale (Pasquill „D“) atmosphärische Stabilität angenommen (5 m/s Windgeschwindigkeit, trockenes Wetter), weil für die Region diese Kategorie am meisten typisch ist. Zugleich haben wir auch für die Kategorie Pasquill „F“ Berechnungen angefertigt. Für die Zeitdauer der Emission (0,5 h) haben wir die meteorologischen Bedingungen als konstant betrachtet, die Berechnungen wurden für das am nächsten gelegene Wohngebiet, Csámpa ausgeführt. Wir haben den Wert von Wolkendosis, Bodendosis und Inhalationsdosis für einen Jahr nach dem Ereignis bestimmt, bei der Berechnung der Folgedosis haben wir eine Exposition von einjährigem Lebensmittelverbrauch betrachtet.

Bei der Berechnung der Strahlenbelastung durch die Nahrungskette haben wir auf konservative Art nicht mit äußeren Produkten gerechnet. Wir haben angenommen, dass die Lebensmittel innerhalb eines symmetrischen, 5 km^2 großen Kreises erzeugt wurden.

Aufgrund der Ergebnisse kann man feststellen, dass bei einem Auslegungsereignis die größte Strahlenbelastung an die Bevölkerung die atmosphärische Emission des AP1000 Blocks bedeutet ($14 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$), die kleinste der ATMEA1 Block ($0,71 \text{ nSv}/\text{Jahr}$). Bei den atmosphärischen Emissionen der Auslegungsereignisse erleiden die Erwachsenen eine größere Strahlenbelastung, der größte Dosisanteil wird durch die Isotopen ^{134}Cs und ^{137}Cs verursacht.

Zur Bestimmung der Strahlenbelastung aus *flüssigen Emissionen* nutzten wir das auf der Ausgabe 19 der Safety Reports Series der IAEA [47] basierende Modell und zogen in Betracht, dass die seitliche Vermischung – selbst in großer Entfernung vom Einlaufpunkt – nur teilweise geschieht. Bei den Berechnungen vernachlässigten wir die aktivitätssenkende Wirkung der Sedimentation[47], und rechneten mit folgenden Strahlungspfaden:

- äußere Strahlenbelastung durch verschmutztes Wasser und durch verschmutzte Flussufer, durch bewässerten Boden,
- innere Strahlenbelastung durch Trinkwasser, Fisch und bewässerte Pflanzen, und durch Verzehr von tierischen Lebensmitteln, die mit bewässerten Pflanzen gefüttert wurden.

Die Strahlenbelastungen wurden bei äußeren Belastungen auf ein Jahr integriert, bei inneren Belastungen wurden Folgedosen von einer Exposition von einem Jahr berechnet. Die Rechnungen haben wir für die erste Siedlung am rechten Ufer (Gerjen, 10 km) für einjährige und erwachsene Bewohner durchgeführt.

Anhand der Analysen kann Folgendes festgestellt werden.

- Beim Block APR1400 ist der Anteil der Isotopen ^{106}Ru , ^{134}Cs und ^{137}Cs dominant, bei allen anderen Blocktypen die Isotopen ^3H und ^{14}C . Darüber hinaus haben nur die Isotopen ^{60}Co , ^{63}Ni , ^{131}I einen Anteil von etwa 1%, bzw. etwas darüber an der Strahlung.
- Ähnlich wie bei den atmosphärischen Emissionen des Normalbetriebes, ist die innere Strahlung die bestimmende.
- Wegen Mangel an zur Verfügung stehenden Informationen ist der Vergleich der Gesamtdosen nicht real, aber anhand der übergebenden Parameter wird durch die flüssigen Freisetzungen des EPR die größte Strahlungsbelastung der Bevölkerung verursacht (4,4 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$).

Die Behandlung von flüssigen Emissionen aufgrund des Eintretens von Auslegungsereignissen kann voraussichtlich den bisherigen Erfahrungen und den übergebenen Daten nach innerhalb des normalen Betrieb-Begrenzungs-systems geschehen.

Anhand der durchgeführten Untersuchungen liegt die Auswirkung der Emissionen eines Blockes bei Normalbetrieb nicht über 6 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$, nach Summierung mit dem Beitrag von direkter und diffuser Strahlung (4 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$), ergibt sich 10 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$. Wenn wir annehmen, dass auch ein Auslegungsereignis auftritt, erhöht sich der Dosisbeitrag, bei ungünstigsten Wetterbedingungen um 14 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$, das bedeutet 24 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ für einen Block. Demzufolge ist der Dosisbeitrag von 2 Blöcken – für jeden Block auch die Auswirkungen eines Auslegungsereignisses angenommen – höchstens 48 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$.

3.2.2.4. *Strahlenbelastung der Flora und Fauna*

Das sechste Rahmenprogramm für Forschungsunterstützung der Europäischen Union beinhaltet auch das ERICA (Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management) Projekt. Mit dem Programm [48], das mit Hilfe dieses Projektes zustande kam, ist es möglich die potentielle Strahlenbelastung der Pflanzenwelt und der Tierwelt (Ökosystem) in der Nähe einer geplanten Einrichtung und das Risiko für besonders empfindliche Arten festzustellen Die wichtigsten Feststellungen des ERICA Projektes sind:

- Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Natur von festländischen- und Meeres- und Süßwasserökosystemen in Bezug auf die Strahlungsempfindlichkeit von laufenden Emissionen.
- Für die Lebenswelt der untersuchten Ökosysteme gibt es ein Dosiskriterium; wenn die Strahlenbelastung durch eine untersuchte Anlage diesen Wert nicht überschreitet, dann kann das ökologische Risiko vernachlässigt werden. [49]

Für die biologische Dosis (D_b) der Pflanzen- und Tierwelt ist der ausschließlich auf die Menschen bezogene Begriff Äquivalentdosis nicht anzuwenden. Darum wird international, in Folge des Antrags der (ICRP)¹³ (International Commission on Radiological Protection) die folgende Formel für die Dosisberechnung angewendet:

$$D_b = \sum_R D \times w'_R \quad (3.2.2.4-1)$$

¹³ Internationale Strahlenschutzkommission

In der Gleichung (3.2.2.4-1) steht R für den Strahlungstyp, w'_R ist der Gefährlichkeitsfaktor der Strahlung von Typ R. Dessen Wert ist für α -Strahlung 10, für weiche β -Strahlung 3, für Mittel- und Großenergie β -Strahlung und für γ -Strahlung 1.

Im Rahmen des ERICA Programmes entstand die FREDERICA [50] Datenbank, die zahlreiche Tier- und Pflanzenarten, sowie die für diese Organismen die größte spezifische Dosis verursachenden Radionuklide enthält.

Basis der Rechnungen ist die Definition der PNEDR („Predicted No-Effect Dose Rate“ = Dosisrate, bei der voraussichtlich absolut keine Wirkung auftritt [$\mu\text{Gy/h}$]), dadurch wird der EMCL (Environment Media Concentration Limit = Limit der Medienkonzentration der Umwelt) Wert bestimmt. Die EMCL Werte können in Bezug auf die ausgestoßenen Radionuklide und auf die vier „Umweltelemente“ (Wasser, Ablagerungen, Boden, Luft) verschiedene Werte betragen.

Das ERICA Programm ist staffelweise aufgebaut, die Ausführlichkeit und Kompliziertheit der drei Stufen (Tier 1, 2 und 3) wird immer höher. In der heutigen Phase unserer Arbeit haben wir gemäß der zur Verfügung stehenden Daten die erste Stufe (Tier 1) des Programms durchgeführt. Die Rechnungen wurden für Exemplare der Pflanzen- und Tierwelt in der Nähe des Zaunes des Standorts bei atmosphärischen radioaktiven Ausstößen durchgeführt.

Auch mit den höchsten Freisetzungsdaten der fünf Blöcke ergab die erste, besonders konservative Stufe des Programms einen Risikofaktor unter 1. Die Summe blieb auch bei der Annahme von zwei Blöcken mit mehreren Größenordnungen unter 1.

3.2.3. Die gemeinsame radiologische Auswirkung der nuklearen Anlagen am Standort

Bei der Bewertung der neuen radiologischen Lage der Umwelt durch die Inbetriebnahme der neuen Blöcke muss man bei einer konservativen Annäherung davon ausgehen, dass für einige Zeit die bestehenden vier VVER-440 Blöcke mit verlängerter Betriebszeit, das neue Kraftwerk mit maximal zwei Blöcken, und die Zwischenlager zusammen in Betrieb stehen werden. So ist es notwendig, die gemeinsame radiologische Wirkung der sich am Standort befindenden nuklearen Anlagen zu untersuchen.

Die Beschreibung die gemeinsamen Wirkung aller nuklearen Anlagen am Standort basiert auf den Studien zu den Dosisbegrenzungen für die neuen Blöcke und auf den in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Analysen, auf den Dosisbegrenzungen für die neuen Blöcke und auf den wirklichen flüssigen und gasförmigen Emissionen.

Dosisbeschränkung für die gegenwärtig am Standort Paks laufenden nuklearen Anlagen und für die geplanten neuen Blöcke

In der Stellungnahme Nr. 40-6/1998. des Amtsärztlichen Büros des Staatlichen Volksgesundheit- und Amtsarztendienstes (ÁNTSZ OTH) wurde eine Dosisbeschränkung von $90 \mu\text{Sv/Jahr}$ für die Blöcke 1-4. festgelegt. Die Dosisbeschränkung des von einem anderen Konzessionär (z.Zt. Aktiengesellschaft für die Behandlung von radioaktivem Abfall, Rhk Kft.) betriebenen, über die gleichen geografischen Grenzen verfügende, Brennelement-Zwischenlagers ist $10 \mu\text{Sv/Jahr}$ für etwa 16 200 gleichzeitig gelagerte, abgebrannte Kassetten bei vollkommenem Ausbau aller 33 Module. Aus diesen Werten wurden die Emissions-Grenzwerte für die einzelnen Einrichtungen und Freisetzungspfade abgeleitet.

Weil die geplanten neuen Reaktorblöcke von einem anderen Typ sein werden, als die bestehenden, muss für diese eine separate, anlagenspezifische Dosisbeschränkung festgelegt werden. Anhand der Studie zur Bestimmung der Dosisbeschränkung[42] kann die für die bestehenden Blöcke gültige Dosisbeschränkung auch für die geplanten zwei neuen Blöcke mit ähnlicher Leistung angewendet werden.

Aus der Dosisbeschränkung müssen die Emissionsgrenzen für radioaktive Stoffe abgeleitet werden. Die Emissionsgrenzwerte muss der Konzessionär festsetzen, und mit Kalkulationen bestätigen, dass bei deren Einhaltung die Mitglieder der kritischen Gruppe (bzw. die Referenzperson) keine größere Dosis erleidet, als die Dosisbeschränkung. Für diese Bewertung muss man folgendes genau wissen:

- I. Die genaue Stelle (z.B. Schornstein, Kanal usw.) und Zustand (physische und chemische Parameter) der Emissionen.
- II. Die Entfernung zwischen dem Aufenthaltsort der Referenzperson und der Freisetzungsstelle.
- III. Die meteorologischen, geografischen, geologischen Eigenschaften, die die Ausbreitung der Emission beeinflussen.
- IV. Alle anderen anthropomorphische Faktoren, die die Ausbreitung beeinflussen (z.B. Ackerbau, Wassernutzung usw.).
- V. Faktoren, die die Exposition der Referenzperson beeinflussen (Einatmung, Schluckungs- und Immersion-Dosiskonversionsfaktoren, Daten zum Konsum, Zeiten des Aufenthalts usw.).

Die gemeinsame radiologische Auswirkung der neuen geplanten, und der bestehenden Blöcke

Den Beitrag der neuen Blöcke berücksichtigen wir mit den in *Unterabschnitt 3.2.2.3.* genannten Ergebnissen, die Emissionsdaten der gegenwärtigen Blöcke übernahmen aus dem neuesten Paksr Strahlenschutzbericht [35], die Daten für das ZAB aus der Studie zur letzten Überprüfung [51]. In letzterer wurde bei den Berechnungen der vollständige Ausbau der Anlage angenommen und eine spezielle, s.g. „Komposit“ Quelle genutzt, die in Bezug auf den Ausbrenngrad und auf die Zusammensetzung der Nuklide die ungünstigste Variante aus Strahlenschutz-Hinsicht war.

Die maximale Dosis aus den atmosphärischen Emissionen der neuen Blöcke erhalten die in Csámpa wohnenden 1-2 Jahre alten Kinder, der Wert der höchsten Strahlenbelastung aus den normalen Betriebsemissionen ist 2 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$, die Ausstöße von Auslegungsereignissen ergeben höchstens eine Dosis von 14 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$. Die Wirkung der atmosphärischen Emissionen der gegenwärtigen Blöcke übersteigt nicht den Wert von 1 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$, die Auswirkung des ZAB ist noch geringer. Die gemeinsame Wirkung der atmosphärischen Emissionen der gegenwärtigen und der geplanten Blöcke kann auf 33 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ geschätzt werden.

Die den Auswirkungen der flüssigen Emissionen am meisten ausgesetzten Gruppe ist die Bevölkerung von Gerjen, wo bei Erwachsenen und bei 1-2 Jahre alten Kindern gleichermaßen mit einer Dosis von 4 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ aus den flüssigen Emissionen zu rechnen ist. Die geschätzte Dosiskonsequenz der flüssigen Emissionen der gegenwärtig laufenden Blöcke ist nach der Studie [35] etwa 1 μSv . Die Studie [51] bestimmt die Dosis aus den flüssigen Emissionen des ZAB mit 0,4 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$. Die gesamten flüssigen Freisetzungen des Standortes können also für die Referenzperson eine Dosis von 10 μSv bedeuten.

Die Komponenten aus den direkten und diffusen Strahlungen der neuen Blöcke wurde auf 4 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ angenähert, als eine stark konservative, obere Schätzung. Die Wirkung aus direkter und diffuser Strahlungen der gegenwärtigen Blöcke erreicht nicht die Größenordnung von 1 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$. Durch das Handling der Brennelemente ist der Dosisbeitrag des ZAB nach Studie [51] höchstens 5 μSv pro Jahr. Daraus folgt ein Wert von 13 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ für die Auswirkung der direkten und diffusen Strahlung der Anlagen am Standort mit.

Als Zusammenfassung des Vorstehenden kann festgestellt werden, dass der geschätzte Dosiswert der Referenzperson durch die sechs, gleichzeitig am Standort betriebenen Blöcke und das ZAB 56 $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ ist (*Tabelle 3.2.3-1.*). Dabei wurde von den neuen Blöcken bei sehr konservativen Annahmen die obere Schätzung der Auswirkungen der atmosphärischen und flüssigen Emissionen des Normalbetriebs der Blöcke und eines Auslegungsereignisses pro Jahr berücksichtigt. Auf den Konservatismus der Ergebnisse verweist auch, dass in Bezug auf die für den größten Dosisbeitrag verantwortlichen Nuklide der gegenwärtigen Emissionen in Paks die Werte um mehrere Größenordnungen kleiner sind, als die von den Lieferanten für die neuen Blöcke angegebenen Werte. Auch daraus folgt, dass die von den Konstrukteuren der neuen Kernkraftwerke angegebenen

Werte keine Durchschnittswerte für die Emissionen sind, sondern eine obere Schätzung des Zielwertes. Zwar liegen die so erhaltenen Werte auch unter dem Wert von 90 µSv/Jahr, ist später zur detaillierteren Analyse die Konkretisierung der von den Lieferanten erhaltenen Daten, und eventuell die kritische Überprüfung dieser notwendig.

Tabelle 3.2.3-1.: Gemeinsame radiologische Wirkung der Anlagen auf dem Standort

gasförmige Emissionen [µSv/Jahr]			flüssige Emissionen [µSv/Jahr]			direkte und diffuse Strahlung [µSv/Jahr]			Insgesamt [µSv/Jahr]
PAE	Neu	ZAB	PAE	Neu	ZAB	PAE	Neu	ZAB	
<1	32	<<1	1	8	<1	<<1	8	5	56

PAE – 1.-4. Block des Pakse Kernkraftwerks
 Neu – geplante neue Blöcke
 ZAB – Zwischenlager für Abgebrannte Brennelemente

3.2.4. Auswirkungen von Störfällen und Havarien

Für neue Kernkraftwerksblöcke definiert der 3. Band des Nuklearen Sicherheits Regelwerkes (NSR) der Anlage der Regierungsverordnung Nr. 118/2011. (VII. 11.) über die kerntechnischen Sicherheitsanforderungen für Nuklearanlagen und diesbezügliche Regulierungsaktivitäten die Betriebszustände wie folgt (nach dem Begriff steht die Abkürzung nach NSR und danach die Abkürzung nach EUR):

- a) normaler Betriebszustand = TA1 (Normalbetrieb) = DBC1 (Design Basis Condition 1),
- b) Auslegungsstörfälle:
 - ba) abnormaler Betrieb = TA2 = DBC2,
 - bb) wenig wahrscheinlich anzunehmende Störfälle = TA3 = DBC3,
 - bc) sehr wenig wahrscheinlich anzunehmende Störfälle = TA4 = DBC4,
- c) Auslegungsüberschreitende Ereignisse = TAK (Erweiterung der Auslegungsbasis),
 - ca) auslegungsüberschreitende Störfälle = TAK1 = DEC1 (Design Extension Condition – Komplexe Vorfälle),
 - cb) schwere Unfälle = TAK2 = DEC2 (Kategorie schwerer Unfälle).

3.2.4.1. Auslegungsergebnisse

Entsprechend Punkt 3.2.4.0100. des NSR darf bei neuen Kernkraftwerken die Dosis für die Referenzgruppe der Bevölkerung beim Ausgangsereignis für einen Störfall TA3 den Wert von 1 mSv/Ereignis, und beim Ausgangsereignis für einen Störfall TA4 den Wert von 5 mSv/Ereignis nicht überschreiten.

Blocktyp AP1000

Die Auslegungsstörfälle für Typ AP1000 sind in Dokument [53] enthalten. Obwohl die Technologie etwas von den EUR Standardbegriffen abweicht, ist aus der Aufzählung der Störfälle zu erkennen, dass die aufgezählten Kategorien die EUR Kategorien DBC1–DBC4 abdecken.

Dem Dokument [53] nach entspricht das Kraftwerk den EUR Anforderungen, was wir anhand geschätzter Werte überprüfen. Wir multiplizierten die entsprechenden Daten des Reaktors (EPR) mit den höchsten Freisetzungswerten (laut Studie [42] zur Fundierung der Dosisbeschränkungen für die neuen Blöcke) mit dem Quotienten der Bruttoleistung der beiden Reaktortypen. Dieses Verfahren ist konservativ und liefert also eine sichere Schätzung für die Realisierung der Bedingungen. Anhand der durchgeführten Überprüfung werden die Bedingungen eingehalten.

Blocktyp MIR.1200

Die Planung des Blockes MIR.1200 geschah entsprechend den in Russland gültigen Vorschriften, die in bestimmtem Maße von den EUR Kategorien abweichen. Die Kategorien DBC1–DBC2 (TA1–TA2) stimmen vollständig überein, die Abweichung ist bei den weiteren Störfällen, da die russische Regelung keinen Unterschied zwischen den Störfällen entsprechend ihrer Häufigkeit, bzw. Schwere macht. Bei den Auslegungsstörfällen wird eine Gesamtkörper-Dosis- Begrenzung auf 5 mSv für die Bevölkerung an der Grenze der Sicherheitszone vorgeschrieben, dieses entspricht den EUR Anforderungen von 5 mSv/Ereignis für die Kategorie DBC4 (TA4). Die Eignung untersuchten wir auch in der beim Block AP1000 beschriebenen Weise, wonach der Block MIR.1200 den Kriterien entspricht.

Blocktyp EPR

Bei der Planung des EPR Kernkraftwerks wurden die verschiedenen Betriebszustände, Transienten, bzw. Störfälle in die von EUR festgelegten Kategorien DBC1–DBC4 eingestuft [56]. Den Vergleich für die Entsprechung anhand der Kriterien führten wir auch hier durch, die Anforderungen werden erfüllt.

Blocktyp ATMEA1

Für die Auslegungsereignisse enthält die Tabelle in Anlage 4 des Dokuments [57] die maximalen Dosiswerte an der Grenze der Schutzzone.

Der Blocktyp wurde den amerikanischen Regeln (US Regulatory Guide 1.183, Juli, 2000) entsprechend entworfen, die als Dosiskonsequenzen von Störfällen maximal 250 mSv vorschreiben. Die EUR Anforderungen sind strenger, deshalb musste als Ergänzung zu den vom Lieferanten übergebenen Daten die Erfüllung der EUR Zielwerte bestätigt werden. Unter Annahme der angegebenen Freisetzung aus dem Schornstein kann festgestellt werden, dass die EUR Anforderungen erfüllt werden.

Blocktyp APR1400

Die Datenquellen für Block APR1400 sind die Dokumente [58] und [59]. Die Konstrukteure des APR1400 gingen auch von den amerikanischen Regeln 10 CFR aus, Die Erfüllung der EUR Anforderungen kann später in Kenntnis weiterer Angaben überprüft werden. Die Kriterien wurden überprüft, anhand Analysen mit Angaben des Lieferanten zu den Freisetzungen werden die Anforderungen erfüllt.

3.2.4.2. Auslegungserweiterung

Die auslegungsüberschreitenden Ereignisse können in zwei Gruppen eingeteilt werden: in Komplex-Prozesse und in schwere Unfälle. In die erste Gruppe werden solche Prozesse eingestuft, die in Folge von mehrfachen Fehlern zu bedeutenden radioaktiven Freisetzungen führen können. Bestimmte Ereignisketten mit kleiner Wahrscheinlichkeit können zu Kernbeschädigung und zu bedeutenden radioaktiven Freisetzungen führen, diese werden als schwere Unfälle bezeichnet. Die Auserwählung der Prozessketten erfolgt mit der PSA Methode (Probabilistic Safety Assessment – probabilistische Sicherheitsanalyse).

Die Freisetzung aus Primärkreislauf in das Containment wird als Quellterm betrachtet. Anhand der durch die PSA identifizierten Sequenzen muss mit der Methode der besten Annäherung ein Referenz-Quellterm (Reference Source Term – RST), bestimmen, und das muss bei der Beurteilung der Erfüllung der Freisetzungskriterien angewendet werden. Im Laufe der Level 2 PSA Analyse müssen Sequenzen mit ähnlicher Freisetzung in Quellterm-Kategorien eingeordnet werden. Die Sequenzgruppen, die den RST überschreiten müssen separat untersucht werden, und es muss gezeigt werden, dass ihre Wahrscheinlichkeit den Zielwert von 10^{-7} /Jahr nicht überschreitet. Überdies darf die summierte Wahrscheinlichkeit dieser Gruppen nicht grösser sein als 10^{-6} /Jahr.

Nach EUR ist es Zielstellung, dass der Wert der Freisetzungen nicht den Wert überschreitet,

- bei dem außerhalb von 800 m sofortige Schutzmaßnahmen (Evakuierung) nötig sind,
- bei dem außerhalb von 3 km provisorische Schutzmaßnahmen (zeitweilige Umsiedlung) begründet sind,
- bei dem außerhalb von 800 m spätere Schutzmaßnahmen (Aussiedlung) nötig sind,
- der wesentliche wirtschaftliche Konsequenzen hat (Verbot für Nahrungs- und Futtermittel darf höchstens zeitlich und räumlich begrenzt notwendig sein).

Blocktyp AP1000

In der Dokumentation zum Block AP1000 [53] wurde in einer separaten Analyse die Erfüllung der EUR Freisetzungsgrenzwerte für schwere Unfälle gezeigt. Der Block AP1000 erfüllt die Freisetzungskriterien.

Blocktyp MIR.1200

Bei Block MIR.1200 wurden die Freisetzungen für einen schweren Unfall mit Kernschmelze, bei dem die dickste Leitung (850 mm) brach, und totaler Stromausfall war, untersucht, dieser Unfall wurde als „Referenz des schweren Unfalls“ betrachtet. [55] Der Block MIR.1200 erfüllt die Freisetzungskriterien.

Blocktyp EPR

Für das Kernkraftwerk EPR enthält die Dokumentation [62] die Berechnungen. Die Methode der Berechnungen entspricht nur teilweise den EUR Anforderungen, jedoch ist festzustellen, dass der Block EPR die Kriterien erfüllt.

Blocktyp ATMEA1

Für schwere Unfälle gibt die Dokumentation [57] Daten für die Freisetzung 48 Stunden nach Beginn eines schweren Unfalls mit vollkommenem Spannungsausfall an. Anhand dieser wird nur ein sehr geringer Teil des Kerns freigesetzt, jedoch ist für die Beurteilung eine Ergänzung der Angaben des Lieferanten notwendig.

Blocktyp APR1400

Die in Dokumentation [59] angegebenen Werte sind ohne weitere Erklärungen nicht für den Vergleich mit den EUR Kriterien geeignet. Die in der Dokumentation [58] angegebenen Werte sind niedriger, als die entsprechenden EUR Kriterien, jedoch ist zur vollkommenen Bestätigung der Erfüllung der EUR Anforderungen die Ergänzung der Angaben des Lieferanten notwendig.

3.2.4.3. Wahrscheinlichkeit der auslegungüberschreitenden Störfälle und schwerer Unfälle

Als Teil der Sicherheitsanalysen werden - neben den deterministischen Analysen – auch Wahrscheinlichkeits- Sicherheitsanalysen vorgenommen. Die Kernschadens-Häufigkeit soll unter Berücksichtigung aller Anfangsereignisse und Betriebszustände (Leistungsbetrieb und Stillstandzustand) kleiner sein als 10^{-5} /Jahr. Eine große Unfallfreisetzung ist bei Kernschmelze und Beschädigung der Funktion des Containments auftreten. Die Häufigkeit eines schweren Unfalls soll unter Berücksichtigung aller Anfangsereignisse kleiner als 10^{-6} /Jahr sein. Die Ausgeglichenheit der Konstruktion ist dadurch zu beweisen, dass kein Ereignis gibt, das mit einer größeren Häufigkeit als der Wert von 10^{-7} /Jahr zur summierten Häufigkeit schwerer Unfallprozesse beiträgt.

Blocktyp AP1000

Die Wahrscheinlichkeitsanalyse beruht auf den im Dokument [66] beschriebenen Analyseergebnissen. Die alle Anfangsereignisse und Betriebszustände betrachtende, berechnete

Kernschaden-Häufigkeit beträgt $5,1 \cdot 10^{-7}$ /Jahr, das ist um mehr als eine Größenordnung kleiner, als der Akzeptanzwert.

Die alle Anfangsereignisse und Betriebszustände betrachtende, berechnete Häufigkeit schwerer Unfälle ist kleiner als 10^{-7} /Jahr, so können die Kriterien mit bedeutenden Reserven erfüllt werden.

Blocktyp MIR.1200

Die Wahrscheinlichkeitsanalyse beruht auf den im Dokument [67] beschriebenen Analyseergebnissen. Die alle Anfangsereignisse und Betriebszustände betrachtende, berechnete Kernschaden-Häufigkeit ist wesentlich kleiner als 10^{-7} /Jahr, das ist um mehr als zwei Größenordnung kleiner, als der Grenzwert.

Die berechnete Häufigkeit schwerer Unfälle ist etwa 10^{-8} /Jahr, so können die Kriterien mit bedeutenden Reserven erfüllt werden.

Blocktyp EPR

Die Wahrscheinlichkeitsanalyse beruht auf den im Dokument [68] beschriebenen Analyseergebnissen. Die alle Anfangsereignisse und Betriebszustände betrachtende, berechnete Kernschaden-Häufigkeit ist kleiner als 10^{-6} /Jahr, das ist um mehr als eine Größenordnung kleiner, als der Akzeptanzwert.

Da die Häufigkeit der Kernschaden-Prozesse in die Größenordnung von 10^{-7} /Jahr fällt, wird das Kriterium für die summierte Häufigkeit schwerer Unfälle offensichtlich mit bedeutenden Reserven erfüllt.

Blocktyp ATMEA1

Die Wahrscheinlichkeitsanalyse für diesen Block kann aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten für die Wahrscheinlichkeitsanalyse der Planungsphase (basic design) durchgeführt werden. [69]. Die zur Verfügung stehenden Ergebnisse zeugen davon, dass die Kernschaden-Häufigkeit im Bereich von 10^{-7} /Jahr liegt, d.h. dieses Kraftwerk erfüllt mit bedeutenden Reserven die Akzeptanzwerte für Kernschaden-Risiken.

Anhand der Wahrscheinlichkeitsanalyse der ersten Stufe kann festgestellt werden, dass die Häufigkeit schwerer Unfälle höchstens im Bereich von 10^{-7} /Jahr liegt, so ist das Akzeptanzkriterium für die Häufigkeit schwerer Unfälle erfüllt.

Blocktyp APR1400

Die Wahrscheinlichkeitsanalyse beruht auf den im Dokument [58] beschriebenen Analyseergebnissen. Der obere Schätzwert der alle Anfangsereignisse und Betriebszustände betrachtenden, berechneten Kernschaden-Häufigkeit ist $3 \cdot 10^{-6}$ /Jahr. Das ist weniger als ein Drittel des Akzeptanzwerts.

Anhand der Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitsanalyse der zweiten Stufe ist die summierte Häufigkeit schwerer Unfälle im Bereich der zahlenmäßig bewerteten Risikofaktoren $2,84 \cdot 10^{-7}$ /Jahr, d.h. das Kriterium wird mit bedeutender Reserve erfüllt.

3.3. Luftqualität

3.3.1. Beschreibung des Ist-Zustandes

Bei der Beschreibung des Grundzustandes (Ist-Zustandes) beziehen wir uns auf die gegenwärtig zur Verfügung stehenden Daten. Die konventionelle Luftverunreinigung des neuen Kraftwerks ist zwar während des Betriebs mit Ausnahme des Last- und Personenverkehrs unerheblich, wegen der bedeutenden Belastung in der Bauphase ist aber die Festlegung des Ist-Zustandes durch Messungen bis zur Umweltverträglichkeitsprüfung zu empfehlen

3.3.1.1. Gegenwärtiger Zustand der Luftverunreinigung

Der gegenwärtige Zustand wird wegen fehlender Messungen durch folgende Parameter beschrieben:

- *Zoneneinstufung:* Die Verordnung Nr. 4/2000. (X. 7.) des Umweltschutz und Wasserwirtschaft Ministeriums (KvVM) teilt das Land dem Grad der Luftverunreinigung nach in Zonen ein. Die Stadt Paks und das Gebiet des Kernkraftwerks gehören nicht zu den besonders verunreinigten Gebieten, sie sind in Zone 10, d.h. „übrige Gebiete des Landes“ eingestuft. Zu dieser Kategorie gehören die am wenigsten verunreinigten Gebiete Ungarns, wo die Luftverunreinigung (mit Ausnahme von PM₁₀(BaP)¹⁴) in die beiden niedrigsten Kategorien eingestuft wird.
- *Messungen der Luftschadstoffe:* Das Landes Immissionsmessnetz (später Landesmessnetz für Luftverunreinigung- ungarische Abk. OLM) führt seit 1987 manuelle Messungen der Belastung durch Staubbiederschlag in Paks durch. Anhand der Daten von 2011 gehört der Ort vom Aspekt der Luftverunreinigung aus zur Kategorie „ausgezeichnet“. Die am nächsten gelegene automatische Mess-Station ist in Dunaújváros, wo 2011 für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid ausgezeichnete, für Benzol gute und für Feinstaub genügende Werte gemessen wurden. Die Tendenzen verbessern sich.
- *Regionale Hintergrundbelastung:* Anhand der Daten des vom Meteorologischen Landesdienst betriebenen Hintergrundbelastungs-Messnetzes und anhand von Messungen auf dem geprüften Gebiet ähnlichen Flächen sind die lokalen Werte der durch lokale Schadstoffquellen nicht beeinflussten Luftqualität (Hintergrundbelastung) in regionalem Maßstab gesehen niedrig.

3.3.1.2. Schadstoffquellen

Im Gebiet des Kraftwerks sind als Schadstoffquellen der Straßenverkehr, Emissionen durch Bevölkerung und Industrie und das Kraftwerk selber zu betrachten:

Emissionen aus öffentlichem Verkehr: Lokale Hauptquelle für Schadstoffe sind wegen des bedeutenden Last-, Bus- und Personenverkehrs die 6. Hauptverkehrsstraße und die zwei Verbindungsstraßen zum Kraftwerk. im Zuge des Genehmigungsprozesses für die Betriebszeitverlängerung des Kernkraftwerks [37] berechneten wir die Luftverunreinigungswirkung der 6. Hauptstraße. Der Gesamtverkehr in der Umgebung des Kraftwerks betrug 2004 11 059 Fahrzeuge/Tag. In der Spitzenzeit beträgt die Luftverunreinigung durch den Verkehr der 6. Hauptverkehrsstraße in der 50 m Zone ab Straßenachse eine Kohlenmonoxid (CO) –Konzentration von 850 µg/m³ und eine Stickstoffdioxid (NO₂)-Konzentration von 26 µg/m³. Diese liegen unter den Grenzwerten. 2010 sank der Verkehr auf der 6. Hauptstraße dank der Autobahn M6 auf 729 Fahrzeuge/Tag, das ist eine Senkung von 28%, so sanken auch die Belastungen.

Entlang der nördlichen und südlichen Verbindungsstraße, sowie auf dem Kraftwerksgebiet wurden zuletzt 2003 Messungen durchgeführt, anhand derer die Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid –Konzentration nicht bedeutend sind ,sie lagen weit unter den Grenzwerten. Die Feinstaubkonzentration PM₁₀ lag etwas über dem Gesundheits-Grenzwert.

Schadstoffemission durch Bevölkerung, Dienstleistungen und Industrie: Für Heizung und Wärmeherstellung wird in Zweidrittel der Wohnungen Erdgas genutzt, ein Drittel nutzt aus dem Kraftwerk stammende Fernheizung. Diese Möglichkeit sollte auch beim Bau der neuen Kraftwerksblöcke gesichert werden. In der Stadt und Umgebung gibt es keine Industrieanlagen mit wesentlichen Schadstoffemissionen.

¹⁴ PM₁₀: Feinstaub, in der Luft verbreitete Feinpartikel (Partikeldurchmesser unter 10 Mikrometer).
PM₁₀ (BaP): Benzo(a)phyren-Gehalt des Feinstaubes.

Eigene Luftschadstoffquellen des bestehenden Kernkraftwerks: Konventionelle Schadstoffe für die Luft stammen auf dem Gebiet des Kernkraftwerks nur aus dem periodischen Betrieb der stationären Dieselgeneratoren. 2006 wurde ein Ausbreitungsmodell der Schadstoffemissionen dieser Anlagen als Teil der Umweltverträglichkeitsprüfung für die Betriebszeitverlängerung [37] angefertigt. Anhand des Ausbreitungsmodells war das betroffene Gebiet der Emissionen ein Umkreis von 590 m um die Anlagen. Die Betriebszeit und die Emissionen der Dieselanlagen haben sich seitdem nicht gravierend verändert, do entsprechen diese schätzungsweise dem heutigen Zustand. Wohngebiete werden von diesen Wirkungen nicht betroffen.

Den auf dem Gebiet des Kernkraftwerks Paks früher durchgeführten Messungen und den geschätzten Werten für den gegenwärtigen Zustand entsprechend kann die Konzentration der konventionellen (nicht radiologischen) Luftschadstoffe keine Gesundheitsschädigung auslösen. Die Ortschaften und Wohngebiete sind so weit vom Kernkraftwerk entfernt, dass die konventionelle Luftverunreinigung des Kernkraftwerks dort keine Auswirkungen hat.

3.3.2. Auswirkung des Baus auf die Luftqualität

Die konventionelle Luftbelastung durch die geplanten Kernkraftwerksblöcke ist voraussichtlich während der Errichtung und Stilllegung, bzw. Demontage um Größenordnungen stärker als während des Betriebs. Bei der Prüfung der Wirkungen der Bauphase berücksichtigten wir folgende Ausgangsdaten:

- Die dichtesten Wohngebiete befinden sich im Abstand von 1100–1300 m von der Grenze des Baugeländes.
- Die Bauphase ist länger, als gewöhnlich, sie beträgt 5–6 Jahre, es ist ein bedeutender Umfang von An- und Ablieferungen zu erwarten. Der durchschnittliche Schwermaschinenverkehr ist nach Daten des Auftraggebers [32] 80 LKW/Tag, in Spitzenzeiten 130 LKW/Tag.
- Auf dem Baugelände ist in der Vorbereitungsphase (Spitzenzeit) der gleichzeitige Einsatz von 50, später 15 Bau- und Transportmaschinen zu erwarten.
- In Spitzenzeiten arbeiten auf dem Bau abhängig vom Blocktyp 1200–7000 Arbeiter [26 – 31, von denen 80% mit öffentlichen Verkehrsmitteln (Busse) und 20% mit individuellen Verkehrsmitteln (PKW) zur Arbeit fahren.

Emissionen in die Luft sind folgende:

- Die Belastung durch die auf den *Baugelände laufende Tätigkeit* hängt nicht so sehr vom Typ des Blocks ab, sondern von der Anzahl der dort gleichzeitig eingesetzten Baumaschinen und deren Typ. Unseren Berechnungen nach ergibt sich aus dem Betrieb dieser Maschinen eine wesentliche Mehr-Belastungen auf dem Baugelände. Unseren Berechnungen nach ergeben diese aber aufgrund des Abstandes keine wesentliche Mehr-Belastung auf den zu schützenden Gebieten. Die Auswirkungen müssen in einer späteren Phase konkretisiert werden.
- Die sich aus *den technologischen Tätigkeiten* (z.B. Schweißen, Löten, Kleben, Isolieren) ergebene Emissionen ergeben wahrscheinlich schon keine nachweisbare Wirkung auf dem Baugelände. Der Größenwert ist aber in vorliegender Phase noch abschätzbar.
- Die wahrscheinlich größte Luftverunreinigung der Bauphase ist die Staubbildung. (Toxischer Feinstaub gelangt nicht in die Atmosphäre). Diese wird durch die meteorologischen Bedingungen, die Bodeneigenschaften, den gegenwärtigen Feuchtigkeitsgehalt bedeutend beeinflusst. Bei Bau des Kraftwerks sind bedeutende Erdarbeiten notwendig. Anhand unserer Erfahrungen kann in solchen Fällen im Umkreis von 500m auch eine bedeutende Staubbelastung auftreten. In den Wohngebieten ist aufgrund ihres Abstands von 1100–1300 m trotzdem keine wesentliche Mehr-Belastung

durch die Bauarbeiten zu erwarten, obwohl die Grundbelastung für Feinstaub schon nahe am Grenzwert liegt.

- Für die Anlieferung der Baumaterialien, sowie den Abtransport der Erde und der Abfälle, steht der Straßen-, Bahn- und Wasserweg zur Verfügung. Vom Aspekt der Luftverunreinigung aus ist der Straßenverkehr kritisch, denn durch Schiffs- und Bahnverkehr kann mit einem Transport eine größere Menge Waren befördert werden. Für den Straßenverkehr kommt die 6. Hauptstraße und die Autobahn M6 in Frage. Die mit dem Transport verbundenen Belastungen in unmittelbarer Umgebung der Transportwege könnten bedeutend werden. Durch den Bevölkerungszuwachs (Bauleute) ist innerhalb der Stadt auch mit anwachsendem Verkehr und Mehr-Belastungen zu rechnen. Deshalb muss die Zusatzimmission für die Wohngebiete später unter Berücksichtigung der Transportwege und derer Grundbelastungen konkret berechnet werden.

Unsere Schätzung basieren zurzeit in Mangel detaillierterer Angaben auf Annahmen. Die Belastungen durch die Bauarbeiten, die daraus entstehende Konzentration, das Ausbreitungsgebiet der Staubbelastung muss in der Phase der Umweltverträglichkeitsprüfung aufgrund konkreterer Angaben mit den Standard-Methoden genau berechnet werden.

3.3.3. Auswirkungen durch Betrieb der neuen Blöcke

Die Freisetzung von konventionellen Luftverunreinigungsemissionen ist bei Kernkraftwerken im Vergleich zu Kraftwerken mit anderen Brennstoffen minimal. Die Belastungen stammen in minimalem Umfang aus der Technologie, in größerem Umfang aus dem Transport:

- *Technologische Emissionen* entstehen auch bei den neuen Blöcken durch den Betrieb von Notstromaggregaten und Pumpen. Anhand der Datenangaben [26 – 31] sind pro Block 2-4 Dieselaggregate mit einer Leistung von 4–7,5 MW notwendig. Die Betriebszeit dieser Anlagen erreicht wahrscheinlich bei keinem der Blocktypen den in Punkt 2.8.3. von Anlage 7 der Verordnung Nr. 4/2011. (I. 14.) des Ministeriums für Ländliche Entwicklung (VM) festgelegten Grenzwert von 50 Betriebsstunden/Jahr. So muss für diese kein Grenzwert bestimmt werden, die Grundanmeldung ist aber Pflicht. Die Emissionen der zu errichtenden, modernen Anlagen sind wahrscheinlich nicht höher als bei den gegenwärtigen Dieselmotoren. So kann das betroffene Gebiet anhand der früheren Berechnungen mit einem Umkreis von 500–600 m um die Emissionsquelle angegeben werden. (Sollte die Betriebszeit die 50 Stunden übersteigen, müssen solche Anlagen errichtet werden, die den Grenzwert einhalten können.)
- Die Schwefeldioxid-Emissionen der Dieselaggregate sind bei Nutzung des vorgeschriebenen Kraftstoffs mit niedrigem Schwefelgehalt voraussichtlich unbedeutend. Die relativ große Stickstoffoxid-Emission kann durch Einbau von Katalysatoren verringert werden. In Anbetracht der kurzen Betriebszeit, des hohen Freisetzungspunktes (Schornstein) und des Abstandes der zu schützenden Wohngebiete ist die Auswirkung der Emissionen der Dieselaggregate voraussichtlich nicht bedeutend.
- Weiterhin muss man noch mit konventionellen Luftverunreinigungen beim Anfahren der Blöcke nach Instandhaltung/ Wartung rechnen, z.B. Formaldehyde und die daraus entstehende CO – Emission kann durch Erhitzen der Isoliermaterialien entstehen, bzw. Ammoniumemissionen aus den Dampfgeneratoren. Diese Gase werden ventiliert und durch den hohen Schornstein emittiert. Solche technologischen Emissionen können einmal alle halbe bis alle zwei Jahre vorkommen und dauern kurzzeitig an, die Mehrbelastungen sinken innerhalb von wenigen (2–4) Tagen auf einen Minimalwert. Durch den hohen Freisetzungspunkt wird der Anstieg in der Luftkonzentration durch die emittierten Mengen nur geringfügig beeinflusst, das von den Wirkungen betroffene Gebiet (Auswirkungsgebiet)

beschränkt sich voraussichtlich die engere Umgebung des Betriebsgeländes. Über Hilfsbetriebe (z.B. Farbspritzbetrieb) liegen gegenwärtig keine Informationen vor.

- In der Betriebsphase wird der bestimmende Faktor die *Beförderung der Mitarbeiter* sein. Die Größe des Betriebspersonals für 2 Blöcke liegt nach Angaben der Lieferanten [26 – 31] zwischen 330–1000 Mitarbeitern. In den Spitzenzeiten sind täglich 10-30 Busfahrten und 70–200 zu erwarten. Eine erhebliche Belastung durch die Spitzenzeit-Emissionen ist nur in unmittelbarer Nähe der Transportwege zu erwarten, in einem 25–50 m breiten Streifen. Innerhalb dieser liegen verhältnismäßig wenig zu schützende Gebäude (z.B. Csámpa neben der 6.Hauptverkehrsstraße).

Während des Betriebs des geplanten Kraftwerks wird die Luftverunreinigung im direkten und indirekten betroffenen Gebiet geringfügig ansteigen. Die Größe des betroffenen Gebiets muss in Kenntnis der konkreten Emissionen durch Ausbreitungs-Berechnungen bestimmt werden.

3.3.4. Gemeinsame Wirkung der auf dem Standort betriebenen nuklearen Anlagen

Innerhalb des von den Emissionen in die Luft durch das neue Kernkraftwerk betroffenen Gebietes liegen das gegenwärtige Kraftwerk und das Zwischenlager für Abgebrannte Brennelemente. Nach Errichtung des neuen Kraftwerks werden alle drei nuklearen Anlagen bis zur Abschaltung der gegenwärtig laufenden Blöcke 2032–2037 gleichzeitig, im gleichen Einwirkungsgebiet betrieben. Dieser Zeitraum ist vom Umweltaspekt aus kritisch, d. h. dann sind die größten Belastungen zu erwarten:

- Wir rechnen nicht mit der Summierung der sich aus der *Technologie ergebenden* Luftverunreinigung, denn die Emissionen der eingesetzten Dieselgeneratoren dehnen sich nur auf einige Stunden/Monat aus, die Instandhaltungen werden jedes halbes Jahr- bis alle zwei Jahre innerhalb einiger Tage ausgeführt. Bei entsprechender Kooperation der Industriebetriebe kann man die Termine so legen, dass nur die Notstromaggregate von einem Block gleichzeitig Probe laufen, bzw. nur ein Block nach der Instandhaltung wieder angefahren werden.
- Beim *Transport* ist jedoch die Summierung der Belastungen fast unumgänglich. (Die Belastungen können gemindert werden, wenn der Schichtanfang beim neuen und alten Kraftwerk verschoben wird.) Der summierte Verkehr in der Rush-hour besteht abhängig vom Blocktyp aus 75-95 Busfahrten und 550-700 PKW-Fahrten. Die summierte Belastung ist nachweisbar und voraussichtlich bedeutend. Eine bedeutende Belastung ist jedoch nur in unmittelbarer Umgebung der Straßen zu erwarten, wo zeitweise Immissionen über den Grenzwert hinaus auftreten können. Das betroffene Gebiet wird als 50-100 m breiter Streifen neben den Straßen geschätzt, innerhalb diesen ist aber die Anzahl der zu schützende Objekte gering.

3.3.5. Auswirkungen von Störfällen und Unfällen

Störfälle und Havarien, die eine Beeinträchtigung der Luftqualität verursachen, können wegen Brand, bzw. Explosion eintreten. Das geschätzte Einwirkungsgebiet für diese beträgt 1–3 km.

Mit der Entstehung von Feuer kann in folgenden Fällen gerechnet werden:

- Ölbrand bei Funktionsstörung des Ölsystems der Turbine, des Transformators, des Zusatzölsystems, der Leistungsschalter,
- Funktionsstörung im Gasflaschenlager, bei Gasflaschen,
- bei innerbetrieblichem Transport von Gefahrgut,
- Brand im Betriebslager für industrielle und gefährliche Abfälle.

- Explosion kann bei den Tanks im Wasserstoffbetrieb und im Stickstoffbetrieb vorkommen.

Dieses sind einmalige Auswirkungen, die auch mit bedeutenden Emissionen verbunden sein können, aber bei entsprechenden Maßnahmen ist keine bedeutende Mehr-Belastung für die Wohngebiete anzunehmen.

3.4. Regionale und lokale Klima-Parameter

3.4.1. Beschreibung des Ist-Zustandes

Die regionalen und lokalen klimameteorologische Eigenschaften der Umgebung des Standorts wurden auf dem Grund der Datenverarbeitung des Meteorologischen Dienstes Ungarns (OMSZ) für eine 30 Jahren Periode zwischen 1981 und 2010, bzw. auf dem Grund der Analyse [70] zusammengefasst:

- Der Jahresdurchschnitt der Temperatur (1981–2010) beträgt an der meteorologischen Station Paks 10,7 °C, der höher als der Landesdurchschnitt ist. Der wärmste Monat der Region ist Juli, der kälteste Monat ist Januar. Die durchschnittliche jährliche Schwankung der Temperatur, d. h. der Unterschied zwischen Mittelwert der Temperatur im wärmsten und kältesten Monat beträgt 21,7 °C.
- Das trockenste Jahr seit 1952 war das Jahr 1961 (285,9 mm), dagegen das Jahr mit höchstem Niederschlag das Jahr 2010 (990,9 mm). Der Monat mit dem meisten Niederschlag ist der Juni (72,3 mm), danach folgen die beiden andere Sommermonaten und der Mai. Ein zweites Maximum ist im November. Der trockenste Monat ist der März (31,7 mm), aber im Januar und Februar fällt in allgemeinen auch wenig Niederschlag.
- Es fällt jährlich Niederschlag in Form von Schnee im Durchschnitt an 30 Tagen, und an 29 Tagen gibt es eine zusammenhängende Schneedecke. Die höchste Anzahl der Tage mit Schneefall wurde 1986 und 1996, und die höchste Anzahl der Tage mit Schneedecke 1996 registriert. Am häufigsten schneit es im Januar, aber Februar und Dezember folgen dicht darauf. Mit dem ersten Schneefall muss man im Allgemeinen ab Mitte November rechnen, das Datum des letzten Schneefalls ist im Durchschnitt Ende März. Die maximalste Dicke der Schneedecke beträgt im Durchschnitt um 20 cm, die dickste Schneedecke wurde mit 53 cm im November 1999 gemessen.
- Im Gebiet Paks kommen durchschnittlich 27 *Gewitter* /Jahr vor, was den Landesdurchschnitt übersteigt (20–25 *Gewitter*). In der betrachteten Periode (1997 bis 2010) wurde die maximale Anzahl von 36 *Gewittern* in einem Jahr (1998 und 1999) registriert. Die *Gewittersaison* dauert vom April bis Oktober, und die *Hauptsaison* ist die Zeit zwischen Mai und August, in der letzten Periode kann man im Durchschnitt mit 5 bis 6 *Gewitter* im Monat rechnen, aber es sind in den vergangenen Jahren auch 9 bis 10 *Gewitter* im Monat vorgekommen.
- Der sonnenärmste Monat ist der Dezember mit durchschnittlich 53 *Sonnenstunden* im Monat. Die Monate von Mai bis September zeigen im Durchschnitt Werte von über 250 Stunden im Monat, der Juli ist der heiterste Monat mit 300 Stunden.
- Der Jahresdurchschnitt des Meeresspiegelluftdrucks beträgt in der Umgebung von Paks 1017,5 hPa, der Jahresverlauf ist ähnlich, wie im Land, die höchsten Werte (1021,9 hPa) werden in allgemeinen im Januar gemessen, die niedrigsten Werte (1014,1 hPa) im April registriert. Der durchschnittliche *Luftdruck* im Sommerhalbjahr ist niedriger, als der des Winterhalbjahrs.
- Die tatsächliche Verdampfung (die tatsächliche Menge des von der Erdoberfläche verdampfenden Wassers) ist in der Zeit von November bis Februar am kleinsten und in der

Zeit von Mai bis August am größten. Die potentielle (mögliche) Verdampfung ist im Winter am kleinsten, von Frühling bis Herbst, wesentlich höher als die tatsächliche, weil keine entsprechende Menge vom verdampfenden Wasser in dieser Zeit zur Verfügung steht.

- Die häufigste Windrichtung ist jahresbezogen Nordwesten (11,6%), und Nord-Nordwesten (11%), zweithäufigste ist die Richtung Süden (8,1%) (Abbildung 3.4.1-1.). Im Sommerhalbjahr ist die Richtung Nord-Nordwest dominierend (12,7%), dann folgt die Richtung Nordwest (12,2%), und die Richtung Nord (8,9%), so tritt die Richtung Süd (6,7%) auf den vierten Platz zurück. Die herrschende Windrichtung ist im Winterhalbjahr Nordwest (10,8), aber die Richtung Süden kommt hier auf den zweiten Platz (9,6%), und die Richtung Nord-Nordwest nimmt den dritten Platz (9,1%) ein.
- Die Jahresdurchschnitte der Windgeschwindigkeit lagen zu Anfang der untersuchten Periode 1997–2010 bei 1,9 bis 2 m/s, in den letzten Jahren 1,6 - 1,7 m/s (abnehmender Trend). Die höchsten Werte der Windgeschwindigkeit können im März und April beobachtet werden, die niedrigsten in der Zeit von August bis Oktober. Der Anteil der Windstille ist im Jahr durchschnittlich 2,2%, aber die Schwankung zwischen den Jahren war recht groß (1997 und 2002 0,3%, 2007 4,5%). Mit Windstille kann mit höchster Wahrscheinlichkeit zwischen August und Oktober gerechnet werden, am seltensten im März und April. Die Windgeschwindigkeiten 1,1 bis 2 m/s kommen am häufigsten vor, danach folgt der Bereich 0,1 bis 1 m/s, und am Schluss der Bereich 2,1 bis 3 m/s. Windgeschwindigkeiten zwischen 5,1 und 6 m/s kommen schon in weniger Prozenten vor, und über 6 m/s sehr selten.

Das Kernkraftwerk liegt südöstlich der Stadt Paks, so gelangen die aus der Stadt stammenden Belastungen durch den sehr häufigen nordwestlichen Wind in die Umgebung des Kraftwerks. Vom Kraftwerk aus gelangen die Schadstoffe durch den ebenfalls häufigen südöstlichen Wind in die Stadt. Die vom Kraftwerk stammenden Emissionen verbreiten sich bei den am häufigsten auftretenden Windrichtungen in Richtung der Siedlungen auf der gegenüberliegenden Seite der Donau (Dunaszentbenedek, Uszód), Die Donau schwächt die lokalen Emissionen als Durchzugkorridor und transportiert sie ab.

Bei den konventionellen Luftschadstoffen ist in der Umgebung des Kernkraftwerks die Auswirkung der Stadt dominant. Emissionen solcher Art durch das Kraftwerk sind minimal. Die Westwinde treiben die Verkehrsemissionen der 6. Hauptstraße in Richtung Kraftwerk. Die nördlichen und westlichen Winde mit turbulenten Eigenschaften verstärken die Abschwächung der Luftverunreinigung, während die laminaren südlichen Winde und windstille Perioden die Anhäufung der Schadstoffe begünstigen.

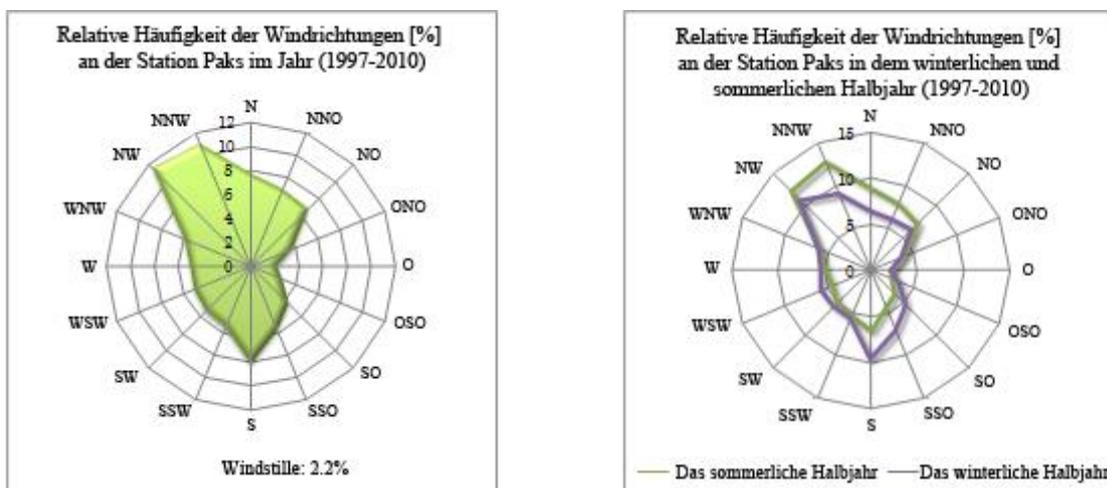


Abbildung 3.4.1-1. : Relative Häufigkeit der Windrichtungen [%] an der Station Paks zwischen 1997–2010

Vom Aspekt der Luftverunreinigung sind die Topographie der Umgebung und ihr Pflanzenbewuchs wichtige Faktoren. Das Gebiet zwischen der Stadt und dem Kraftwerk ist flach, keine Hügel beeinträchtigen die Abschwächung und Ausbreitung der Schadstoffe. Bei der Errichtung des Kernkraftwerks wurde im bedeutenden Umfang Schutzwald angelegt, dessen Reinigungs- und Filtereffekt entscheidend dazu beiträgt, dass die vom Verkehr verursachte Verunreinigung auf dem Gebiet gering ist. Die verschmutzende Wirkung der 6. Hauptstraße wird praktisch durch den Wald vom Kraftwerk getrennt.

3.4.2. Auswirkungen des Baus

Die klimatische Auswirkung aus dem Bau der neuen Kernkraftwerksblöcke stammt nur aus der s.g. urbanen Wirkung¹⁵. Diese wird als Folge des Anstiegs der bebauten Fläche durch Änderung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit usw. verursacht.

Das Kernkraftwerk Paks und die damit verbundenen Anlagen änderten bei ihrer Entstehung wesentlich den Charakter der Bodenoberfläche. Die vorherigen Agrarkulturen, die biologisch aktiven Flächen wurden bebaut, was das Albedo¹⁶ der Fläche, die Verdunstungsverhältnisse und die biologische Aktivität wesentlich beeinflusste.

Als Folge des Unterschieds zwischen dem Energiehaushalt der Stadt (hier bebautes Gebiet) und der natürlichen Oberfläche ist auf solchen Gebieten die Durchschnittstemperatur höher, als auf den benachbarten Flächen. Dieser Unterschied ist verhältnismäßig gering (kann nur einige Zehntel °C betragen), denn anhand von Messungen ist der Unterschied zwischen der Jahresdurchschnittstemperatur der Budapester Innenstadt und dem schon als Außengebiet zu betrachtenden Pestlőrinc 1,2 °C (Szász-Tőkei, 1997).

Die beiden neuen Blöcke werden nicht mehr auf einem landwirtschaftlich genutzten, oder biologisch aktiven Gebiet errichtet, sondern auf einer geschädigten Grasfläche. Das durch endgültige oder zeitweilige Bebauung betroffene Gebiet hat eine Größe von etwas über 100 ha. Innerhalb dessen werden anstelle der biologisch aktiven Gebiete zum einen bebauten, zum zweiten befestigte, zum dritten rekultivierte Grünflächen angelegt, so kann die ungünstige urbane Wirkung teilweise kompensiert werden.

Eine ähnliche Ausgleichswirkung hat auch ein um den Standort herum angelegter Schutzwald, was auch zur Minderung anderer Umweltbelastungen (Luftverunreinigung, Lärm) und der teilweisen Abdeckung der Sichtwirkung geeignet ist.

Durch die aus der Errichtung der beiden neuen Blöcke und der damit verbundenen Anlagen muss mit keiner erheblichen mikroklimatischen Auswirkung gerechnet werden.

3.4.3. Die Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke

Es ist notwendig die urbane Wirkung zu untersuchen, die sich aus folgendem ergibt: die sich aus der Präsenz des Kraftwerks ergebene Wärmebelastung durch seine Frischwasser-Kühlung und der urbanen Wirkung in der Umgebung der bebauten Flächen. Die Wärmebelastung tritt im Allgemeinen bei Wärmekraftwerken auf, die zweite bei allen mit bedeutender Bebauung verbundenen Anlagen.

¹⁵ Diese Erscheinung wird deshalb „urbane“ (städtische) Wirkung genannt, weil sie in erster Linie in Großstädten nachweisbar ist.

¹⁶ Albedo ist die Größe der Reflektionsfähigkeit von auf eine Fläche einfallender elektromagnetischen Strahlung (Durchschnitts-Albedo der Erde ist: 39%, von frischem Schnee: 80–90%, Rasen: 20–30%, Wald: 5–10%.)

3.4.3.1. Auswirkungen der Wärmebelastung

Zur Beschreibung der mesoklimatischen Wirkung der gegenwärtigen Wärmebelastung wurden im Zuge der Vorbereitung des Genehmigungsprozesses für die Betriebszeitverlängerung des Kernkraftwerks zwischen 2002-2004 Messungen zu mit der Wärmebelastung verbundenen meteorologischen Parametern durchgeführt. Die Wärmebelastung durch das Kernkraftwerk konnte nur unmittelbar neben dem Warmwasserkanal nachgewiesen werden. Beim größten Teil der Messungen blieb die Temperaturdifferenz zwischen den Werten vor und nach dem Einflusspunkt in die Donau unter 1 °. 200 m nach dem Einflusspunkt war die Auswirkung der Wärmebelastung nicht mehr eindeutig nachzuweisen. Die höheren Werte der monatlichen durchschnittlichen Luftfeuchtigkeit (1–3%) im Vergleich zum Referenz-Messpunkt sind wahrscheinlich durch die Nähe der Donau zu erklären. Bei kühlerer, heiterer, vertikal stabilerer Wetterlage, bzw. ruhiger Antizyklon-Wetterlage waren die Differenzen etwas höher, überschritten jedoch nicht 1,5 °C (meistens waren sie unter 1 °C), bzw. die 5% -e Luftfeuchtigkeits-Abweichung (meistens lagen sie unter 3%).

Die Kühlung der neuen Blöcke soll auch mit Frischwasser geschehen, die Rückleitung in die Donau würde jedoch nicht nur an einer, sondern an zwei Stellen realisiert werden. In diesem Fall ist der Empfänger der Wärmebelastung teilweise unmittelbar die Donau, teilweise die Atmosphäre. Die Wärmeübergabe an die Empfänger geschieht im Fall der Donau nur bis zur Einhaltung der früher festgelegten Temperaturbegrenzungen. Die zur Frischwasserkühlung benötigte Wassermenge wird in der Betriebsphase der neuen Blöcke anstelle der jetzt verbrauchten Menge (100–110 m³/s) bei 1600 MW und $\Delta t = 8 \text{ °C}$ (nach Abstellung der gegenwärtig laufenden Blöcke)) 172 m³/s betragen. Bei Annahme eines Linearverhältnisses zwischen der Temperatur und der Änderung der meteorologischen Parameter in der Umgebung des Warmwasserkanals wird die gemessene Temperaturdifferenz von 1 °C auf 1,7 °C, die relative Luftfeuchtigkeit von 1–3% auf 1,7–5,1% ansteigen. Die Temperaturänderung in der Umgebung des Warmwasserkanals ist also immer noch nicht signifikant, die Änderung der Luftfeuchtigkeit kann aber unserer Meinung nach schon nachweisbar sein.

3.4.3.2. Urbane Wirkung

Durch die urbane Wirkung der bedeutenden Bebauung in der Bauphase wird sich in der Betriebsphase noch weiter verstärken (Fahrzeugbewegungen, Luftverunreinigung, Wärmeemission usw.). Auf solchen Gebieten kann die zusätzliche Wärme die Bedingungen zur Entstehung von Schauern verstärken. Die Strukturierung der Oberfläche und der sich von der Umgebung unterscheidende Wärmehaushalt kann auch eine Änderung der Luftströmungsverhältnisse bewirken, wodurch sich auch die Luftfeuchtigkeits- und Verdunstungsverhältnisse ändern.

Es gibt auch einen entgegenwirkenden, die urbanen Auswirkungen verringernden Rückkopplungsmechanismus, z.B. Anstieg der Wolkenbildung, größere Windgeschwindigkeit. Bei der Kompensation spielen auch die Schutzwälder und Grünflächen von größerer biologischer Aktivität eine Rolle.

Durch den Betrieb des neuen Kraftwerks wird außer einem eventuellen Wärmezuwachs von einigen Zehntel Grad mit keiner mikroklimatischen Auswirkung gerechnet. In der Umgebung des Warmwasserkanals kann der Anstieg der relativen Feuchtigkeit in geringfügigem Maße nachweisbar werden.

3.4.4. Gemeinsame Wirkung der nuklearen Anlagen auf dem Standort

Bei der gemeinsamen Frischwasser-Kühlung der beiden Kraftwerke wird anstelle von bisher 100–110 m³/s insgesamt max. 272 m³/s Wasser notwendig. Unter Annahme einer linearen Änderung

wird anstelle der jetzt nachweisbaren Temperaturdifferenz im Umkreis des Warmwasserkanals von 1 °C [37] auf 2,7°C, die relative Luftfeuchtigkeit von 1–3% [37] auf 2,7–8,1% ansteigen. Das ist bei beiden Faktoren eine wesentliche, gut nachweisbare Änderung.

Mit der wesentlichen Änderung der urbanen Wirkung im Vergleich zum jetzigen Zustand muss auch bei Betrieb aller Anlagen nicht gerechnet werden, denn der Großteil der bebauten Fläche gehört zu den vorhandenen Anlagen.

3.5. Oberirdische Gewässer

3.5.1. Beschreibung des Ist-Zustandes

Die Donau als Strom prägt die engere und weitere Umgebung des Kernkraftwerks Paks (*Abbildung M-8. des Anhanges*). Für die Kühlwasserversorgung des Kraftwerks sorgt ein Kaltwasserkanal, der bei Flusskilometer (F.) 1526,6 aus der Donau abzweigt. Das Wasser fließt hauptsächlich über den Warmwasserkanal in das Flussbett zurück, und hat eine bedeutende unmittelbare Auswirkung auf die Umwelt (Wärmebelastung).

Auf dem Wassersammelgebiet am rechten Donauufer liegt der Csámpa-Bach 2 km westlich vom Standort, der in den Paks-Fadd Hauptkanal mündet. In den letzten Jahren war der Csámpa-Bach im Großteil des Jahres ausgetrocknet. Deshalb wird durch eine 1996 gebaute Überleitung regelmäßig Wasser aus den Klimaanlageanlagen der Büroräume des Kraftwerks in den Paks-Fadd Hauptkanal geleitet, um den Hauptkanal und dadurch das Flussarmsystem im Dreieck Fadd-Tolna-Bogyiszló etwas aufzufüllen. Die oberirdischen Gewässer des linken Donauufers gehören nicht zum unmittelbaren Wirkungsgebiet des Kraftwerks.

Ein Überrest des einst ausgebreiteten Flussarmsystems des Donau-Flachlandes ist auch der Kondor-Teich unmittelbar südöstlich vom Kraftwerk. 1 km östlich-südöstlich vom Kraftwerk, innerhalb des Dreieckgebietes Kondor-Teich – Warmwasserkanal – Donaubett, wurden anstelle der beim Bau des Kraftwerks benutzten Materialgruben auf insgesamt 75 ha Fischweiher (Angelteiche) errichtet. Der Kondor-Teich und die Fischweiher werden von Zeit zu Zeit mit dem technologischen Wasser des Kernkraftwerks aufgefüllt. Die Fischweiher sind einige Meter tief, ihr Wasser ist durch Ablagerungen mit der Donau verbunden. 5 km nordwestlich vom Kraftwerk wurden früher die Fischteiche bei Biritó durch Zurückstauen des Csámpa-Baches errichtet. Infolge der immer häufigeren Austrocknungen des Baches ist dieses Teichsystem heute praktisch verschwunden.

Laut Anhang 2 der Verordnung Nr. 28/2004. (XII. 25.) KvVM des Umweltschutz und Wasserwirtschaft Ministeriums über Flächen- Kategorien für Wassergüteschutz der oberirdischen Gewässer, sind die oberirdischen Gewässer im Umfeld des Standortes – sowie die betroffene Donaustrecke, als auch die sonstigen Fließ- und Standgewässer – in die allgemein geschützte Kategorie eingestuft.

Im Einklang mit der Richtlinie 2000/60/EK des Europäischen Parlaments und Rates (Wasserrahmenrichtlinie – ung. Abk. VKI) erschien der Wasserbewirtschaftungsplan Ungarns (VGT) in Anhang 1 des Regierungsbeschlusses Nr. 1127/2010. (V. 21.), mit insgesamt 42 Unterstufen. Die Umgebung des Kernkraftwerks Paks gehört zu den Unterstufen 1 bis 11 des Wassersammelgebietes des Sió Flusses, und befindet sich am Ostrand des Gebietes.

Laut VKI soll die umweltbezogene Zielsetzung im Grundfall bis 2015 erreicht werden, jedoch ist wegen der unverhältnismäßig hohen Wirtschaftslasten und Finanzierungsprobleme der gute Zustand bis 2021 zu erreichen.

Allgemeine Beschreibung der betroffenen Donaustrecke

Im 127 km langen Flussabschnitt zwischen Dunaföldvár und der südlichen Landesgrenze befinden sich 32 verschiedene Flussbiegungen. Das Mittelwasserflussbett ist im Durchschnitt 400 bis 600 m

breit, mit einem Gefälle von 6-8 cm pro km bis Fajsz, und darunter 4-5 cm pro km. Den Fluss begleiten an beiden Ufern Hochwasserdämme – ausgenommen an den Hochufern auf der rechten Seite zwischen Dunaföldvár und Bölske, Dunaszekcső und Bár und bei Paks. Beim Kernkraftwerk (F. 1527) ist das Mittelwasserflussbett 430 m, das Hochwasserbett 1,1 bis 1,2 km breit.

Anhand der Ende der 70er Jahre erarbeiteten Regulierungspläne kann der Flussabschnitt zwischen Dunaföldvár und der südlichen Landesgrenze als teilweise reguliert angesehen werden. Als Ergebnis dessen wurde das Hauptflussbett durch die Mittelwasser-Regulierung stabilisiert. Durch die infolge der Verengungen erhöhte Geschwindigkeit und durch das infolge der Verkürzungen größere Gefälle transportiert der Fluss auch mehr fluviales Sediment mit sich; beide Eingriffe haben Prozesse ausgelöst, die zu einer Flussbettvertiefung führen. Zur Vermeidung dieses Prozesses wurden in den letzten 20 Jahren die Regulierungs-Bauwerke auf tieferer Ebene und anhand geänderter Lagepläne errichtet.

Nördlich von der Stelle der Wasserentnahme durch das Kernkraftwerk, unmittelbar oberhalb der Stadt Paks, biegt die Donau in einer großen Kurve von Westen nach Süden ab. Deswegen verschiebt sich der Stromstrich in Richtung der rechten Uferseite, deshalb wird dieser Uferstreifen entlang der Stadt und weiter stromabwärts durch eine Steinmauer vor der seitlichen Erosion geschützt und stabilisiert. Zur Stabilisierung des Mittelwasserbetts wurden am konvexen Ufer zwischen F. 1530 und 1533 in Abständen von jeweils 600–750 m Wellenbrecher (Buhnen) errichtet. Sandbänke bilden sich auch derzeit am linken Ufer entlang, ganz bis F. 1525,5.

Bei F. 1526 verschiebt sich der Stromstrich zum linken Ufer hin. Unter der Mündung des Warmwasserkanals des Kernkraftwerks, wo das Überschwemmungsgebiet am rechten Ufer allmählich breiter wird, zieht sich in der Nähe des rechten Ufers eine etwa 2 km lange Sandbank entlang. Diese hinsichtlich der Schifffahrt ungünstige Sandbankbildung wurde bereits vor mehreren Jahrzehnten mit Wellenbrechern reguliert, um die ständige natürliche Auffüllung der Einbuchtungen zu ermöglichen. Parallel zur rechten Ufersicherung wurden am gegenüberliegenden Ufer bei Uszód im Abstand von 400 m zueinander kurze Buhnen gebaut. Dadurch wurde auch der linke Uferstreifen vollkommen stabilisiert.

Wasserführung der Donau

Die Wasserführung der Donau wird vor allem durch Schneeschmelze und Niederschläge in den Alpen bestimmt. Hochwässer sind typischerweise mit der Frühjahrsschneeschmelze und mit Niederschlagshöchstwerten und Gletscherschmelze zu Sommeranfang verbunden. Dauerhafte Niedrigwasserperioden kommen meistens zwischen November und Februar vor.

Aus Mangel an bedeutsameren Nebengewässern ändert sich das Abflussregime der Donau zwischen Dunaújváros und Mohács kaum. Die kleinste in den Jahren von 1960-1989 gemessene Wasserführung war $780 \text{ m}^3/\text{s}$, die durchschnittliche tägliche Wasserführung $2350 \text{ m}^3/\text{s}$ und die größte $8870 \text{ m}^3/\text{s}$.

Im Abschnitt bei F. 1527,0 des Kraftwerks lassen sich die Wasserstands Änderungen mithilfe der seit dem 1. Januar 1868 betriebenen Messstation bei Paks (F. 1531,3) darstellen. Der Pegelnullpunkt ist auf 85,38 m BH festgelegt. Der seit Beginn der Beobachtungen gemessene niedrigste Wasserstand (NW) -58 cm lag bei 84,80 m BH (3. Dezember 2011). Der höchste eisfreie Wasserstand (HHW) +872 cm war 94,10 m BH, am 19. Juni 1965, der höchste Wasserstand (HHW) an Eistagen lag am 27. Februar 1876 bei 95,44 m BH (+1006 cm). Die jährliche absolute Wasserstands Änderung hängt in erster Linie vom Hochwasserstand ab: der Wert liegt bei 6–7 m, aber in Jahren extremer Wasserführungen (z. B. 2006) erreicht er sogar 9 m.

In den letzten zehn Jahren stieg die Häufigkeit von Niedrig- und Hochwasserereignissen gleichermaßen an. Zwischen den Jahren 2003 und 2009 kamen jedes Jahr Wasserstände von 85,21 m BH (-17 cm) oder niedriger vor. Gleichzeitig kulminierten die Hochwasserwellen in den Jahren 2002, 2006 und 2010 bei Werten von 93,74 m BH oder mehr zwischen +836 +861 cm.

Die Messstation bei Paks ist zugleich auch ein maßgebender Hochwasserpegel. Nach der Verordnung des Ministeriums für Verkehr, Kommunikation und Wasserwirtschaft Nr. 10/1997. (VII. 17.) KHVM über Hoch- und Binnenwasserschutz, geändert im Jahr 2010, ist die entsprechende Warnstufe auf der rechten Donauseite, für den Abschnitt zwischen der Mündung der Sió und Paks anhand der Angaben des Messpegels in Paks anzuordnen.

Der gegenwärtig gültige Wert für das Ausrufen der Stufe III am rechten Ufer ist höher, als der bisher beobachtete höchste Wasserstand an eisfreien Tagen. Gleichzeitig schreibt die Verordnung im Falle des Dammes auf der linken Uferseite, gegenüber dem Kraftwerk für den Abschnitt zwischen Uszód und Solt viel niedrigere Warnstufen vor. All dies widerspiegelt gut die unterschiedliche Hochwassergefahr der beiden Ufer.

Nach der Verordnung des Umweltschutz und Wasserwirtschaft Ministeriums Nr. 11/2010. (IV. 28.) KvVM über maßgebliche Hochwasserstände von Flüssen ist die Höhe der zum Hochwasserschutz errichteten Bauwerke so festzulegen, dass sie 1,0 m höher liegen als der in der Anlage der Verordnung vorgegebene Hochwasserstand. Bei Abschnitt 1527,0 des Kernkraftwerks beträgt der maßgebliche Hochwasserstand derzeit 94,05 m BH.

Im Abschnitt des Kraftwerks (bei F. 1527,0) liegen die Wasserstände – unterschiedlich in Hoch- und Niedrigwasserperioden – um 0,3 bis 0,6 m als die an der Messstation Paks abgelesenen Werte.

Die Aufschüttungshöhe des Kernkraftwerksgeländes liegt bei 97,00 m BH; also fast 3,0 m höher, als der maßgebliche Hochwasserstand, und ca. um 1,4 m höher als der 10 000 jährliche Hochwasserstand (berechnet anhand einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 0,01%) an eisfreien Tagen und höher, als die Kronenhöhe 96,60 m BH des Schutzdammes am linken Donauufer im Abschnitt des Kraftwerks. Mit Berücksichtigung all dieser Tatsachen ist der Standort des Kernkraftwerks in Betreff auf die Hochwassergefahr als sicher anzusehen. Bei den derzeitigen Abflussverhältnissen sind Flutwellen, die durch die Überschwemmung des Standortes des Kernkraftwerks eine unmittelbare Verschmutzung der Donau verursachen, praktisch auszuschließen.

Für den sicheren Betrieb des Kernkraftwerks Paks ist die entsprechende Frischwasserkühlung unerlässlich. Bei der Planung des Kraftwerks wurde der an der Messstation Paks bis dahin beobachtete niedrigste Wasserstand 85,65 m BH (+27 cm) zugrunde gelegt, und der im Abschnitt des Kraftwerks maßgeblicher Niedrigwasserstand 85,24 m BH festgelegt. Dementsprechend wurde für die Saugseite der Kühlwasserpumpen des Kraftwerks die ursprüngliche Minimalhöhe von 84,74 m BH vorgegeben. Noch im Jahr der Inbetriebsetzung von Block 1, im Herbst 1983 sank aber der Wasserstand beim Messpegel von Paks unter den früheren Kleinstwert, auf -27 cm, was einen Wasserstand von 84,77 m BH beim Auslauf des Kaltwasserkanals ergab.

Damalige Bewertungen haben verdeutlicht, dass die Niedrigwasserstände durch Bauzwecken dienende Kiesausbaggerungen im Donaubett verursacht wurden, die die natürlichen Auffüllungsprozesse des Flusses wesentlich überschritten. Aus diesem Grund wurde diese Tätigkeit untersagt.

Als Folge der Vertiefung des Niedrigwasser-Flussbettes liegt das Abflussregime bei Niedrigwasser der Donau in den letzten 25 Jahren bei immer niedrigem Wasserstand. [71], [72].

Der Kühlwasserbedarf des Kernkraftwerks Paks wird durch einen Kaltwasserauslauf bei F. 1526,6 aus der Donau gesichert. Die behördlich zugelassene Menge für Rohwasserentnahme beträgt derzeit 98 m³/s, 2,5 Mrd. m³ pro Jahr. Der tatsächliche Wasserverbrauch belief sich zwischen 1997–2008 auf 2,1 bis 2,4 Mrd. m³. Neben dem Normalbetrieb der vier Blöcke beträgt die für die Kühlung der Turbinenkondensatoren nötige Wassermenge 100–110 m³/s. Da der Kühlwasserbedarf die zugelassene entnehmbare Wassermenge überschreitet, wird er durch technologische Umwälzung des Wassers gedeckt.

Das entnommene Rohwasser macht 4 bis 4,5% der mittleren Wasserführung der Donau aus, und etwa 14% der kleinsten Wasserführung der Donau (ca. 700 m³/s). Fast die volle Menge des

verbrauchten Kühlwassers wird etwa 450 m unter der Wasserentnahmestelle, über ein Objekt zur Verminderung der einströmenden Wasserenergie des Warmwasserkanals in die Donau zurückgeleitet. Der Wasserverbrauch des Kraftwerks verursacht zwar keine sonderliche quantitative Änderung, aber das zurückgeleitete verbrauchte Kühlwasser wirkt sich auf die Strömungs- und Flussbettverhältnisse, die Wassergüte und –temperatur, und auch auf die ökologischen Verhältnisse aus.

Strömungs- und Flussbettverhältnisse der Donau

Im Umfeld des Kernkraftwerks Paks wurden mehrmals ausführliche hydrometrische¹⁷ Ermittlungen vorgenommen. Zuerst 1967[73], danach 1983 bei einer Wasserführung von 2900 m³/s und einem Kühlwasserverbrauch von 55 m³/s, und 2003 bei einer Wasserführung von 1600 m³/s und einem nominalen Kühlwasserverbrauch von 110 m³/s. Bei mittlerer Wasserführung war der Einfluss des einlaufenden Warmwasserstreifens auf den Strömungsbereich kleiner, der Stromstrich zog sich auch noch bei F. 1525,0 auf der rechten Flussbettseite entlang. Bei niedrigerer Wasserführung zieht sich der Stromstrich durch Einfluss der richtungsändernden Buhnen bei F. 1525,0 schon auf der linken Seite des Flussbettes hin.

Im Gebiet des Kernkraftwerks beträgt die durchschnittliche Flussbetttiefe der Donau 4 m unter der Niedrigwasserhöhe, im Stromstrich 5–6 m. Das Flussbett besteht hauptsächlich aus Kiessand und sandigem Kies.

Der allgemeine Vertiefungsprozess im Flussbett im engen Umfeld des Kernkraftwerks ist zum Stillstand gekommen, und kann als relativ stabil bezeichnet werden. Da jedoch immer weniger Flussgeschiebe vom Fluss nachtransportiert wird, hat sich im betroffenen Donauabschnitt Geschiebemangel entwickelt; das derzeit empfindliche Gleichgewicht kann leicht zerstört werden.

Unter dem Ausfluss des Warmwasserkanals haben beschleunigte Wassergeschwindigkeit und Turbulenz das Flussbett bedeutend vertieft (*Abbildung M-9 des Anhangs.*). Gleichzeitig ist die Höhe der Sandbank am rechten Ufer (bei Uszód) gewachsen, ihre Oberfläche ist mit ständiger Vegetation bewachsen, und über dem Kiessand bildet sich eine feinkörnige Ablagerung. Ebenfalls mit der Vertiefung des Niedrigwasserflussbettes lässt sich erklären, dass sich in den letzten 5 Jahren zwischen F. 1525,6–1526,1 auch dem linken Ufer entlang eine dünne, lange Sandbank gebildet hat.

Wasserqualität der Donau

Den immer strengeren Umweltschutzvorschriften und der enormen Reduzierung industrieller und kommunaler Abwasserbelastung zufolge hat sich die Wasserqualität der Donau in den letzten Jahrzehnten ständig verbessert. *Abbildung M10 im Anhang.* zeigt die zeitliche Entwicklung einiger typischer – jährlich zu 90% dauerhafter – Wassergütekennwerte, gemessen an repräsentativen Probenstellen im Donauabschnitt zwischen Dunaföldvár und Hercegszántó. Wie ersichtlich, sind die zeitlichen Änderungen im Zeitraum 1979–2004 viel bedeutsamer, als die Konzentrationsänderung der geprüften Kennwerte in Fließrichtung.

Die Wasserqualität der Donau lässt sich derzeit im Gebiet von Paks laut Norm MSZ 12749:1994 in folgende Güteklassen einstufen: nach den Sauerstoffkennzahlen und dem Gehalt an organischen Stoffen in die Klasse I–II (ausgezeichnet-gut); nach dem Gehalt an pflanzlichen Nährstoffen in die Klasse II–III (gut-ausreichend); nach der Konzentration organischer und anorganischer Mikro-Schmutzpartikeln, insbesondere anion-aktiver Reinigungsmittel und toxischer Metalle in die Klasse I–II; aufgrund der Phenole in Klasse II–III; aufgrund von Erdölen und dessen Produkte – trotz der eindeutigen Verbesserung – in Klasse IV (verschmutzt).

An den Probenstellen unterhalb des Kernkraftwerks (bei Fajsz, Baja, Mohács, Hercegszántó) ist die Wasserqualität im Allgemeinen nicht schlechter, als oberhalb (Dunaföldvár). D. h., die

¹⁷ Hydrometrie: mengenmäßige Erfassung des Wasserkreislaufs, Wissenschaft, die sich mit den technisch wichtigen Parametern (z.B. Strömungsgeschwindigkeit) von fließenden und stehenden Gewässern beschäftigt.

Wasserqualität der Donau ändert sich durch das vom Kernkraftwerk freigesetzte Abwasser nicht im Besonderen.

Seit 1983 werden regelmäßige Prüfungen für Wasserbewirtschaftung und Wasserqualität hinsichtlich der Wassersysteme des Kernkraftwerks Paks durchgeführt [74]. Beim Monitoring vor Ort wird die Wassergüte der Donau oberhalb des Ausflusses des Kaltwasserkanals bei F. 1527,0, und unterhalb der Mündung des Warmwasserkanals bei F. 1526,0 geprüft.

Die entnommenen Proben haben die aus der Wasserprüfung an den Probenstellen gezogenen Folgerungen bestätigt: die Auswirkungen der Abwässer des Kernkraftwerks waren im Längsprofil der Donau hauptsächlich in Bezug auf Wassertemperatur, Sauerstoffkennwerte, bestimmte Mikro-Schmutzpartikel, Erdölderivate und für Haushaltsabwasser typische Komponente nachweisbar. Allerdings hat die Verschmutzungskonzentration die typischen Durchschnittswerte des Donauwassers nur geringfügig überschritten.

Im Kernkraftwerk entsteht jährlich 240–280 tausend m³ kommunales Abwasser. Die im eigenen Klärwerk des Kraftwerks angewandte Technologie beruht auf Totaloxidation und dem Belebtschlammverfahren, mit einer Kapazität von 1870 m³/Tag (657 t. m³/Jahr). Gereinigtes Abwasser wird durch eine Rohrleitung in den Warmwasserkanal (oberhalb des Tosbeckens) geleitet, von dort gelangt es mit verbrauchtem Kühlwasser gemischt, aber tausendfach verdünnt, zurück in die Donau.

Aus der Donau gewonnenes Wasser wird nicht nur als Kühlwasser, sondern auch als industrielles Zusatzwasser verwendet. Im Kernkraftwerk werden jährlich ca. 1 Mio. m³ salzfreies Wasser mit Reinigung durch Ionentausch hergestellt. Im Verfahren entsteht jährlich 140–160 tausend m³ saures und laugiges gewerbliches Abwasser, welches in 10 000 m³ großen Schlammbecken neutralisiert und abgesetzt (geklärt) wird, im Bereich zwischen Kalt- und Warmwasserkanal. Die Wasserqualität der Becken wird betrieblich und behördlich regelmäßig überprüft. Das Klärwasser wird über die Sammelleitung geklärter kommunaler Abwässer ausgeführt, mit Einlass oberhalb des Tosbeckens des Warmwasserkanals.

Wassertemperaturen der Donau

Die Temperatur des Donauwassers wird am nächsten zum Standort, im Messabschnitt bei der Schiffsstation Paks bei F. 1531,3 regelmäßig gemessen. Wegen der Nähe des Messabschnittes gelten die Daten auch für die Wasserentnahmestelle des Kernkraftwerks. Die höchste Wassertemperatur in den Jahren vor Errichtung des Kernkraftwerks betrug 25,2 °C (8. August 1971.). In der Betriebszeit wurde 2006 der Höchstwert von 26,7 °C gemessen, davor 25,9 °C im Sommer 1994 und 2003. *Abbildung M-11 im Anhang* zeigt die jährlichen Wassertemperaturen der Donau im Zeitraum 1990 bis 2009.

Laut Absatz 1 § 10 der Verordnung des Umweltschutzministeriums Nr. 15/2001. (VI. 5.) KöM über radioaktive Emissionen in Luft und Wasser, die bei der Verwendung von Kernenergie entstehen, darf die Differenz zwischen den Temperaturen (ΔT) des aus dem Kernkraftwerk ausgelassenen Wassers und des Empfangswassers höchstens 11 °C, bzw. bei Temperaturen unter +4 °C des Empfangswassers höchstens 14 °C sein und die Höchsttemperatur des Empfangswassers im Abschnitt von 500 m ab dem Auslass, an jeder beliebigen Stelle 30 °C (T_{\max}) nicht übersteigen.

Im Betriebs-Monitoring System des Kernkraftwerks Paks wird die Wassertemperatur der Kühlwasserkanäle stündlich gemessen. Das im Kaltwasserkanal geführte filtrierte Wasser wird durch technologische Anlagen um 7 bis 9 °C (in Wintermonaten um 11–12 °C) wärmer als das jeweilige Flusswasser in die Donau zurückgelassen.

Den Prüfungen auf Wahrscheinlichkeit und Dauer des gemeinsamen Vorkommens von Wassertemperaturen und –führungen zufolge ist mit zwei maßgeblichen Situationen zu rechnen: höchste Wassertemperatur im Sommer und Niedrigwasserführung im Herbst. Im Sommer, bei Wassertemperaturen der Donau über 24 °C ist in erster Linie der Grenzwert für Maximum

Temperaturen (T_{\max}) einzuhalten. Am kritischsten sind Niedrigwasserführungen im Hochsommer wegen anhaltender Hitze und Trockenheit. Solches Extremwetter herrschte zuletzt in den Jahren 1992, 1994 und 2003. Das Kernkraftwerk traf damals Maßnahmen für den Wassergüteschutz, um die Einhaltung der Temperaturgrenzen zu sichern. Bei Niedrigwasser im Herbst und Winter, wenn die relative Wärmebelastung wegen der niedrigen Wasserführung des Flusses ansteigt, muss vor allem auf die Einhaltung des Wärmestufengrenzwert (ΔT) geachtet werden.

Um die Vermischung des erwärmten Kühlwassers mit der Donau zu prüfen, wurden zwischen 1983 und 2005 sechs Thermovisionmessungen vorgenommen [75] (*Abbildung M-12 im Anhang*). Den Aufnahmen zufolge ist die Wärmefahne im Abschnitt von 1–2 km unter dem Auslass, unabhängig von Wasserführung und – temperatur der Donau, relativ homogen, außer der Ausflussturbulenz vermischt sich das Kühlwasser kaum. Die Wärmefahne fließt am rechten Ufer entlang ab, und gelangt auch in das Gebiet zwischen den Sandbänken. Die Wärmefahne vermischt sich größtenteils innerhalb einer Entfernung von 4–5 km nach dem Einlauf, und 10 km entfernt ist er anhand der Oberflächentemperatur des Wassers nicht mehr nachweisbar.

Zwischen F. 1527–1499 wurde an 8 Stellen zur Untersuchung der Vermischung unter der Wasseroberfläche und der Temperaturdifferenzen in der Tiefe, die Temperaturverteilung je nach Tiefe [76] gemessen. Den Messungen nach ist die Wassertemperatur bei der Brücke bei Szekszárd, 27 km unterhalb des Ausflusses, im vollen Tiefenquerschnitt der Donau, um 1,1 bis 1,3 °C wärmer, als der Wasserkörper am linken Ufer. In Bezug auf die endgültigen Wirkungsträger (gewisse Arten von Wasserlebewesen) ist dieser Unterschied jedoch nicht mehr relevant.

Im von der Wärmefahne betroffenen Flussabschnitt beschleunigt die angestiegene Wassertemperatur den Abbau organischer Stoffe im Fluss, die Folgen sind wachsender Sauerstoffverbrauch und Sauerstoffentzug. Der Einführung des Warmwassers zufolge ist die gesamte Biomasse in der Donau höher als weiter oben. Im Abschnitt von einigen km unterhalb des Ausflusses ist die Tier- und Pflanzenwelt des Wassers die vielleicht artenreichste in der Region. Den höheren Temperaturen zufolge weist der Fischbestand – besonders in den Wintermonaten – eine im Vergleich zum Durchschnitt höhere Speziendichte auf. Insgesamt lässt sich feststellen, dass die wasserchemischen und hydrobiologischen Auswirkungen des abgeführten Warmwassers die behördlichen Vorgaben erfüllen, die Wassergütegrenzwerte wurden in keinem Fall überschritten.

Die Vermischungsvorgänge des erwärmten Kühlwassers wurden durch numerische Modelle geprüft [77]. Anhand der Berechnungen wurden Vorschläge zur Weiterentwicklung des Monitoring und der Betriebslenkung erarbeitet. Mögliche Auswirkungen der Klimaveränderung wurden durch Analyse der potenziellen Klimawirkungen für 2050 bewertet. Demnach kommen Wassertemperaturen über 24–25 °C, die hinsichtlich der einzuhaltenden Umweltschutzvorschrift in Bezug auf den Referenzabschnitt 500 m unterhalb des Auslasses als kritisch gelten, derzeit im Durchschnitt an höchstens 2 bis 5 Tagen im Jahr vor. Neben dem vermuteten Szenario der Klimaveränderung wächst die Wahrscheinlichkeit, dass kritische Situationen andauern, um etwa das dreifache (auf 8–16 Tage), doch sind diese Schätzungen ziemlich vage.

3.5.2. Auswirkungen des Bautätigkeit

Beim Bau und Errichtung der geplanten neuen Blöcke untersuchten wir vom Aspekt der direkten und indirekten Auswirkungen - über die Auswirkungen der gegenwärtig laufenden Blöcke hinaus - die Mehr-Belastung der oberirdischen Wasserkörper: Sicherung, Behandlung und Abführung von technologischem und Kühlwasser, Behandlung des bei den Fundamentarbeiten abgepumpten Wassers, Behandlung und Abführung von Abwässern, Eingriffe, die das Flussbett und die Ufer der Donau betreffen, sowie Wasseroberflächen-Verschmutzung durch Staubablagerungen.

3.5.2.1. Entnahme des Gebrauchswassers und des technologischen Wassers

Technologischer Wasserbedarf

Die technologischen Wasseransprüche werden durch Entnahme aus der Donau gesichert. Deionat wird in großer Menge in der Phase des Probetriebs erforderlich sein, das aus dem Zusatzwasserbetrieb für die neuen Blöcke gesichert wird. Der genaue Wasseranspruch für die einzelnen Bauprozesse ist in der jetzigen Phase der Planung noch nicht bekannt. Die von den Lieferanten der einzelnen Blocktypen angegebene Wassermengen liegen zwischen 400 m³/Tag und 1300 m³/Tag, der durchschnittliche Wasserbedarf beträgt 1000 m³/Tag [27 – 30].

Löschwasserbedarf

Das Feuerlöschwasser wird auch beim Betrieb der neuen Blöcke durch Wasserentnahme aus der Donau und aus den Brunnen mit Uferfiltrierung erfolgen.

Der maximale Bedarf ist 47 l/s, der durchschnittliche Wasserbedarf liegt ungefähr bei 1000 m³/Monat [26], [27].

3.5.2.2. Abführung des Abwassers

Die Wirkung aus der Ableitung des Wassers nach dessen Klärung betrifft die Donau. Die Einhaltung der Grenzwerte gemäß Anlage 2 der Verordnung des Ministeriums des Umweltschutzes und der regionalen Entwicklung 28/2004. (XII. 25.) für die direkte Einführung in die Empfänger nach den gebietlichen Kategorien ist auch bei den neuen Blöcken erforderlich.

Drainage beim Tiefbau

Das bei der Drainage der Arbeitsgrube entstandenes Wasser erfordert infolge der Qualität, des hohen Inhalts an Sedimenten, und der eventuellen Ölverunreinigung eine ständige Kontrolle. Die Einführung in die Donau ist nach Abwasserbehandlung (Absetzen, Ölabscheidung usw.) unter der Einhaltung der Grenzwerte von der Anlage 2 der Verordnung des Ministeriums des Umweltschutzes und der regionalen Entwicklung 28/2004. (XII. 25.) zulässig. Die auftretenden schädlichen Wirkungen können auf die Zeit der Fundamentarbeiten begrenzt, und mit entsprechender Sorgfalt, sowie durch die Einhaltung der Freisetzungsgrenzwerte vermindert werden.

Niederschlagswasser

Bei dem Aufbau des neuen Kernkraftwerks soll ein System für die Abführung und Behandlung des Niederschlagswassers aus dem Niederschlag und Schneeschmelze des Aufzugs-, bzw. Betriebsgeländes errichtet werden. Empfänger der gesammelten Wässer kann nach Ölabscheidung der Kaltwasser- oder der Warmwasserkanal sein. Es ist erforderlich beim Anfang der Bauarbeiten ein provisorisches System für die Abführung des Niederschlagswassers unabhängig von dem Typ des Blocks anzulegen, das mit dem Fortgang der Arbeiten nach den Erfordernissen erweitert werden soll. Das Niederschlagswasser kann besonders in der Bauphase Anschwemmung, Öl und aus der Luft abgesetzte Verschmutzungen beinhalten, die entsprechende Kontrolle und Behandlung sollen vor der Einführung in den Empfänger weiterhin gesichert sein.

Kommunales Abwasser

Die Errichtung der neuen Blöcke ist mit bedeutendem Anspruch an Arbeitskräften begleitet, und das erhöht die Menge des aufkommenden kommunalen Abwassers, deshalb ist es erforderlich für die Behandlung des auf dem Baugelände entstehenden kommunalen Abwassers schon vor dem

Beginn der Bauarbeiten eine neue Kläranlage zu errichten. Empfänger des geklärten Abwassers kann über den Warmwasserkanal die Donau sein. [78]

Die Anzahl der Bauarbeiter kann in den verschiedenen Bauphasen unterschiedlich sein. Anhand der Angaben der Lieferanten kann dieses zwischen 1200-7000 Personen liegen. Die Menge des abzuführenden kommunalen Abwassers, berechnet mit 140 l/Tag/Person liegt zwischen 168–980 m³/Tag [26 – 30].

Die Freisetzung des Abwassers ändert bei Einhaltung der Grenzwerte nicht wesentlich die Wasserqualität der Donau, als Empfänger, die Wirkung bleibt innerhalb von 5 km.

3.5.2.3. Sonstige Auswirkungen

Das Kernkraftwerk verfügt über einen Flusshafen, errichtet an dem Kaltwasserkanal. Die Auswirkungen des Straßentransports können durch Anlage eines provisorischen Hafens am Ufer der Donau vermindert werden.

Als Teil des Zweistufen-Frischwasser-Kühlsystems ist geplant, die Wasserversorgung des neuen Kaltwasserkanals mit Hängebett durch Errichtung einer Pumpenstation am Donauufer zu sichern.

Die Anlage des Überpumpenbauwerks hat eine direkte Auswirkung auf die Wasserqualität und den hydrodynamischen Zustand der Donau. Die zeitweiligen Wirkungen der Bauphase betreffen direkt das Donauufer, und auch das Donaubett, die morphologischen Änderungen, sowie die Änderungen der Wasserqualität infolge der ändernden Strömungsverhältnisse erfordern ausführlichere Untersuchungen.

3.5.2.4. Indirekte Verschmutzungswirkungen

Der bei den Bauarbeiten auf die Oberflächengewässer abgesetzte Staub soll als indirekte Auswirkung untersucht werden. Der Feinstaub kann minimiert werden, wenn das Gelände bei Trockenwetter befeuchtet wird, die Hauptverkehrswege provisorisch befestigt werden (mit staubbindendem Belag), und für die Minimierung des Feinstaubes aus Ladung von Lastfahrzeugen gesorgt wird (z. B. durch feuchten Zustand der Ladung oder Planen Abdeckung). Die Vorschriften der Regierungsverordnung Nr. 306/2010. (XII. 13.) über den Schutz Atmosphäre sollen bei der Planung, der Ausführung, dem Betrieb und bei Stilllegung eingehalten werden.

Es ist wichtig, die entsprechende Auswahl der nötigen Arbeitsmaschinen, und die ständige Wartung zwecks Vermeidung der Verschmutzung des Bodens, des Grundwassers und der oberirdischen Gewässer infolge der eventuell ausfließenden Kohlenwasserstoffprodukte vorzunehmen. Es ist erforderlich für die Arbeitsmaschinen eine Reparatur- u. Wartungswerkstatt, Tankstelle, einen Öltankpark, sowie ein Lager für Ölfässer zu errichten. Die Minimierung des Tropfens und des Ausflusses ist bei diesen Anlagen besonders wichtig.

3.5.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke

3.5.3.1. Kühlwasser-Sicherung

Bei der Untersuchung der Kühlmöglichkeiten [21] wurde bei Frischwasser-Kühlung mit dem in *Tabelle 2.4.2-1 des Unterabschnitts 2.4.2.* angegeben Wasserbedarf gerechnet. Die als Teil des Zweistufen-Frischwasser-Kühlsystems geplante Pumpenstation am Donauufer mit einer Wassermenge von 132–172 m³/s den Kaltwasserkanal. Es sind lokal und langfristig die Auswirkungen der Pumpenstation auf die Wassergeschwindigkeiten der Donau, auf den Schiffsverkehr und auf die lokalen morphologischen Bedingungen zu untersuchen, da die Wasserentnahme auf in Nähe des auf die rechte Seite getriebenen Strömung Strichs geschieht. Der Wasserbedarf durch den Betrieb der neuen Blöcke ist bei durchschnittlicher kleinster

Wasserführung der Donau 25%, bei durchschnittlicher Wasserführung etwa 7,5% der Wasserführung. Das durch die Kühlwasserentnahme betroffene Gebiet ist das Gebiet zwischen dem Kalt- und dem Warmwasserkanal.

3.5.3.2. Sonstige technologische Wasserentnahme

Anhand der Lieferantangaben ist der durchschnittliche Bedarf an Deionat $430 \text{ m}^3/\text{Tag}$, der maximale Bedarf $3000 \text{ m}^3/\text{Tag}$. Der voraussichtliche minimale und maximale Bedarf an unbehandeltem Wasser ist $315 \text{ m}^3/\text{Tag}$ und $4000 \text{ m}^3/\text{Tag}$ [26], [28], [29], [30].

Die Sicherung des Löschwassers geschieht auch bei den neuen Blöcken aus den Brunnen mit Uferfiltrierung. Der maximale Bedarf wird auf 20-47 l/s, der durchschnittliche Wasserbedarf auf $3000 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ geschätzt [26], [27].

3.5.3.3. Abführung von geklärtem Abwasser

Beim Betrieb des Kraftwerks entstehen Abwässer in folgenden Prozessen: Wasseraufbereitung, Wasserenthärtung, Ausblasen des Dampferzeugers, Reinigung, Regenerierung des Kondensat-Behandlungssystems, technologisches Abwasser mit Ölverunreinigung (und vorbehandelt), sowie sonstige technologische und kommunale Abwässer.

Über die geklärten Abwässer hinaus ist mit der Entstehung von weiteren Abwässern zu rechnen, die keiner Reinigung bedürfen. Die zu behandelnden Abwässer müssen gesammelt werden und dürfen durch das schon in der Bauphase errichtete Kläranlage in die Donau abgeleitet werden. Die Qualität des abgeleiteten Abwassers muss den Grenzwerten gemäß Anlage 2 der Verordnung des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft 28/2004. (XII. 25.) KvVM für die direkte Einführung in die Empfänger nach den gebietlichen Kategorien entsprechen.

Kommunales Abwasser

Nach der Freisetzung von besonders vielen kommunalen Abwässern in der Bauphase muss in der Betriebsphase mit wesentlich weniger Abwasser gerechnet werden. Die geschätzte Menge liegt voraussichtlich zwischen $50 \text{ m}^3/\text{Tag}$ und $160 \text{ m}^3/\text{Tag}$, durchschnittlich $100 \text{ m}^3/\text{Tag}$.

Sonstige Abwasserfreisetzungen

Abwässer entstehen neben der Ausgabe von den kommunalen Abwässern und Kühlwässern bei der Wasseraufbereitung (Abschlämmen des Absetzbeckens, Regenerierung der Ionentauscher, bzw. Rückspülung der Filter), bei der Reinigung der Gebäuden und Hallen, sowie bei sonstigen technologischen Prozessen. Die eventuell ölverschmutzte Abwässer dürfen über Öl- und Schlammabscheider in die Kanalisation des Betriebsgeländes eingelassen werden.

Ableitung des Niederschlagswassers

Das Niederschlagswasser kann besonders in der Bauphase Anschwemmung, Öl und aus der Luft abgesetzte Schmutzstoffe (toxische Metalle) beinhalten, in Betriebsphase soll es auch eine entsprechende Kontrolle und Behandlung vor der Einführung in den Empfänger gesichert werden. Bei dem Ausbau des Ableitungssystems soll über den Einbau von Ölfiltern sowie über die Errichtung von Sammelbecken des Niederschlagswassers zwecks Möglichkeit der Zurückhaltung der Wassermenge im Fall eines intensiven Niederschlags gesorgt werden.

Der Wasserersatz des Kondor-Sees und der Fischweiher erfolgt durch periodische Einleitung des gebrauchten technologischen Wassers von dem Kernkraftwerk. Das kann beim Betrieb der neuen Blöcke unter Einhaltung der Freisetzungsgrenzwerte für die direkte Einführung in den Empfänger gemäß Anlage 2 der Verordnung des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft

28/2004. (XII. 25.) über die Freisetzungsgrenzwerte je Kategorie des Wasserqualitätsschutzgebiets weiterhin gesichert werden.

Die Auswirkung der Abwasserfreisetzung durch Niederschlagwasser und sonstiges Nutzwasser bleibt auf die Donau bezogen innerhalb von 5 km-n. Im Weiteren ist mit einem Vermischungsmodell zu untersuchen, ob eine Änderung der Wasserqualitätsstufe eintritt, und wie groß deren Auswirkungsgebiet ist.

3.5.3.4. Freisetzung von erwärmten Kühlwasser

Bei Frischwasserkühlung wird das erwärmte Kühlwasser in die Donau zurückgeleitet und über gibt seine Wärme unmittelbar dem Flusswasser. Der neu auszubauende Arm des Warmwasserkanals, d.h. die Einleitung des Warmwassers an zwei Stellen, dient zur intensiven Vermischung des erwärmten Kühlwassers aus dem gleichzeitigen Betrieb der alten und neuen Blöcke.

Den gegenwärtig geltenden Vorschriften nach wird die Nutzung des Donauwassers als Kühlwasser durch die Rückleitung des erwärmten Kühlwassers und durch dessen Wärmebelastung begrenzt. Maßgebend sind die Regierungsverordnung 220/2004. (VII. 21.) über die Regeln zum Schutz der Wasserqualität von oberirdischen Gewässern und die Verordnung des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft 28/2004. (XII. 25.)KvVM über die Grenzwerte für wasserverschmutzende Freisetzungen und verschiedene Regeln ihrer Anwendung. Die Wärmebelastung durch das Kernkraftwerk Paks wird gegenwärtig durch die Verordnung des Umweltschutzministeriums 15/2001. (VI. 6.)KöM über die radioaktiven Emissionen in die Atmosphäre und ins Wasser, und über die Kontrolle der Emissionen geregelt. Von dieser wird (a) die Temperaturdifferenz des freizusetzenden und des Empfängerwassers - die von der MVM Paks Kernkraftwerks AG auch gegenwärtig überwacht wird - und (b) die Höchsttemperatur von 30 °C für das Empfangswasser in 500 m Entfernung flussabwärts ab dem Freisetzungspunkt festgelegt. [79]

Bei hoher Wassertemperatur der Donau sind ergänzende technische Maßnahmen (Kaltwasserzumischung, Leistungsminderung der Blöcke) zur Einhaltung dieser Freisetzungsgrenzwerte notwendig.

Wir führten anhand der Richtlinien *MI-10-298-85 – Bestimmung der Verbreitung von Verschmutzungen in fließenden Gewässern* – Berechnungen der (nach Tiefen integrierten bzw. Durchschnitts-) Wassertemperatur im Empfängerfluss (Donau, F. 1526,2–1510 km), als Auswirkung der Warmwassereinleitung durch. Die Berechnung ergibt nur eine Schätzung der Temperaturverteilung, unter Annahme einer maximalen Temperatur des freizusetzenden Wassers von 30 °C, der Durchschnittsgeschwindigkeit des Wassers mit 1,1 m/s und einer durchschnittlichen Wassertiefe von 4,5 m:

- (1) Bei 2×1200 MW Blöcken sinkt der durch die Warmwassereinleitung verursachte Temperaturanstieg in 4,5 km Entfernung vom Warmwasserkanal unter 1 °C, bei 2×1600 MW Blöcken in 8,5 km Entfernung.
- (2) Die vollständige Vermischung der Wärmefahne über den gesamten Querschnitt geschieht in 30 km Entfernung von Einfluss.

Die Wirkung der neuen Blöcke und das Auswirkungsgebiet sind anhand von Wirkungsanalysen, Messungen vor Ort, numerischen Modellen und Labormessungen für die gegenwärtig laufenden Blöcke abschätzbar. [37]. Das Auswirkungsgebiet der Wärmebelastung durch die neuen Blöcke ist etwa 4,5–8,5 km.

3.5.3.5. *Auswertung der Auswirkungen auf die oberirdischen Gewässer nach Wasser-Rahmenrichtlinie*

Anhand des Wasserwirtschaftsplans Ungarns (VGT) sind in der Umgebung des Pakser Kernkraftwerks folgende Wasserkörper vorhanden: Donau, der Csámpa-Bach, der Hauptkanal Paks-Fadd, der tote Donauarm bei Fadd, die Fischteiche des Pakser Angelvereins, sowie das zum Nationalpark Kiskun gehörende Naturschutzgebiet des Szelider Sees.

Der Betrieb der neuen Blöcke kann durch die Freisetzung von industriellem und kommunalem Abwasser, sowie des Kühlwassers bestimmend für die Erreichung der für das Wasser der Donau bestimmten Umweltziele sein. Bei Absetzung von industriellem und kommunalem Abwasser mit den den Rechtsvorschriften entsprechenden Parametern in die Donau ist zu untersuchen, ob das bei Errichtung und bei Normalbetrieb eine Änderung der Wasserqualitätsstufe bewirkt.

Der Maßnahmenplan des VGT enthält mit den punktmäßigen Einleitungen in oberirdische Gewässer verbundene technische Maßnahmen. Der VGT legt nur Erwartungen fest, bestimmt aber nicht den Wasserabschnitt, wo die Temperatur des einzuleitenden Wassers gemessen werden soll. Bezogen auf die Donau ist die maximale Temperatur für das einlaufende Warmwasser $T_{\max} = 30\text{ °C}$, die höchste Temperaturdifferenz bei Temperatur des Donauwassers unter 4 °C $\Delta T_{\max} = 10\text{--}12\text{ °C}$, über 4 °C $\Delta T_{\max} = 5\text{--}8\text{ °C}$, sowie nach vollständiger Vermischung höchstens $\Delta T = 3\text{ °C}$, diese Werte werden in Kenntnis der Parameter der geplanten Anlage erfüllt.

In Bezug auf den Csámpa-Bach, den Hauptkanal Paks-Fadd, den tote Donauarm bei Fadd, die Fischteiche des Pakser Angelvereins, sowie den Szelider See haben Errichtung der neuen Blöcke keine wesentliche Auswirkung auf die im VGT festgelegten Maßnahmen.

3.5.4. **Gemeinsame Wirkung der auf dem Standort betriebenen nuklearen Anlagen**

Zur Kühlung der laufenden vier Blöcke werden $100\text{--}110\text{ m}^3/\text{s}$ (max. $120\text{ m}^3/\text{s}$) Wasser aus der Donau entnommen. Dazu kommt der Kühlwasserbedarf der neuen Blöcke. Der gemeinsame Kühlwasserbedarf der neuen und der alten Blöcke beträgt maximal $292\text{ m}^3/\text{s}$, was bei durchschnittlicher kleinster Wasserführung ($700\text{ m}^3/\text{s}$) ca. 42%, bei mittlerer Wasserführung ca. 12,5% der Wasserführung der Donau ist.

Im vorhandenen Kraftwerk entsteht jährlich $240\text{--}280$ Tausend m^3 kommunales Abwasser, was in der eigenen Kläranlage des Kraftwerks mit einer Kapazität von $1870\text{ m}^3/\text{Tag}$ (657 Tausend m^3/Jahr) gereinigt wird. Die Qualität des freigesetzten Abwassers aus den neuen und den vorhandenen Blöcken muss gleichermaßen den Grenzwerten der Verordnung des Umweltschutz und Wasserwirtschaft Ministeriums 28/2004. (XII. 25.)KvVM entsprechen.

Bei gleichzeitigem Betrieb der alten und neuen Kernkraftwerksblöcke werden insgesamt höchstens $292\text{ m}^3/\text{s}$ erwärmtes Kühlwasser in die Donau, über den vorhandenen und den neuen Warmwasserkanal, der zur intensiveren Vermischung dient, geleitet. Anhand der in *Unterabschnitt 3.5.3.4.* beschriebenen Berechnungen der (nach Tiefen integrierten bzw. Durchschnitts-) Wassertemperatur im Empfängerfluss (Donau, F. 1526,2–1510 km), als Auswirkung der Warmwassereinleitung kann folgendes festgestellt werden:

- (1) Beim Betrieb der alten und zwei neuer 1200 MW Blöcke sinkt der durch die Warmwassereinleitung verursachte Temperaturanstieg in 20 km Entfernung vom Warmwasserkanal unter 1 °C , bei zwei neuen 1600 MW Blöcken in 30 km Entfernung.
- (2) Die vollständige Vermischung der Wärmefahne über den gesamten Querschnitt geschieht in 30 km Entfernung von Einfluss.

Die Wasserentnahme aus der Donau ist in Betracht des Wasserbedarfs der neuen und der alten Blöcke bedeutend. Das Auswirkungsgebiet der Wärmebelastung durch die neuen und die alten Blöcke ist im Falle der Frischwasserkühlung etwa $18\text{--}24\text{ km}$.

3.5.5. Auswirkungen von Störfällen und Unfällen

Bei der Untersuchung der Auswirkungen von Störfällen und Unfällen ohne radioaktive Kontamination auf die Umwelt muss die Menge der gelagerten flüssigen Gefahrenstoffe in Betracht gezogen werden. Die innerhalb des Gebäudes gelagerten geringen Mengen an Ammoniumchlorid, Lithiumhydroxid, Natriumbromid, Polyphosphate / Orthophosphate / Phosphorsäure, Zinkacetat und Äthylen / Propylenglykol stellen selbst bei einem eventuellen Unfall kein bedeutsames Risiko für Oberflächengewässer dar.

Die Stoffe werden mit Ausnahme des Dieselöls in der Turbinenhalle gelagert, somit sind bei einer Verschüttung Wasserkörper an der Oberfläche nicht betroffen. Das Dieselöl wird vermutlich neben den Generatoren gelagert, daher ist die Möglichkeit eines eventuellen Ölausflusses in die Oberflächengewässer ausführlich zu prüfen. Die Auswirkungen der Ölverunreinigung hängen sehr von der Lokalisierung der Verschmutzung und von der Schnelligkeit der Schadenabwendung ab. Für die Schadenabwendung gibt es verschiedene Techniken zum Abschöpfen und Sammeln: Tauchwand, schwimmende Tauchwand und Abschöpfungsanlage.

Das Eindringen des auf dem Gelände des Kernkraftwerks gelagerten Dieselöls in die unterirdische Umwelt kann sich auch auf Oberflächenwasserkörper auswirken. Auf der Oberfläche in großer Menge ausfließendes Dieselöl erreicht das Grundwasser und bildet dort kreisförmige Tropfen. Die sich aus diesen Öltropfen lösenden Kohlenwasserstoffverbindungen können die Kanalisation und sogar die Donau erreichen. Die ausführliche Prüfung dessen kann anhand eines hydrodynamischen Transportmodells erfolgen.

Durch fehlerhaften Betrieb der kommunalen Klärwasseranlage kann unbehandeltes Abwasser eine Verschmutzung der Donau verursachen. Aus der Klärwasseranlage können – insbesondere bei niederschlagsreichem Wetter – in erster Linie Schwebstoffe in hoher Konzentration, organische Stoffe kommunalen Ursprungs, Nährstoffe, verschiedene toxische Stoffe, Kolibakterien in die Umwelt gelangen.

Bei einem Unfall ist es Aufgabe des Kühlsystems die nach der Abschaltung der Blöcke freigesetzte Restwärme (s.g. Remanenz-Wärme) abzuleiten, die nach dem Abschalten allmählich abnimmt. Die Wärmebelastung durch in die Donau eingeleitetes erwärmtes Kühlwasser ist bei einem Blockunfall kleiner als die mögliche Belastung bei Normalbetrieb.

3.6. Unterirdische Gewässer

3.6.1. Beschreibung des Ist-Zustandes

Auf dem Investitionsgebiet ist der durchschnittliche Grundwasserstand in einer Tiefe 7–8 m, die Strömungsrichtung ist bei durchschnittlichem Wasserstand von West nach Ost. Die durchschnittliche Schwankung des Grundwasserstands ist in Abhängigkeit von der Entfernung zur Donau– 3,0–6,5 m.

Der Grundwasserstand und die Strömung werden neben natürlichen Wirkungen (Niederschlagsmenge, Hintergrundzufluss, Wasserstand der Donau) auch durch den Betrieb der künstlichen Objekte (Kanäle, Sammelbecken), die Ableitung des Niederschlagwassers (Gürtelkanal) die Aufschüttung des Gebiets, sowie die Netze der Infrastruktur (z.B. Funktionsstörungen der Wasserleitungen und Kanalisation) beeinflusst. Der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers nach sind Kalziumwasserstoff-Karbonate charakteristisch.

Konventionelle Bodenverunreinigung auf dem Gebiet der neuen Blöcke wurde nur auf der Bauschutt-Deponie festgestellt [80]. Die Untersuchungen zeigten nur im Grundwasser Spuren lokaler bzw. zeitweiliger Ammonium-, Nitrat-, Sulfat-, TPH- und Zinkverunreinigungen. Da die Verschmutzung die Lebewesen der Umgebung nicht gefährdete, waren auch keine

Schadenbehebungsmaßnahmen vonnöten. Die Rekultivierung der Deponie wurde 2004 abgeschlossen.

3.6.2. Auswirkungen des Baus

Auswirkungen der Drainage der Baugruben auf das Grundwasser

Die Drainage der Baugruben hat Einfluss auf den Pegel, die Strömungsrichtung und auch die Geschwindigkeit des Grundwassers. Größere Senkung des Grundwasserpegels unter der Wirkung der Drainage kann wahrscheinlich nur in der unmittelbaren Umgebung des Erweiterungsgeländes beobachtet werden, und die Dauer wird zeitlich begrenzt. Nach der Beendigung der Drainage stellt sich der Gleichgewichtszustand wieder her. Der Wirkungsbereich breitet sich in östlicher Richtung bis die Linie der Donau aus. Für die Präzisierung des Wirkungsbereichs ist es zweckmäßig eine hydraulische Modellierung durchzuführen.

Die Ausführung der Arbeitsgruben erfolgt aus dem Gesichtspunkt der Drainage in zwei Schritten. Die Vertiefung der Baugruben kann bei durchschnittlichem oder niedrigem Grundwasserpegel etwa bis -7 m ohne die Senkung des Grundwasserpegels durchgeführt werden. Beim weiteren Abteufen der Arbeitsgruben ist schon die Senkung des Grundwasserpegels erforderlich.

Die indirekte Wirkung der Drainage besteht in der Verdichtung der wassergebenden Bildungen. Die Volumenverringerung infolge der Verdichtung kann in ungünstigen Fällen ungleichmäßige Senkungen auf der Oberfläche verursachen. Nach Beendigung der Drainage muss mit Volumenerhöhung der wassergebenden Schichten gerechnet werden.

Die Drainage kann eine indirekte ungünstige Auswirkung durch die Volumenänderung der wasserführenden Schichten (Bodenbewegungen) auf die vorhandene Umgebung (Bauten) haben.

Auswirkung der Bebauung auf das Grundwasser

Die Bebauung begrenzt das Einsickern der Niederschlagswasser von der Oberfläche, dies kann den Grundwasserpegel senken. In derselben Zeit kann die Erhöhung des Wasserpegels infolge der Verringerung von Verdampfung eintreten. Die beiden Wirkungen gleichen sich gegenseitig aus.

Der Nachschub des Grundwassers erfolgt unter dem Investitionsgelände aus seitlicher Richtung (abhängig vom Wasserstand entweder aus der Hintergrundrichtung oder vom Kaltwasserkanal), die Bebauung hat also keine entscheidende Wirkung auf Entwicklung der Grundwasserpegel.

Schätzung der Auswirkungen auf Schichtwasser

Die Investition kann nur auf die seichten Schichtwässer eine Wirkung haben, die Thermalwässer unter 500 m Tiefe sind von der Wirkung nicht betroffen. Die Auswirkung der erhöhten Wasserentnahme zeigt sich schon in der Bauphase, aber die Wirkung erreicht das maximale Ausmaß bei dem gemeinsamen Betrieb der vorhandenen und zu errichtenden neuen Blöcke.

Beim Bau der neuen Blöcke ist der kommunale Wasserbedarf $112-980$ m³/Tag abhängig vom Blocktyp. Die Kapazität des Wasserwerks in Csámpa beträgt 2500 m³/Tag (ca. $900\,000$ m³/Jahr), was für die Erfüllung des kommunalen Wasserbedarfs der neuen und der alten Blöcke ausreichend ist. Im Zuge des Wassergenehmigungsverfahrens für die neuen Blöcke müssen die Schutzgebiete der Grundwasserbasis von Csámpa neu bestimmt werden.

Die ungünstigen Auswirkungen der erhöhten Entnahme des Schichtwassers können die folgenden sein:

- Die Ruhepegel der Schichtgewässer werden weiter sinken.
- Infolge der Wasserpegelsenkungen steigt der Energiebedarf der Wasserentnahme.
- Der zurzeit positive vertikale hydraulische Gradient kann sich ins negativ umwandeln, infolge dessen können die Obeflächenverunreinigungen auch in die schichtwassergebende Schichten gelangen.

- Der Chemismus der Schichtwasser kann sich infolge der Verringerung des Wasserpotentials ändern.
- In den wassergebenden Schichten kann weitere Verdichtung infolge der Verringerung des Porenwasserdrucks auftreten, was sich in extremen Fällen auch in der Senkung der Erdoberfläche zeigen kann. [81].

Die Senkung des Ruhepegels der Schichtwasser wird bestimmt eintreten. Deshalb wird sich auch der Energieverbrauch zur Entnahme des Schichtwassers erhöhen unabhängig vom Blocktyp. Die Senkung des Wasserstandes wird wahrscheinlich im Bereich einiger Meter bleiben.

Betreff des kommunalen Wasserbedarfs der verschiedenen Blocktypen hat das Ausmaß der Wasserentnahme voraussichtlich keine schädliche Wirkung auf den Schichtwasserbestand.

3.6.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke

Beim Normalbetrieb der zu errichtenden Kraftwerksblöcke können die unterirdischen Gewässer in keiner Weise geschädigt werden, das ist durch die angewendete Technologie vollkommen ausgeschlossen. Verschmutzungen aus der Technologie können höchstens im Störfall auftreten.

Auswirkungen der Tiefgründungsarbeiten auf das Grundwasser

Die Fundamenttiefe einiger Anlagen (Containment, Turbinen) wird wahrscheinlich unter dem Grundwasserstand liegen, so bilden diese Fundamente ein Hindernis für die natürliche Strömungsrichtung des Grundwassers und könnten diese umleiten.

Bettkolmation infolge des Betriebs der Brunnenreihen mit Uferfiltrierung

Zurzeit gibt es 10 Brunnen mit Uferfiltrierung auf der Kraftwerksseite am Ufer des Kaltwasserkanals. [82] Das Wasser aus diesen Brunnen wird voraussichtlich nur als Löschwasser genutzt. Der mit dem Betrieb der neuen Blöcke verbundene ansteigende Bedarf an technologischem Wasser könnte aber durch die erhöhte Wasserentnahme aus den Brunnen mit Uferfiltrierung gedeckt werden, was zu einer allmählichen Verschlammung des Kanalbetts des Kaltwasserkanals, d.h. zur Kolmation führen könnte. Die schädliche Auswirkung der Kolmation kann durch regelmäßige Ausbaggerung gemindert werden.

Auswirkungen des Betriebs auf die Schichtwasser

Die Auswirkungen des Betriebs auf die Schichtwässer unterscheiden sich nicht von den bei der Errichtung beschriebenen Auswirkungen. Die Schichtwässer werden beim Betrieb nach Erwartungen auf dem jetzigen Niveau der Kenntnisse in jeder Beziehung weniger Auswirkungen bekommen, als die als belastend bewertete Auswirkungen bei der Errichtung. Die Arten der Auswirkungen gemäß der Beschreibung des *Unterabschnitts 3.6.2.* stimmen also völlig mit den bei dem Betrieb auftretenden Auswirkungen überein, das Ausmaß der Wirkungen wird aber immer kleiner sein (die Errichtung kann bei der Untersuchung der Auswirkungen des Betriebs als besonders konservative, obere Stufe interpretiert werden).

Der Tagesbedarf an Trinkwasser liegt in der Betriebsphase der neuen Kraftwerksblöcke abhängig vom Blocktyp zwischen 46,2–380 m³.

3.6.4. Gemeinsame Auswirkung des Betriebs der nuklearen Anlagen auf dem Standort

Solange die bestehenden und zu errichtenden Kraftwerksblöcke im Normalbetrieb betrieben werden, kann es zu keiner Verunreinigung der unterirdischen Gewässer kommen, die angewandten Technologien schließen das aus. Verunreinigungen technologischen Ursprungs kommen nur bei Havarien vor.

Im Zeitraum der gemeinsamen Betreibung der bestehenden und der neuen Blöcke wirkt sich die ansteigende Wasserentnahme aus den Wasserwerkbrunnen bei Csámpa auf das Schichtwasser aus. Die gegenwärtig betriebenen Brunnen haben, bei gleichzeitiger Betreibung, eine prinzipielle Kapazität von ca. 5500 m³/Tag (ca. 2 Millionen m³/Jahr), die tatsächliche gewinnbare Wassermenge ist jedoch durch die Kapazität der Enteisungs- und Manganentfernungsanlagen bestimmt. Demnach beträgt die Kapazität des Wasserwerkes 2500 m³/Tag (ca. 900 000 m³/Jahr); ausreichend, um den kommunalen Wasserbedarf der vorhandenen und neuen Blöcke gleichzeitig zu decken.

3.6.5. Auswirkungen von Störfällen und Unfällen

Als Folge von abnormalem Betrieb, Störfällen und Unfällen können verschieden (nicht radioaktive) Verschmutzungen in die Umwelt, so auch in die unterirdischen Gewässer gelangen. Wegen der unterirdischen Druckverhältnisse kann nur das Grundwasser betroffen sein, Schichtwasser bleibt gegenwärtig von Verschmutzungen verschont. Das Ausmaß eventueller Bodenverunreinigungen wird nach Anlage 2 der gemeinsamen Verordnung des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, des Ministeriums für Gesundheitswesen und des Ministeriums für Landwirtschaft und Regionale Entwicklung Nr. 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM beurteilt.

Am Standort der neuen Blöcke ist als wahrscheinlichste potentielle Verschmutzungsquelle die Dieselöllagerung anzusehen. Als Havarie wird das Eindringen von Dieselöl in den Boden betrachtet, durch das eine potentielle Verschmutzungsmöglichkeit der Donau über das Grundwasser besteht. Nach genauerer Kenntnis der Menge und des Lagerplatzes des gelagerten Dieselöls sind im Weiteren die Möglichkeit des Eintretens einer solchen Havarie, bzw. die möglichen Wirkungen des in den Boden einsickernden Öls zu untersuchen.

3.7. Boden, Untergrund, geologisches Gestein

3.7.1. Beschreibung des Ist-Zustandes

Der geologische Aufbau des Umfeldes des Kernkraftwerks Paks ist – aufgrund von zahlreichen Archivdaten- sehr gut bekannt. Die vom Ungarischen Geologischen Institut (ung. Abk. MÁFI) für dieses Gebiet erstellte Datenbank enthält 1989 Bohrungen, 271 davon haben pannonische, und 27 pre-pannonische Gebilde erreicht. Besonders wichtige Informationen lieferten die auf dem Gebiet des Block-Bauvorhabens mit laufenden Kernentnahmen durchgeführte Tiefbohrung Paks-2. 2006 wurde ein geologisches-hydrogeologisches 3D Raummodell des 15×15 km großen Umfeldes des Kraftwerks erstellt.

In der Region des Kraftwerks verläuft die Oberfläche des Grundgebirges in 1600–1700 m Tiefe. Den Beckenboden bilden metamorphe Granitgebilde des Mórógy Komplexes aus dem Unterkarbon. Nordwestlich vom Standort finden sich am Beckenboden Ablagerungen bestehend aus Kristallgebilden, Sandsteinen des Perms, und Karbonat haltigem klastischem Sediment des Unter- und Mitteltrias.

Auf dem Gelände des Kraftwerks begann die Ablagerung der Beckensedimente am Anfang des Miozäns. Es setzten sich in einer Dicke von ca. 1000 m teils klastische Sedimenten, teils Vulkaniten ab, ein Teil festländischen, ein Teil marinen Ursprungs. Die Hauptgesteine sind Rhyolith, Tuffstein, Andesit, Tonmergel, Kalkmergel, Sandstein, Kalkstein.

Die Entwicklung des insgesamt 600–700 m dicken Pannoniums begann vor 12 Millionen Jahren. Die etwa 100–150 m dicken Ablagerungen des Unterpannoniums sind Seichtwassergebilde hauptsächlich bestehend aus einem Tonmergel-Bruchsand Gemisch mit stellenweise vulkanischen Einlagerungen.

Die Gebilde des Oberpannoniums sind im Gebiet um die 500 m dick, sie bestehen aus wechselnden Sand-, Tonmergel- und Bruchsand-schichten verschiedener Dicke. Ihr Gefüge ist ruhig, fast horizontal, jedoch sind bei einigen Bohrungen Spuren bedeutender struktureller Einwirkungen zu beobachten. Auf die Schichtendecke setzen sich die Sedimente des Quartärs durch erosive Diskordanz ab.

Im Umfeld des Kernkraftwerks besteht die Oberfläche überall aus Gebilden des Quartärs (*Abbildung M-13 im Anhang*). Die typischste Sedimentbildung im Laufe der quartären Kaltzeiten (im Pleistozän) war die Lössbildung. Am Boden der etwa 70 m dicken Löss-Serie befinden sich, als Ablagerung auf den Sedimenten des Oberpannoniums, kontinentale Terra Rossa Schichten aus dem Pliozän-unteren Pleistozän (Terra Rossa Formation im Gebiet Tengelic).

Nordwestlich von Dunakömlöd-Paks und dem Weinberg bei Dunaszentgyörgy bildet der Löss in Richtung NNW-SSO verlaufende Platten, mit 140–180 m BH hohen Hügelrücken und breit-flachen Muldentälern. Zwischen diesen beiden Lösszügen erstreckt sich, nordwestlich vom Kraftwerk, dem Tal des Csámpa-Baches entlang eine 4–6 km breite, mit pleistozänem-holozäner Sanddecke bedeckte Schwemmlandebene, typisch mit 100–130 m BH hohen Sandhügeln im Terrain.

Auf dem Gebiet des Kernkraftwerks wurde das ursprünglich 93–95 m BH hohe Terrain durch eine 2–4 m dicke schlammig-sandige Auffüllung bis auf 97 m BH erhöht. Unter der Auffüllung befindet sich 12–18 m dicker Mittel- und Feinsand und Bruchsand, darunter (meist unter 78–83 m BH) die Grundsicht aus Kiessand und sandigem Kies. Das Fekü-Grundgestein¹⁸ der Kiesschicht ist in Höhe von 70–72 m BH. Darunter finden sich nach O-SO geneigte Ton-, Tonmergel-, Lehm-, und schwach gebundene Sandsteinschichten des Oberpannoniums (*Abbildung M-14 im Anhang*).

Die Terrasse des Jungpleistozäns trennt sich vom holozänen niedrigen Überschwemmungsgebiet der Donau nach Osten hin durch eine meist scharfe, ausgeprägte gelappte Kante. Die auf 89–93 m BH Höhe liegende Oberfläche des niedrigen Überschwemmungsgebiets erhält durch einstige, tote Flussarme, sowie gelappte Sandbankgürtel-Strukturen eine leicht wellige Kontur.

Das niedrige Überschwemmungsgebiet setzt sich aus holozänen Sedimenten der heutigen Donau zusammen ganz oben sind einige Meter dicker diluvialer Schlamm, Bruchsand und Feinsand. Darunter folgt quergeschichteter Fein- und Mittel(fluss)sand bis in eine Tiefe von 12–16 m unter der Oberfläche, und ganz unten findet sich Kiessand und sandigem Kies 5–25 m dick, die auf den Tonmergel- und Feinsandgebilden des Oberpannoniums lagern.

Die untere Kiesschicht unter dem Sand des Überschwemmungsgebietes ist womöglich nicht im Laufe der holozänen Sedimentation entstanden, sondern es besteht eine unmittelbare Verbindung mit dem Kies in der jungpleistozänen Terrasse.

Die Seismizität des Standortes wurde im Zeitraum zwischen 1986–1996 gründlich erforscht.

Entsprechend den internationalen Empfehlungen wurden die vertikalen und horizontalen Beschleunigungs-Komponenten von Erdbeben mit einer Wiederholungs-Periode von 10000 Jahren bestimmt. Es wurde festgestellt, dass der Wert der horizontalen Beschleunigung 0,25 g, der vertikalen Beschleunigung 0,20 g für ein nominal angenommenes Erdbeben mit einer Wiederholungs-Periode von 10000 Jahren ist.

Im weiteren Umfeld des Kernkraftwerks Paks wurde – gemäß der Empfehlung der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA) – 1995 ein mikroseismisches Beobachtungsnetz ausgebaut. Zurzeit werden 8 moderne, digitale Messstationen im 100 km Radius des Kraftwerks betrieben. Das netz registrierte zwischen 1995–2005 insgesamt 708 Erdbeben.

Die Bebenverteilung ist ziemlich diffus, die Hypozentren¹⁹ – lassen sich – mit einigen Ausnahmen – schwer mit den bekannten Störungslinien verbinden.

¹⁸ Benennung der Teile unter der Bezugsschicht.

¹⁹ Quelle des Erdbebens, der Punkt im Inneren der Erde, wo die seismische Energie freigesetzt wird und von wo aus das Erdbeben beginnt.

Abbildung M-15 im Anhang zeigt die gebietliche Verteilung der Erdbebenepizentren²⁰ im Prüfgebiet. Wie ersichtlich, koinzidieren die anhand geschichtlicher Beben festgelegten Aktivgebiete mit den heutigen Epizentren. In der Umgebung des Standortes des Kernkraftwerks Paks lassen sich aufgrund 15 jähriger Beobachtungen keine Veränderungen in der – weiterhin niedrigen – Seismizität feststellen.

Außer der Bestimmung maßgeblicher Erdbeben wurden im Rahmen der geologischen Forschungen 1986–1996 weitere wichtige Ergebnisse erzielt, so wurde die Möglichkeit einer in den letzten 100 000 Jahren aktiver, bis zur Oberfläche verlaufenden Verwerfung ausgeschlossen, und mithilfe des geotechnischen Erschließungsprogrammes des Standortes wurde die Möglichkeit einer Bodenverflüssigung und die Bodenstabilität bewertet. Den Prüfungen zufolge neigen lediglich die in 10–20 m Tiefe befindliche Schichten zur Bodenverflüssigung.

3.7.2. Auswirkungen der Bauphase

Die Bodenbegleichung und das Ausheben der Gruben für die Fundamente betreffen in einem großen Ausmaß und auf großen Flächen die geologischen Bildungen.

Die tatsächliche Größe der Arbeitsgruben wird außer der Größe der Gebäude durch die Position der Verkehrs- und Transportwege und durch die Bedingungen der Drainage bestimmt. Diese Daten stehen in der jetzigen Phase noch nicht zur Verfügung, deshalb können die Mengen des auszuhebenden Bodens bei der Errichtung der einzelnen Blocktypen schwer eingeschätzt werden.

Anhand der Angaben der Lieferanten ist die Menge der durchzuführenden Erdarbeiten mit einem Volumen von mehreren Hunderttausend bis 4-6 Millionen m³ für den Bau von zwei Blöcken zu erwarten. Die voraussichtliche größte Fundamenttiefe ist 14 Meter.

Baustellenvorbereitung, Auslösen unterirdischer Infrastruktur

Das Investitionsgelände nimmt eine rechteckige Fläche mit Abmessungen von etwa 400×600 m in der nördlichen Nachbarschaft des Blocks 4 von dem betriebenen Kraftwerk ein. Die Auffüllung des Geländes wurde auf die geplante Höhe von 97,15 m BH schon früher durchgeführt.

Auf diesem Gelände befinden sich schon keine Bauwerke mehr, aber an einigen Stellen sieht man noch Reste von Fundamenten der Gebauten. Die ganze Fläche ist eben, ein Teil ist mit großen Betonplatten bedeckt, das übrige Teil ist mit Gras (lokal mit Setzlingen) bewachsen, das Gras wird regelmäßig gemäht. Die unterirdische öffentliche Werke (Kanalisation, Netz des Feuerlöschwassers) sind noch vorhanden.

Das Baulogistikgelände der geplanten Investition (mit einer Fläche von 76,2 ha) ist in Nordrichtung unmittelbar ans Baugelände angeschlossen. Dieses Gelände wurde auch schon auf die geplante Höhe aufgefüllt. Auf der Westseite befinden sich zurzeit einstöckige Hallen von Leichtbau-Konstruktion und Werkgleise. Das östliche und nördliche Teil des geplanten Baulogistikgeländes sind zurzeit unbebaut, mit Gras und Bäumen bewachsen. Am Ufer des Kaltwasserkanals befindet sich eine Brunnenreihe mit Uferfiltrierung.

Es ist mit keinen ernsten Arbeiten vom größeren Volumen und auch mit keinen damit verbundenen Auswirkungen in der Vorbereitungsphase zu rechnen. Es sind nur Fällungen und kleinere Erdarbeiten in Verbindung mit der Versetzung der Netze der Infrastruktur zu erwarten. Mehrere Brunnen befinden sich für die Beobachtung des Grundwassers auf dem Bau- und Baulogistikgelände, für deren Beseitigung oder Versetzung gesorgt werden muss.

Die Gegebenheiten der Baustelle sind selbstverständlich völlig unabhängig von den einzelnen Blocktypen, so ist die Bewertung der Auswirkungen des Baus auf die Bodenverhältnisse und das

²⁰ Das Epizentrum befindet sich auf dem vertikalen Projektionspunkt des Hypozentrums auf die Erdoberfläche.

vorhandene Netz der öffentlichen Werke, ausführlicher als oben, nur im Besitz der genauen Baupläne möglich.

Feinstaub der Böden

Stauben der Böden kommt in erster Linie bei der Errichtung der Arbeitsgruben der Fundamente, Böschungen und Bauwege vor. Dieser Effekt wirkt nur bis 20 cm Tiefe von der Oberfläche. Die maßgebende Korngröße der aufgedeckten Böden der Arbeitsgruben liegt zwischen 0,1 bis 0,3 mm, deshalb neigen die Böden infolge der Zusammensetzung der Körnung zum Stauben.

Das Stauben der Böden kommt besonders in der trockenen, warmen Sommerzeit vor. Im Winterhalbjahr ist dieses wegen der niedrigeren Temperatur und der höheren relativen Feuchtigkeit unbedeutend. In Bezug auf die Luftqualität ist das Stauben der Böden eine negative Erscheinung, die besonders in der engen Umgebung der Baugruben vorkommt, das betroffene Gebiet hängt von der Größe der Baugruben ab. Die Feinstauberscheinung ist eine zeitweilige Erscheinung, die nur mit offenen Baugruben verbunden ist. Ein möglicher Schutz gegen Feinstaub ist die Begießung des Geländes. Schon ein Wasserinhalt von 3 bis 4% verringert das Ausmaß des Feinstaubes auf einen Bruchteil. Die zweite, billigere Möglichkeit ist das Bestreuen der Transportwege mit sandigem Kies.

Erosion der Baugrubenschrägen unter der Wirkung des Niederschlagswassers (Schichterosion)

Die Stabilität der Arbeitsgruben für die Fundamente ist -über dem Grundwasserpegel- vor allem durch intensiven Niederschlag gefährdet. Die sandigen Böden sind sehr empfindlich gegen Erosion, deshalb kann der entsprechende Zustand der Arbeitsgruben nur mit fachgerechter Abführung der Niederschlagsgewässer (Graben, Schächte, Bodenstabilitätsmaßnahmen) gesichert werden.

Auswirkung der Fundamente auf den Untergrund

Auf der Fläche der Bauobjekte ist infolge des Gewichts der Bauwerke die Erhöhung der Schichtbelastung zu erwarten. Folge der höheren Schichtbelastung ist eine allmähliche Verdichtung, Kompaktion des Untergrunds.

Das Volumen der sandigen Ablagerungen mit gleichmäßiger Körnung kann schon nach der Ablagerung durch einfache Umlagerung der Körner um 20% verringert werden. In größtem Ausmaß verdichten sich die feinkörnigen Pelite-Sedimente mit organischem Inhalt, am wenigsten die grobkörnigen Trümmerablagerungen (sandiger Kies). Auf dem Investitionsgelände befinden sich alle diese Bildungen, aber von den Belastungen der Bauwerke werden die Sandablagerungen voraussichtlich am meisten betroffen. [83]

Man hat bezüglich der betriebenen Blöcke die Erfahrung gemacht, dass ein großer Teil der Verdichtung (und so der Absenkungen infolge der Verringerung des Volumens) unter den Fundamenten relativ früh, innerhalb einiger Jahre eingetreten ist. Das Absenkausmaß betrug bis Ende der 1980-er Jahren unter den Blöcken 1 und 2 55,5 mm, unter dem Block 3 58,1 mm, und unter dem Block 4 72,6 mm. Das Ausmaß der Absenkgeschwindigkeit verringert sich nach der Anfangsperiode (einige Jahre) sehr, aber die vollständige Konsolidation wird nur nach Jahrzehnten erreicht. Die Grenztiefe der Spannungen aus dem Gewicht der Anlagen, die die Absenkungen verursachen, kann nach den Berechnungen mit 47 m angegeben werden. [83]

Die Belastungsdaten der neuen Reaktorblöcke, bzw. die genaue Lage der Gebäude und Objekte sind gegenwärtig noch nicht bekannt, ebenso wenig wie die geotechnischen Daten für die Berechnungen.

3.7.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke

Beim Betrieb der neuen Blöcke muss wahrscheinlich mit keinen neuen Auswirkungen im Vergleich zur der jetzigen Lage gerechnet werden. Bei der restlosen Einhaltung der technologischen Vorschriften muss nicht mit Bodenverunreinigungen gerechnet werden. Bodenverunreinigungen können nur Havarien verursachen.

Belastungswirkung der Bauobjekte auf den Untergrund

Die Konsolidation des lasttragenden Untergrunds setzt sich nach den Erfahrungen nach Beendigung der Bauarbeiten während des Betriebs, zwar immer langsamer, weiter fort. Die Verdichtung des Untergrunds unter Belastung ist ein irreversibler Prozess. Die Auswirkung der Konsolidationsprozesse ist ähnlich wie in der Errichtungsphase, nur ist die Auswirkungszeit länger.

Vibrationswirkungen der Turbinenfundamente (Maschinenfundamente) auf die Böden

Die Böden verdichten sich unter den Fundamenten weiter, im Extremfall kann sogar die Erscheinung des Erdfließens (Liquefaction) auftreten. Deshalb sind sehr gründliche geotechnische Untersuchungen vor den Fundamentarbeiten erforderlich. Im ungünstigen Fall sollte eine Verfestigung oder Stabilisierung des Untergrunds durchgeführt werden. Die Vibrationsauswirkungen können zwar einzelne Eigenschaften des Untergrunds verbessern, aber die eventuell auftretende ungleichmäßige Bodenabsenkung kann den Bauobjekten schaden.

3.7.4. Gemeinsame Wirkung der nuklearen Anlagen auf dem Standort

Während des gemeinsamen Betriebs der alten und der neuen Blöcke muss mit keinen neuen Auswirkungen auf die geologischen Formationen gerechnet werden. Bei gleichzeitigem Betrieb der alten und der neuen Blöcke treten ähnliche Auswirkungen auf (Belastungen des Untergrunds durch die Bauwerke, Vibrationswirkung der Turbinenfundamente), jedoch erscheinen diese zeitlich und örtlich separat. Bodenverunreinigung kann nur bei Havarien vorkommen.

3.7.5. Wirkungen von Störfällen und Unfällen

Infolge eines nicht betriebsgerechten Betriebs können bei Unfällen und Havarien verschiedene (nicht radioaktive) Schmutzpartikel in die Umwelt gelangen, so auch in das geologische Umfeld.

Die schädlichen Auswirkungen einer Verschmutzung hängen vom Ausmaß der Verschmutzung, den Eigenschaften des ausgeflossenen Mittels und von den Umweltbedingungen (Bodeneigenschaften, geographischen Höhenverhältnissen, Grundwasser, Witterungsverhältnissen usw.) ab. Am gefährlichsten sind wasserlösliche, mobile chemische Verbindungen, denn diese können sogar das Grundwasser erreichen.

Auf dem für die neuen Blöcke vorgesehenen Gelände ist die Dieselöllagerung eine mögliche potentielle Verschmutzungsquelle. Als Havarie Zustand wurde, in Bezug auf die Öllagerung, das Eindringen 30 m³ Dieselöls in den Boden in Betracht gezogen. In Wirklichkeit ist die Wahrscheinlichkeit eines solchen Vorfalles äußerst gering – dank der verbindlichen vorbeugenden Schutzvorschriften (unterirdische Behälter mit Doppelwand und Leckage-Sensor ausgestattet). Im Zuge einer Havarie bindet sich ein Teil des in den Boden einsickernden Öls an Bodenpartikel (Adsorption), ein Teil verdampft (Dampfphase), einige Komponenten lösen sich in Wasser. Ohne Maßnahmen zur Schadenminderung würde das Einsickern von 30 m³ Dieselöl in den Boden in kurzer Zeit das Grundwasser erreichen, und dadurch die Verunreinigung von 150–500 m³ Boden verursachen. Die Bewertung des Ausmaßes eventueller Bodenverunreinigungen geschieht nach Anlage i. der gemeinsamen Verordnung des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft,

des Ministeriums für Gesundheitswesen und des Ministeriums für Landwirtschaft und Regionale Entwicklung 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM.

3.8. Pflanzen- und Tierwelt, Lebensräume

3.8.1. Beschreibung des Ist-Zustandes

3.8.1.1. Naturschutzmäßige Bedeutung der Flora und Fauna in der Umgebung von Paks

Die naturschutzmäßige Bedeutung der Lebensräume eines Gebiets kann vor allem durch Ausmaß und Charakteristiken der geschützten Gebiete gemessen werden. In der Umgebung des neuen Kraftwerks ist die natürliche Vegetation mehr oder minder fleckenweise anwesend, vor allem in Nähe von fließendem Wasser und auf den Hügeln nordwestlich der Stadt Paks. Die natürlichen oder naturnahen Flecke stehen unter Naturschutz. Im Umkreis von 30 km vom Standort gibt es 2 Nationalparks, ein zu einem Landschaftsschutzgebiet gehörendes Geländeteil, 7 Naturschutzgebiete, einige unter örtlichem Schutz stehende Gebiete, sowie zahlreiche ins Natura 2000 und in das Nationale Ökologische Netz gehörende Flächen. Von denen zum Natura 2000 Netz gehörenden Gebieten sind 4 spezielle Vogelschutzgebiete (Special Protection Area – SPA), 16 Naturschutzgebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (Site of Community Importance – SCI) befinden sich im untersuchten Gebiet. Dazu gehören im Umkreis von 8–10 km des Standortes Paks iürgemezö SCI (Zieselfeld bei Paks), Dunaszentgyörgyi láperdő SCI (Moorwald bei Dunaszentgyörgy), Paks tarka sáfrányos SCI (Netzkrokusgebiet bei Paks), Tengelici rétek SCI (Tengelicer Wiesen) und Tolnai Duna SCI (Donau bei Tolna). Das letztere liegt praktisch an der Grenze des Gebiets der neuen und alten Blöcke, am Ufer der Donau. Die verschiedenen Schutzgebiete werden in *Abbildung M-16 im Anhang* gezeigt.

Im untersuchten Gebiet liegen die Kernflächen des Ökologischen Landesnetzes in drei großen Blöcken. Dazu gehören die Wälder der nordwestlich von Paks liegenden Hügel, eine Landschaftsregion des Nationalparks Kiskunság und die Region Gemenc des Nationalparks Donau-Eipel. Außerdem dienen die Wasserflüsse und Wasserufer als durchgehende ökologische Korridore.

3.8.1.2. Die Lebenswelt, Lebensgemeinschaften in der Umgebung des Standorts

Zustand der Wasserökosysteme

Die Bewertung der Pflanzen- und Tierwelt der Donau wurde in den Jahren 1999- 2003 anhand der Ergebnisse von Messungen für Lebewesen Gruppen (Bakterio-, Phyto- und Zooplankton²¹, sowie makroskopische, wirbellose Arten und die Fischfauna) im Donauabschnitt zwischen Paks und Mohács an 8 Querprofilstellen vorgenommen.

Aufgrund dieser Bewertung ist festzustellen, dass die Wärmebelastung durch den Betrieb des Kraftwerks kaum nachweisbar ist. Zwischen den durch die Wärmebelastung betroffenen und nicht betroffenen Probeentnahmestellen ist nur der Unterschied bei den makroskopischen, wirbellosen Arten zu erwähnen, bei diesen Arten wurde als Antwort auf die Wärmebelastung ein Zuwachs der Arten und der Population festgestellt.

²¹ Plankton: Sammelbezeichnung für alle im Wasser schwebenden Organismen, die keine größere Eigenbewegung ausführen und passiv durch Wasserbewegungen verdriftet werden. Unterarten:

Bakterioplankton: setzt sich aus Bakterien und Archeen/Urbakterien zusammen, spielt eine wichtige Rolle bei der Zersetzung von organischen Stoffen im Wasser, vor allem im unteren Teil der Wassersäule.

Phytoplankton: pflanzliches Plankton, das nahe der Wasseroberfläche lebt, das Licht unterstützt ihre Photosynthese. Die wichtigsten Gruppen sind Kieselalgen, Cyanobakterien, und Grünalgen.

Zooplankton: Zusammenfassung der ein- und mehrzelligen tierischen Organismen z.B. verschieden Meerestiere, Fische, Kalkschalentiere, Kleinkrebse, Larven von Ringelwürmern.

Der Fischbestand wurde flussaufwärts und Flussabwärts von der Einfluss-Stelle, sowie im Kalt- und Warmwasserkanal geprüft. In unmittelbarer Umgebung des Kühlwassereinflusses ist als Folge des Temperaturanstieges ein starker Produktionsanstieg eingetreten, der bis in eine Entfernung von 2 km, zwar weniger, aber nachzuweisen war. Die feinere Struktur der Fischgemeinschaft hat sich auch nur in diesem Abschnitt geändert. In den fischfaunistischen Untersuchungen wurden im Donauabschnitt neben dem Kraftwerk insgesamt 34 Fischarten ausfindig gemacht, davon waren 1 besonders geschützter und 6 geschützter Art.

Die Bewertung der einzelnen Arten anhand der Ergebnisse der neuesten 2009–2010 durchgeführten hydrobiologischen Untersuchungen nach VKI (CN TC 230 EU Normenentwurf) ergab die folgende Kategorieneinteilung: ökologische Zustand der Phytoplankten mittelmäßig gut, von 3%-a der Phytobenthos²² ausgezeichnet, von 48% gut, von 49% schwach, der Makrozoobenthos gut, der Fischgemeinschaft mittelmäßig. Der ökologische Zustand des untersuchten Flussabschnitts kann insgesamt in die Kategorie „gut“ eingestuft werden.

Pflanzenwelt des untersuchten Gebiets

Im Umkreis von 10 km des laufenden Kraftwerks wurde 2002 eine sich auf die gesamte Vegetationsperiode beziehende Untersuchung vorgenommen, die sich gleichzeitig mosaikmäßig auf die wertvollsten Vegetationsflecke konzentrierte. Die detailliert untersuchten Flächen sind das Gebiet nördlich vom Kraftwerk bis zur 6. Hauptstraße, das Gebiet Kis- und Nagybrinyó, der Erlenmoor von Dunaszentgyörgy und das Gebiet der Insel von Uszód. Die Beschreibung der Lebensräume, geschützten und nicht geschützten, aber wertvollen typischen Arten wird in Tabellenform (*Tabelle 3.8.1.2-1. und Tabelle 3.8.1.2-2.*) vorgenommen.

In der unmittelbaren und weiteren Umgebung des Kraftwerks sind folgende, in *Abbildung M-17 im Anhang* zu sehende Vegetationstypen zu finden:

- Sandgrasdecke (degradierter – gelb gekennzeichnet, naturnaher – rosa gekennzeichnet),
- Moorwiesen (hellgrün-orange gestreift) und Sumpfwiesen,
- natürliche Auen-Hainwälder, bzw. Moorwälder,
- Teichbodenpflanzen,
- angepflanzte Wälder (Akazienwald – lila, Nadelwald – grün und Pappelwald – braun).
- Die Donau und beide ihrer Ufern sind Teil des Natura 2000 Schutzgebietes „Tolnai-Duna“ (Tolnauer Donau) (HUDD 20023), charakteristische Lebensräume sind Hochgras (6430), Moorwiesen (6440), Hainwälder (91E0, 91F0) und Schlammufer (3270).

Die Donau und beide ihrer Ufer gehören Teil des Natura 2000 Netzes und sind Naturschutzgebiet gemeinschaftlicher Bedeutung Tolnauer Donau (HUDD20023), dessen typische Lebensräume Hochgras (6430), Moorwiesen (6440), Hainwälder (91E0, 91F0) und Schlammufer (3270) sind. Dazu gehören das dicht am Kraftwerk liegende Zieselfeld von Paks (ürgemezö) (HUDD20069), weiter entfernt ist das Netzkrokusgebiet von Paks (Paksi tarka sáfrányos) (HUDD20071), die Tengeliczer Wiesen (Tengelici rétek) (HUDD20070), die Szenes-Weiden (Szenes-legelő) (HUDD20050) und die Lössstäler des Mittel-Feldlandes (Közép-mezőföldi löszvölgyek) (HUDD20020). In der mosaikmäßigen Landschaftsschutzregion blieben die wertvollen Flecken (Sandgrasdecke und Lössgrasdecke) eingezwängt zwischen Anbauflächen als ökologische Zuflucht erhalten.

²² Benthos: Gesamtheit aller in der Bodenzone eines Gewässers vorkommenden Lebewesen. Gruppen:

Phytobenthos: Gruppe von am Wasserboden (der Grenze zwischen Wasser und dem Feststoff) befestigten pflanzlichen Lebewesen

Makrozoobenthos: Gesamtheit aller Tiergruppen aus am Wasserboden lebenden, mit bloßem Auge erkennbaren wirbelloser Tiere. (Die Empfindlichkeit dieser Lebewesen gegenüber organischen Verschmutzungen und hydromorphologischen Änderungen ist eine Methode zur Bewertung der biologischen Wasserqualität.)

Tabelle 3.8.1.2-1.: Lebewesen, Pflanzenwelt

Wertvolle Arten		Schutzart	Bemerkung
Deutscher Name	Lateinischer Name		
Pannon Sand-Wiese (Lebensraum-Code 6260) im unmittelbaren Umfeld des Standortes und im Öko-Park			
– Spätblühende Nelke	<i>Dianthus serotinus</i>	geschützt	Auf dem Gebiet registrierte Arten vor der Eröffnung des Öko-Parks. Durch das Weiden sind sie wahrscheinlich verschwunden. Anderenorts werden diese von Seidenpflanzen (invasive Art) unterdrückt.
– Sand Federgras	<i>Stipa borysthena</i>	geschützt	
– Illyrischer Hahnenfuß	<i>Ranunculus illyricus</i>	geschützt	
– Glänzende Wanzensame	<i>Corispermum nitidum</i>	geschützt	
			
Spätblühende Nelke	Wiese mit Federgras bei Felső-Csámpa, 2002	Sand Federgras	
– Zurückgebogener Milchstern	<i>Ornithogalum refractum</i>	geschützt	Kommt an beiden Seiten der 6-er Hauptstraße, in der Nähe und auf dem Gebiet des Kraftwerks vor.
– Schwarze Streifenfarn	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	geschützt	Bei den botanischen Erhebungen im Zuge des Baus der Autobahn M6 gefundene, geschützte Arten.
– Kleines Knabenkraut	<i>Orchis morio</i>	geschützt	
– Ochsenzunge	<i>Alkanna tinctoria</i>	geschützt	
– Sumpf-Stendelwurz	<i>Epipactis palustris</i>	geschützt	
			
Schwarzer Streifenfarn	Kleines Knabenkraut	Sumpf-Stendelwurz	
Moorwiese (Lebensraum-Code 6410) – unikaler, besonders wertvoller Lebensraum, fleckenweise im Nordwesten des Kraftwerks			
– Später Bitterling	<i>Blackstonia acuminata</i>	geschützt	Das Gebiet wird durch Versträucherung und Austrocknung und invasive Arten – auf trocknerem Gebiet Seidenpflanzen (<i>Asclepias syriaca</i>), auf frischerem Gebiet Riesen-Goldrute (<i>Solidago gigantea</i>) – gefährdet.
– Fleischfarbenedes Knabenkraut	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	geschützt	
– Bunter Schachtelhalm	<i>Equisetum variegatum</i>	geschützt	
Sumpf- und Moorwiesen (Lebensraum-Code 6440 und 6410) auf den einstigen Überschwemmungsgebieten von Régi- und Új-Brinyó, in Vertiefungen zwischen Äckern			
– Bitterling	<i>Blackstonia acuminata</i>	geschützt	Das Gebiet trocknet aus und verunkrautet, vorrangige Invasionspflanze: Riesen-Goldrute (<i>Solidago gigantea</i>).
– Weißes Waldvöglein	<i>Cephalanthera damasonium</i>	geschützt	
– Kurzkopf-Kratzdistel	<i>Cirsium brachycephalum</i>	geschützt	
– Sommer-Knotenblume	<i>Leucojum aestivum</i>	geschützt	
– Lungen-Enzian	<i>Gentiana pneumonathe</i>	geschützt	
– Wasserfeder	<i>Hottonia palustris</i>	geschützt	
– Lockenblütiges Knabenkraut	<i>Orchis laxiflora</i> subsp. <i>elegans</i>	geschützt	

Wertvolle Arten		Schutzart	Bemerkung
Deutscher Name	Lateinischer Name		
– Großes Zweiblatt	<i>Listera ovata</i>	geschützt	
– Sumpf-Kreuzkraut	<i>Senecio paludosus</i>	geschützt	
– Langblättriger Blauweiderich	<i>Pseudolysimachion longifolium</i>	geschützt	
– Sumpf-Gänsedistel	<i>Sonchus palustris</i>	geschützt	
– Sumpf-Platterbse	<i>Lathyrus palustris</i>	geschützt	
– Sumpf-Haarstrang	<i>Peucedanum palustre</i>	geschützt	
			
Régi-Brinyó: Pappel-Erlen-Mischwald	Lungen-Enzian	Új-Brinyó: sumpfige Wiese und Weichholz Waldfleck	
Auen-Hainwälder, Moorwälder (91E0) mit alten Erlen auf den Gebieten Régi- und Új-Brinyó und im Moorwald von Dunaszentgyörgy (HUDD20072) als Natura 2000 Gebiet zwischen dem Paks-Fadd Hauptkanal und dem Wasserfluss Paks-Köles			
– Sommer-Knotenblume	<i>Leucojum aestivum</i>	geschützt	Fast vollkommen ausgetrocknet. Mit der Austrocknung verbreiten sich die Kratzbeere (<i>Rubus caesius</i>) und die Große Brennnessel (<i>Urtica dioica</i>), die den Bestand der geschützten Arten gefährden.
– Sumpffarn	<i>Thelypteris palustris</i>	geschützt	
– Gewöhnlicher Dornfarn	<i>Dryopteris carthusiana</i>	geschützt	
– Wurmfarne	<i>Dryopteris filix-mas</i>	nicht geschützt	
– Kurz-Kopfdistel	<i>Cirsium brachycephalum</i>	geschützt	
Art von Natura 2000			
			
Weiden und Moorwald bei Dunaszentgyörgy, im Hintergrund das Kraftwerk	Sommer-Knotenblume	Kurz-Kopfdistel, Art von Natura 2000	
Auenhainwald, Teichpflanzen (Lebensraum-Code 3270) auf dem sich verbreiternden Auen der Uszodi Insel. (Tolnaer Donau, HUDD20023 Natura 2000 Gebiet)			
– Liegendes Büchsenkraut	<i>Lindernia procumbens</i>	geschützt	Art von Natura 2000
– Zypergrass-Segge	<i>Carex bohemica</i>	geschützt	Angepflanzte Wälder, aber in Wassernähe mit schönen Weidensträuchern und Weidenhaine bei Niedrigwasser mit Teichpflanzen von Pionier-Arten. Auch hier ist der Anteil
– Sumpfbirse	<i>Eleocharis carniolica</i>	geschützt	
– Schlammkraut	<i>Limosella aquatica</i>	nicht geschützt	
– Zwerg-Zypergras	<i>Dichostylis micheliana</i>	nicht geschützt	
– Sauergras	<i>Chlorocyperus glomeratus</i>	nicht geschützt	

Wertvolle Arten		Schutzart	Bemerkung
Deutscher Name	Lateinischer Name		
– Blasser Gauchheil- Ehrenpreis	<i>Veronica catenata</i>	nicht geschützt	der landschaftsfremden Arten bedeutend: verschiedene Astern (<i>Aster</i> sp.), Riesen-Goldrute (<i>Solidago gigantea</i>), Schwarzfrüchtiger Zweizahn (<i>Bidens frondosus</i>). Es gibt auch viel „Unkraut“ mit holzigen Stielen: Eschenahorn (<i>Acer negundo</i>), Bastardindigo (<i>Amorpha fruticosa</i>).
			
<p>Überschwemmungsgebiet der Donau bei Dunaszentbenedek Alte Stieleiche auf dem Überschwemmungsgebiet</p>			
<p>Hartholz-Haine Überreste nördlich des Kraftwerks auf der Ostseite der Donau und in der Mitte der Uszodi Insel (Tolnauer Donau, HUDD20023 Natura 2000 Gebiet)</p>			
– Wiener Blaustern	<i>Scilla vindobonensis</i>	geschützt	Überreste von Eichen-, Eschen-, Ulmen-Hainen auf größeren Höhen
– Kleines Schneeglöckchen	<i>Galanthus nivalis</i>	geschützt	Natura 2000 Art
<p>Offenes Sandgebiet fleckenweise Moorwiese zwischen Hügeln auf dem Pakser (Ürge-mező) (HUDD20069 Natura 2000 Gebiet). Auf den geschützten Sumpfwiesen wurden bisher 486 Pflanzenarten registriert, von den 28 geschützt sind.</p>			
– Kriechende Sellerie	<i>Apium repens</i>	geschützt	Natura 2000 Art

Die Tierwelt des untersuchten Gebiets

Die Untersuchung der Tierwelt wurde vom Ungarischen Naturwissenschaftlichen Museum 1998–2000 vorgenommen. Ein bedeutender Teil der dicht am Kraftwerk liegenden Flächen sind unter starkem anthropogenen Einfluss stehende, mittelmäßig oder stark geschädigte Sandgrasflächen und mit Sträuchern bedeckte hoch gelegene Auengrasflächen, mit stark verbreiteten gewöhnliche Seidenpflanzen und Goldrute, weiterhin bewirtschaftete oder noch vor kurzem bewirtschaftete Ackerflächen. Diese Lebensräume sind vom Naturschutz Aspekt aus nicht besonders wertvoll, Ausnahme bilden der südlich vom Kraftwerk liegende Brinyói Wald, die Donau umrandenden Weichholz-Haine, Inseln, Sand-Ufer und Fischteiche. Auf den geschädigten Gebieten kommen aber noch die einst für die Tiefebene-Steppen charakteristischen – vor allem solche mit größerer Toleranz – Sandgras- und Steppengras-Tierarten vor.

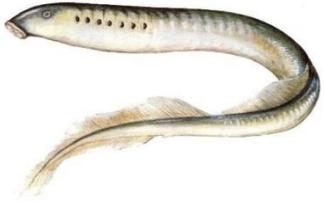
Tabelle 3.8.1.2-2.: Tierwelt

Wertvolle oder bedeutende Arten		Schutzform	Bemerkung	
Deutscher Name	Lateinischer Name			
Weichholz- und Hartholzhaine auf der Uszodi Insel und im Brinyóer Wald				
– Körnerbock	<i>Aegosoma scabricorne</i>	geschützt		
– Moschusbock	<i>Aromia moschata</i>	geschützt		
– Gekörnte Laufkäfer	<i>Carabus granulatus</i>	geschützt		
– Blaues Ordensband	<i>Catocala fraxini</i>	geschützt		
– Weidenkarmin	<i>Catocala electa</i>	nicht geschützt		
– Scharlachkäfer	<i>Cucujus cinnabarinus</i>	geschützt		
– Kleiner Schillerfalte	<i>Apatura ilia</i>	geschützt ▶		
– Donauschillerfalter	<i>Apatura metis</i>	geschützt		
– Schwalbenschwanz	<i>Papilio machaon</i>	geschützt		
– Kornweiden-Laubzikade	<i>Edwardsiana tersa</i>	nicht geschützt	wurde in Ungarn hier zum ersten Mal gesichtet.	
				
Kornweiden-Laubzikade	Körnerbock	Scharlachkäfer	Beutelmeise	Wendehals
– Grünspecht	<i>Picus viridis</i>	geschützt	Typische Bewohner von alten Weiden.	
– Schwarzspecht	<i>Dryocopus martius</i>	geschützt		
– Buntspecht	<i>Dendrocopos major</i>	geschützt		
– Wendehals	<i>Jynx torquilla</i>	geschützt		
– Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	geschützt		
– Beutelmeise	<i>Remiz pendulinus</i>	geschützt		
Moor- und Sumpfwälder im Brinyóer Wald				
– Eulenfalern-Arten		geschützt		
– Bartmeise	<i>Panurus biarmicus</i>	geschützt		
– Drosselrohrsänger	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	geschützt		
– Rohrammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	geschützt		
– Wasserralle	<i>Rallus aquaticus</i>	geschützt		
– Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>	geschützt ▶		
Angepflanzte Pappel- und Nadelwälder				
– Kieferneule	<i>Panolis flammea</i>	nicht geschützt	Diese Arten sind weitverbreitet und häufig, oft Waldschädlinge. Wenige vertreten bedeutenderen faunistischen Wert, nur einige Eulenfalern. Landschaftsfremde Art gepflanzter Nadelwälder, weichen von der heimischen Fauna ab.	
– Kiefernspinner	<i>Dendrolimus pini</i>	nicht geschützt		
– Kiefernspinner	<i>Bupalus piniarius</i>	nicht geschützt		
– Kiefernspanner	<i>Rhagium inquisitor</i>	nicht geschützt		
				
Prächtiger Blattkäfer	Kleiner Zangenbock	Variabler Widderblock	Julikäfer	Akazienmotte

Wertvolle oder bedeutende Arten		Schutzform	Bemerkung
Deutscher Name	Lateinischer Name		
Angepflanzte Robinienwälder			
– Prächtiger Blattkäfer	<i>Chrysolina fastuosa</i>	nicht geschützt	Im Allgemeinen weitverbreitete Tierarten, oft polyphag ²³ , wenig faunistisch interessant.
– Variabler Widderblock	<i>Chlorophorus varius</i>	nicht geschützt	
– Türkischer Marikäfer	<i>Polyphylla full</i>	nicht geschützt	
– Julikäfer	<i>Anomala vitis</i>	nicht geschützt	
– Junikäfer	<i>Amphimallon solstitiale</i>	nicht geschützt	
– Akazienmotte	<i>Etiella zinckenella</i>	nicht geschützt	
Feuchte Wiesen, Moorwiesen, Moor- und Sumpfwälder			
– Großer Feuerfalter	<i>Lycaena dispar</i>	geschützt	Sichern Heim für zahlreiche postglazialen Relikt-Arten ²⁴ .
– Labkrautschwärmer	<i>Hyles gallii</i>	geschützt	
– Eulenfaltern	<i>Lamprotes c-aureum, Diachrysia zosimi</i>	geschützt	
– Eulenfaltern	<i>Lygephila pastinum, Calyptra thalictri</i>	nicht geschützt	
			
Großer Feuerfalter	Labkrautschwärmer	Hornkraut-Tageulchen	Braunkehlchen
– Rotrücken Zauneidechse	<i>Lacerta agilis var. rubra</i>	geschützt	
– Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	geschützt ▶	
– Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	geschützt	
– Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	geschützt	
– Braunfleckiger Perlmutterfalter	<i>Clossiana selene</i>	nicht geschützt	
– Hornkraut-Tageulchen	<i>Panemeria tenebrata</i>	nicht geschützt	
– Nachtkerzenschwärmer	<i>Proserpinus proserpina</i>	geschützt	
Gewässer, Wasserufer, Schilf- und Seggengebiete			
– Sumpfschildkröte	<i>Emys orbiculari</i>	geschützt	
– Kammolch	<i>Triturus cristatus</i>	geschützt	
– Rotbauchunke	<i>Bombina bombina</i>	geschützt ▶	
– Knoblauchkröte	<i>Pelobates fuscus</i>	geschützt	
– Springfrosch	<i>Rana dalmatina</i>	geschützt	
– Große Hopfenwurzelschneider	<i>Hepialus humuli</i>	nicht geschützt	
– Weißpunktiger Schwertlilienrüssler	<i>Mononychus punctumalbum</i>	nicht geschützt	
– Europäischer Laubfrosch	<i>Hyla arborea</i>	geschützt	
– Ringelnatter	<i>Natrix natrix</i>	geschützt	
Donau, Donauufer (Tolnaer Donau Natura 2000 Gebiet)			
– Mopsfledermaus	<i>Barbastella barbastellus</i>	besonders geschützt	Sind von besonderem Naturwert.
– Große Mausohr	<i>Myotis myotis</i>	geschützt	
– Teichfledermaus	<i>Myotis dasycneme</i>	besonders geschützt	

²³ Lebewesen, die verschiedene organische Nahrung verzehren

²⁴ Relikte Arten aus der Zeit nach der Eiszeit.

Wertvolle oder bedeutende Arten		Schutzform	Bemerkung
Deutscher Name	Lateinischer Name		
– Fischotter	<i>Lutra lutra</i>	geschützt	
– Raubfisch Rapfen	<i>Aspius aspius</i>	nicht geschützt	
– Schrätzer; Donau-Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus schraetzer</i> , <i>G. baloni</i>	geschützt	
– Frauenerfling	<i>Rutilus pigus</i>	geschützt	
– Zingel, Streber	<i>Zingel zingel</i> , <i>Z. streber</i>	besonders geschützt	
– Donau-Neunauge	<i>Eudontomyzon mariae</i>	besonders geschützt ▶	
– Bachmuschel	<i>Unio crassus</i>	besonders geschützt	
Steppenmosaike			
– Gewöhnliche Nasenschrecke	<i>Acrida ungarica</i>	geschützt	Die Insektenfauna bewahrt Erinnerungen an die für die inneren Gebiete des Karpatenbeckens typische Waldsteppen-Fauna. 
– Heufalter	<i>Colias chrysotheme</i>	geschützt	
– Englischer Bär	<i>Arctia festiva</i>	geschützt	
– Bärenspinner	<i>Ocnogyna parasita</i>	geschützt	
– Skabiosen Schwärmer	<i>Hemaris tityus</i>	geschützt	
– Rittersporneule	<i>Periphanes delphinii</i>	geschützt	
– Bitterkraut-Sonneneule	<i>Schinia cardui</i>	geschützt	
– Harlekinspinne	<i>Eresus cinnabarinus</i>	geschützt ▶	
– Südrussische Tarantel	<i>Lycosa singoriensis</i>	geschützt	
– Östliche Smaragdeidechse	<i>Lacerta viridis</i>	geschützt	
– Europäischer Ziesel	<i>Spermophilus citellus</i>	besonders geschützt	
Offene Rasenflächen			
– Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	geschützt	
– Würgfalke	<i>Falco cherrug</i>	besonders geschützt	
– Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	geschützt	
– Triel	<i>Burhinus oedicnemus</i>	besonders geschützt ▶	
– Brachpieper	<i>Anthus campestris</i>	geschützt	
– Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	geschützt	
– Neuntöter,	<i>Lanius collurio</i> , <i>L. minor</i>	geschützt	
– Wiedehopf	<i>Upupa epops</i>	geschützt	
– Baumfalke	<i>Falco subbuteo</i>	geschützt	
Rasen-Sträucher-Mosaike			
– Europäische Gottesanbeterin	<i>Mantis religiosa</i>	geschützt	
– Rotbraunes Ochsenauge	<i>Pyronia tithonus</i>	geschützt	
– Schwarzfleckiger Ameisenbläuling	<i>Maculinea arion</i>	geschützt ▶	
– Südöstlicher Feuerfalter	<i>Lycaena thersamon</i>	geschützt	
– Ulmen-Zipfelfalter	<i>Satyrium w-album</i>	geschützt	
– Totenkopfschwärmer	<i>Acherontia atropos</i>	nicht geschützt	
– Bienenfresser	<i>Merops apiaster</i>	besonders geschützt	
– Eisvogel	<i>Alcedo atthis</i>	geschützt	
– Uferschwalbe	<i>Riparia riparia</i>	geschützt	
– Balkan-Springnatter	<i>Coluber caspius</i>	besonders geschützt	

Wertvolle oder bedeutende Arten		Schutzform	Bemerkung
Deutscher Name	Lateinischer Name		
– Schwarzer Erdbock, Erdbock	<i>Dorcadion aethiops, D. pedestre</i>	nicht geschützt	
– Kleine Knarrschrecke	<i>Pezotettix giornae</i>	nicht geschützt	
			
Ameisenjungfer	Nasenschrecke	Erdbock	Kleine Knarrschrecke
			
			Bienenfresser
Landwirtschaftliche Kulturen			
– Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	geschützt	Gute Nahrungsplätze außer für durchschnittliche Arten.
– Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	geschützt	
– Feldlerche, Haubenlerche	<i>Alauda arvensis, Galerida cristata</i>	geschützt	
			
Mäusebussard	Turmfalke	Haubenlerche	

3.8.2. Auswirkungen der Bauphase

3.8.2.1. Auswirkungen auf die Landlebewesen

Die Pflanzen- und Tierwelt des Festlandes wird während der Bauphase durch direkte Faktoren (Flächenbesetzung) und indirekte Faktoren (Staubbelastung, Luftverunreinigung und Lärm, Änderung des Grundwasserpegels und Verunreinigung des Grundwassers) betroffen. Die Orte, die während der Bauphase dauernd oder zeitweilig von der Flächenbesetzung betroffen sind, zeigen wir in *Abbildung M-18 im Anhang*. Auf den betroffenen Gebieten sind vier Bereiche zu verzeichnen:

- Betriebsgelände des neuen Kernkraftwerks (*lila*) – Langzeitbebauung,
- Baulogistisches Gebiet (*rosa*) – teilweise langzeitiges, teilweise auf die Bauphase begrenzte Bebauung,
- Gesamtgebiet des vorhandenen Kernkraftwerks (*gelb*) – schon bebaut,
- Gelände außerhalb des Kraftwerks – Bau verbundener/ergänzender Anlagen.

Mit Ausnahme des zuletzt genannten Gebietes sind alle in Anspruch zu nehmen geplante Flächen in den Flächennutzungsplänen der Stadt Paks als Industrie- oder Industrie-Reservegebiet eingestuft. Auf dem betroffenen Gebiet werden auch jetzt industrielle Tätigkeiten, bzw. ergänzende, den Betrieb des Kernkraftwerks sichernde, Tätigkeiten ausgeführt, so kann das Gebiet nicht als guter Lebensraum der Landlebewesen bezeichnet werden.

Auswirkung der Flächenbesetzung auf die Pflanzen- und Tierwelt

Die notwendige Größe des Betriebsgeländes beträgt in Abhängigkeit vom 10 bis 36 ha, auf diesem Gebiet verschwinden die gegenwärtigen Vegetationsflecke (sekundäre, geschädigte Grasflächen), die dort lebende Fauna stirbt oder flieht. Bei der Flächenplanung ist zu erwarten, dass auf den frei bleibenden Flächen mit Gartenbaumitteln industrielle Grünflächen angelegt werden. Das ist auch sehr nützlich für die Sicherung der Kontinuität des ökologischen Netzes.

Auf dem Baulogistik-Gebiet erwartet die dort gegenwärtig heimische Flora und Fauna das gleiche Schicksal nur mit dem Unterschied, dass mit Beendigung des Baus dort die Möglichkeit für die Anlage weitauslaufender Grünflächen gegeben ist. Wir rechnen damit, dass praktisch das gesamte zur Verfügung stehende Gebiet von 100 ha in Anspruch genommen wird. Dieses Gebiet ist vom Naturschutz-Gesichtspunkt aus gesehen, nicht besonders wertvoll, so ist der Ausfall der dortigen Lebewesen keine erhebliche Verschlechterung im Zustand der dortigen Flora und Fauna.

Die Flächenbesetzung von zwei Elementen des Kühlsystems der geplanten neuen Blöcke, des Wasserwerks und des neuen Warmwasserkanals bringt eine bedeutende Einmischung in die Lebenswelt der dortigen Umgebung mit sich. Die Gebiete des Donaufers gehören zum Natura 2000 Gebiet Tolnauer Donau, auf dem Gebiet des geplanten Warmwasserkanals sind gute, wertvolle Überschwemmungsgebiete (Auen) zu finden. Unter diesen Lebensräumen befinden sich Lebensräume mit dem Lebensraum-Code 3270 (Flüsse mit Schlammhängen mit Vegetation des *Chenopodium rubri* p.p. und des *Bidens* p.p.). Lebensraumkomplexe mit Weiden, Inseln, Sandbänken und Nebenarmen sind heute nur noch an wenigen Stellen der Donau zu finden, die geplante Linie des Warmwasserkanals ist genau so einer. Der entsprechende Natura 2000 Maßnahmenplan²⁵ legt als Zielstellung an erster Stelle folgendes fest: „Erhaltung der natürlichen und naturnahen Weiden-Pappel-Hainwälder und Sandbank-Weidenvegetation in den Überschwemmungsgebieten in einem guten Zustand, Erhaltung der ständigen Bewaldung im Interesse der daran gebundene Lebensgemeinschaften“. Sollte der Kanal hier gebaut werden, wird dies wesentlich verletzt.

Nach genauerer Planung und Modellierung der Wärmefreisetzung muss eine möglichst kleine Flächenbesetzung angestrebt werden. Eine Natura Auswirkungsschätzung ist in der folgenden Phase, der Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig.

Außerhalb des gegenwärtigen Betriebsgeländes, bergen die auf Abbildung M-18 im Anhang rot bezeichneten Flächen 1., 2. und 3. außerhalb des Zaunes auch Werte, die zu schützen sind. Die ständige oder zeitweilige Nutzung oder Störung dieser Flächen ist nach Möglichkeit weit gehend zu vermeiden.

Indirekte Auswirkungen der Bauphase

Die indirekten Auswirkungen, Störungen entstehen in erster Linie durch Luftverunreinigung, Lärm, erhöhte Anwesenheit des Menschen und Abfallentstehung. Die Lebenswelt der von Bau und Logistik betroffenen Gebiete ist im Grunde arm, so verursachen diese Auswirkungen hier keine Verluste. Durch das Aufwühlen der Flächen können sich die Ruderalpflanzen²⁶ und landschaftsfremden invasiven Arten vermehren. Ihr Eindringen in wertvollere Grasflächen ist schädlich, deshalb ist die Unkrautbekämpfung auf den baulogistischen Gebieten unentbehrlich.

Durch die Bauarbeiten kann lokal eine Senkung des Grundwasserspiegels vorkommen. Deshalb muss die Änderung des Grundwasserspiegels in Abhängigkeit der Änderung der Wasserführung der Donau modelliert werden, vor allem zur Erhaltung des guten Zustandes des Natura 2000 Schutzgebiets, des Moorwaldes Dunaszentgyörgy. Gleichzeitig ist das Fortbestehen des

²⁵ http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/Natura2000/SAC_Celkituzesek/DDNPI_SAC_celkituzesek/HUDD20023.pdf

²⁶ Vegetation auf vernachlässigten, gestörten, nicht bewirtschafteten Flächen.

Gürtelkanals positiv, durch den der Csámpa-Bach und die umgebenden Kanäle mit Wasser gefüllt werden.

Der Bau der neuen Kraftwerksblöcke hat wahrscheinlich auch auf die städtische Entwicklung eine bedeutende Auswirkung. Die Schaffung von Unterbringungsmöglichkeiten für gleichzeitig 5–6000 Menschen zieht sicherlich die Ausbreitung der Stadt nach. Deshalb müssen im Interesse des Schutzes der wertvollen Spezies der Landlebewesen solche Gebiete für die ergänzenden Investitionen bestimmt werden, die aus Naturschutzsicht wertlos sind.

3.8.2.2. Auswirkungen auf das Ökosystems des Wassers

Die neuen Kernkraftwerksblöcke und besonders die dazu gehörende Investitionen beeinflussen auch die Lebenswelt der Donau. (Von der negativen Wirkung der Flächenbesetzung wurde schon gesprochen.) Als Teil des Frischwasser-Kühlsystems ist die Schaffung eines neuen Kaltwasserkanals und eines neuen Abschnitts des Warmwasserkanals notwendig. Deren Schaffung an Schnittpunkt der Donau und der Kanäle ist ein Eingriff in die Donau-Biosphäre (durch Uferänderung und Ausbaggerung). Von gleicher Wirkung kann die Schaffung eines zeitweiligen Flusshafens zur Lösung des Wassertransports sein. Die Auswirkung der Uferänderung und Ausbaggerung ist für die im VKI benannten Artengruppen folgende:

- Die Struktur des *Phytoplanktons* ändert sich vorübergehend. Die ins Wasser gelangenden Schwebeteilchen können die Durchsichtigkeit des Wassers entlang des Ufers mindern, dadurch sinkt die Bestandsdichte der Algen. Diese Wirkung bezieht sich voraussichtlich nur auf einen kurzen Flussabschnitt, so kann sich die Phytoplankton Gemeinschaft selbst in einigen Tagen regenerieren.
- Die Gemeinschaft der an den Wänden wohnenden *Kova-Algen* wird infolge dieser Arbeiten auf den betroffenen Beckenabschnitten vernichtet. Diese lokale Auswirkung ist nicht mit der Zerstörung von besonderen Naturwerten verbunden. An den Ufern wird sich wahrscheinlich innerhalb kurzer Zeit eine der jetzigen gleichende Kova-Algen-Gemeinschaft ausbilden.
- Innerhalb der typischen Gruppen des *Zooplankton* – den Ringelwürmern und Kleinkrebsen – wird der aufgewühlte Schlamm die Filterorgane der meisten Gruppen verstopfen, was deren Absterben bewirken kann. Dadurch wird aber die Population nicht gefährdet, da sich die meisten über Parthenogenese fortsetzen, so einwickelt sich innerhalb von 7–10 Tagen die nächste Generation. Die Arten mit längerem Zyklus (Ruderfußkrebse) sind meistens Raubtiere, eine Verstopfung kommt bei ihnen nicht vor.
- Die *makroskopischen wirbellosen Tiere* (Wasserinsekten, Muscheln, Schnecken) weiden, filtern, rauben zur Nahrungsaufnahme oder sind Ektoparasiten²⁷. Ein großer Teil davon hat sich flussabwärts der Warmwasserkanal-Einmündung auf 1,5-2 km in den Feinablagerungen der Ufer angesiedelt. Die Ausbaggerung ist mit einer lokalen Vernichtung der Arten kleiner Mobilität verbunden. Da allerdings ihre Kolonisationsfähigkeit ausgezeichnet ist, werden sie die gestörten Beckenabschnitte bald wieder in Besitz nehmen.
- Bei der Ausbaggerung ist die Aufwühlung der Beckensohle zu erwarten, wodurch die Sauerstoffkonzentration des Wassers lokal verringert wird, das kann kurzzeitig ungünstige Auswirkungen auf den *Fischbestand* haben. Der geschützte Bitterling (*Rhodeus sericeus*), muss hervorgehoben werden, da er wegen seiner speziellen Fortpflanzungsstrategie (laicht in Muscheln) empfindlich auf die Verringerung des Muschelbestandes reagiert. Die während der Bautätigkeiten zeitweilig auftretenden Lärm- und Vibrationswellen können auch abschreckend sein.

²⁷ An der Oberfläche eines Organismus lebender Parasit, der vom Wirtskörper lebt.

Bezogen auf das Wasser-Ökosystem sind die Auswirkungen der Bauphase vorübergehend, die Zeitdauer der Ausbaggerung ist im Vergleich zur gesamten Baudauer sehr kurz. Für die Prävention eventueller ungünstiger Prozesse muss eine möglichst kleine Veränderung des Flussbetts angestrebt werden.

3.8.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke

3.8.3.1. Auswirkungen auf die Landlebewesen

In der Betriebsphase sind für die Lebewesen und Lebensräume auf dem Betriebsgelände und den anschließenden, damit verbundenen Gebieten keine weiteren direkten Auswirkungen zu erwarten. Für die Lebewesen der Umgebung ist der einzige, indirekte Wirkungsfaktor mit größerer Wirkung die Frischwasserkühlung. Wir rechnen damit in einem Umfang, bei dem die zurzeit geltenden Freisetzungswerte (Temperaturdifferenz, maximale Temperatur) eingehalten werden können. Die maximal genehmigte Wärmebelastung wird sicher vom Kraftwerk häufiger angenähert werden, dieses bedeutet aber voraussichtlich keine Mehr-Belastung für die Landlebewesen

Aus Sicht der Lebensräume ist es positiv, dass einige mit dem Kraftwerk verbundenen Tätigkeiten weiter laufen, (z.B. Wasserzufluss in den Csámpa-Bach durch den Gürtelkanal, Vorhandensein der Fischeiche, oder die relative Unberührtheit der Moorwälder von Dunaszentgyörgy durch die Nähe des Kraftwerks).

Anhand der bisherigen Erfahrungen finden einige für die Region typische, wertvolle Pflanzenarten (z.B. Glänzender Wanzensamen, Kurzkopf-Distel, Sand-Federgras, Spätblühende Nelke), auch hier ihre Lebensbedingungen. Das ist mit der Zeit auch auf den unbebauten Flächen des neuen Standorts zu erwarten.

3.8.3.2. Auswirkungen auf die Wasserlebewesen

Die Wärmebelastung der Donau ist die wichtigste konventionelle Umweltwirkung des neuen Kernkraftwerks, und die einzige, die als Wirkungsfaktor die Wasserlebewesen betrifft. Die Kühlung der laufenden vier Blöcke des gegenwärtigen Kernkraftwerks geschieht auch jetzt mit Frischwasser, d.h. die wichtigste umwelttechnische Beschränkung des Standorts Paks ist die begrenzte Wärmebelastbarkeit der Donau. Die Lebensbedingungen für die Gemeinschaften der Wasserlebewesen können sich durch erhebliche Änderung der Wassermenge, bzw. der Wasserqualität ändern. (Bei der jetzigen Wärmebelastung der Donau sind teilweise kritische Situationen, d.h. Erreichen der zulässigen Temperaturdifferenz, bzw. eines Zustandes nahe an der maximalen Wärmebelastungsgrenze im Sommer bei hohen Temperaturen und niedriger Wasserführung vorgekommen). Der Betrieb der neuen Blöcke ist im Vergleich zum gegenwärtigen Zustand mit der Ableitung von maximal der anderthalbfachen Menge erwärmten Kühlwassers an zwei Einleitungspunkten in die Donau verbunden. Der Anstieg der Wärmebelastung kann sorgfältig, mit Modellierung der kritischen Situationen, in Kenntnis der die Wärmebelastung bestimmenden Wasserführung und der meteorologischen Verhältnisse geplant werden.

Die größere eingeleitete Warmwassermenge und die damit verbundene Temperatur können lokal den Zerfall der organischen Stoffe im Fluss beschleunigen, was mit steigendem Sauerstoffverbrauch, Sauerstoffentzug verbunden ist. Das kann jedoch durch die hydraulischen Vermischungsverhältnisse der Donau, sowie den typisch hohen gelösten Sauerstoffgehalt auch weiterhin ausgeglichen werden. Durch die hohe Temperatur wird flussabwärts von Paks die s.g. Gesamt-Biomasse auch weiterhin höher sein als flussaufwärts. Die Artenvielfalt der Wasserlebewesen im Abschnitt von einigen km nach der Einmündung wird ähnlich reich, wie die heutige sein. Infolge der höheren Temperatur wird der Fischbestand - besonders in den Wintermonaten - wachsen. Die feinere Struktur der Fischgemeinschaft wird sich voraussichtlich

durch die Zwei-Punkt-Einleitung etwa in den 3 km unterhalb der Warmwasser-Kanalmündung nachweisbar ändern. So wird die eigenständige Wirkung der neuen Blöcke dem jetzigen Zustand gleich sein, was eine nachweisbare Änderung für die einzelnen Artgruppen bedeutet.

Diese Änderungen sind dann vorauszusetzen, wenn die mit der Wärmebelastung der gegenwärtigen Blöcke verbundenen Vorschriften auch beim Betrieb der neuen Blöcke eingehalten werden.

Die Oberflächen-Vermischung der Wärmefahne geschieht im Allgemeinen innerhalb von 4-5 km nach dem Einfluss, ist aber noch bis zur Linie Gerjen-Bátya (10 km) nachweisbar. Dieses ist die Auswirkungszone bezogen auf die Wasser-Lebewesen. (Es ist notwendig dieses im Weiteren bezogen auf die Temperaturänderungen durch zwei Wärmefahnen durch Modellierung zu konkretisieren.)

Bei einer Havarie, d.h. Eintritt von Wassertemperaturen über dem jetzigen Grenzwert kann Absterben, Artenverarmung des betroffenen Flussabschnitts, Bestandsverringerung eintreten. (Bei der Mehrzahl der für die Donau typischen Arten liegt die letztendlich den Tod verursachende Temperatur um 31 °C. Die widerstandsfähigsten Fischarten sind Karpfen /35,6 °C/, Bitterling /35,4 °C/ und Sonnenbarsch /35,3 °C/.)

Außer der Wärmebelastung sind die Auswirkungen der Lärmbelastungen von Pumpen, Kompressoren, und mechanischen Anlagen für die Fische zu erwähnen, was auf einem kurzen Flussabschnitt geringe Artenverarmung bedeutet.

3.8.4. Gemeinsame Auswirkung der nuklearen Anlagen des Standorts

Wenn bei gemeinsamen Betrieb der sechs Blöcke die Grenzen für die Einleitung des erwärmten Kühlwassers durch technische Maßnahmen eingehalten werden (z.B. Herunterfahren, Abschaltung in den kritischen Perioden) sind die in *Unterabschnitt 3.8.3.* beschriebenen Wirkungen zu erwarten, d.h. der sich durch den gemeinsamen Betrieb der Blöcke eintretende Zustand wird sich nicht wesentlich vom gegenwärtigen Zustand unterscheiden.

3.9. Lärmbelastung und Vibration

3.9.1. Beschreibung des Ist-Zustandes

Die am nächsten gelegenen bewohnten Gebiete vom Zentrum des Standorts der neuen Blöcke sind Paks, Csámpa und auf der gegenüberliegenden Seite der Dunaszentbenedek (Abstand 2-2,5 km). Die Bestimmung des betroffenen Gebietes muss entsprechend der Regierungsverordnung Nr. 284/2007. (X. 29.) „Über einige Regeln des Umweltschutzes gegenüber Lärm und Vibration“ ausgeführt werden, unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung der umliegenden Siedlungen, der Bauzonen-Einstufung und der Lärmemission der geplanten Tätigkeit.

3.9.1.1. Lärmbelastung des Gebiets

Vom Aspekt des Betriebslärms muss man auf dem neuen Standort in erster Linie mit dem Betriebslärm des laufenden Kernkraftwerks rechnen. Dominante Lärmquellen des Kraftwerks sind Dampfturbinen, Transformatoranlagen, Dieselgeneratoren, Kühlmaschinenhalle, Pumpen, Hochdruckkompressoren und Instandhaltungs- und Zerspannungswerkstätte.

Während der Umweltverträglichkeitsprüfung für die Laufzeitverlängerung des Kernkraftwerks [37] führten wir Lärmmessungen auf dem Betriebsgelände und an bestimmten Begrenzungspunkten des Betriebsgeländes aus. Als Schätzung aus an der Nordgrenze des Betriebsgeländes ausgeführten Messungen ist die Lärmemission in Richtung des Prüfgebietes $L_{A,ki} = 50-55$ dB.

Der Verkehrslärm des Prüfgebiets stammt von der sich 2 km entfernt befindenden, Autobahn M6, der etwa 500 m entfernten 6. Hauptverkehrsstraße und dem Last- und Personenverkehr des laufenden Kraftwerks. Die Lärmbelastung durch die Autobahn M-6 auf dem neuen Standort ist schätzungsweise tagsüber (6–22h)²⁸ 40–41 dB, nachts (22–6h) 32–33 dB. Die Lärmbelastung durch den Verkehr der 6. Hauptstraße (2009) war tagsüber 41–42 dB, nachts 34–35 dB. (Der Verkehr sank 2010 um 28%, daraus ergibt sich wahrscheinlich eine auf das Gebiet bezogene Verringerung der Lärmbelastung von etwa 1 dB oder weniger).

Entsprechend unserer Berechnungen beträgt die spürbare Lärmemission durch den mit dem Kraftwerk verbundenem Verkehr auf der nördlichen und südlichen Verbindungsstraße in einer Entfernung von 100 m von der tagsüber 35,4 dB, nachts 30,0 dB. Die Gesamt-Lärmbelastung des neuen Standorts durch den Straßenverkehr beträgt tagsüber 43–45 dB, nachts 36–38 dB.

In der Umgebung von Paks gibt es gegenwärtig keine Personenbeförderung per Bahn. Die Lärmbelastung aus dem Lastverkehr kann wegen geringem Verkehr vernachlässigt werden.

3.9.1.2. Zu schützende Gebiete und Anlagen in der Umgebung des Prüfgebiets

In der Umgebung des Prüfgebietes befinden sich landwirtschaftliche und Waldflächen (Im Bebauungsplan von Paks mit „Ev“ die Schutzwaldflächen um das Kraftwerk, mit „Eg“ die forstwirtschaftlichen Waldflächen, und darüber hinaus mit „Má“ allgemeine landwirtschaftliche Flächen gekennzeichnet). Für diese Gebiete gibt es keine Lärmimmissionsvorschriften.

Das Prüfgebiet selber und das benachbarte Betriebsgelände des Kernkraftwerks, bzw. das sich in Richtung Paks hinziehende Gebiet ist Wirtschaftsgebiet (mit „Gip“ gekennzeichnetes Industrie-Wirtschaftsgebiet) genauso wie die an der Grenze von Paks liegenden Gebiete (mit „Gksz“ gekennzeichnete Kommerzielle-Wirtschaftliche Gebiete). So sind die am stärksten gegen Lärmbelastung zu schützenden Objekt die Wohnhäuser in den Wohngebieten, d.h.:

- Wohnhäuser in der Danko Pista Straße von Paks, am Südrand des bewohnten Gebietes entlang der 6. Hauptstraße (mit „Lke“ gekennzeichnetes Einfamilien-Wohnhausgebiet mit Gärten),
- Wohnhäuser in Csámpa gegenüber dem Südeingang des Kraftwerks auf der gegenüberliegenden Seite der 6. Hauptstraße (mit „Lf“ gekennzeichnetes dörfliches Wohngebiet),
- Innengebiet von Dunaszentbenedek auf der gegenüberliegenden Seite der Donau.

Für die auf Wohn- und Wirtschaftsgebieten liegenden zu schützende Objekte gibt es Lärmimmissionsgrenzwerte. Auf den vor Lärm zu schützenden Gebieten ist in Paks und Dunaszentbenedek der Siedlungslärm, in Csámpa der Verkehrslärm der 6. Hauptstraße dominant.

Lärmpegel stehen wegen fehlender Messungen für diese Gebiete nicht zur Verfügung. Deshalb ist bei den gegen Straßen- und Betriebslärm zu schützenden Objekten vor der Umweltverträglichkeitsprüfung eine Lärmpegelmessung vor Ort zur Bestimmung des Ausgangszustands vor Beginn der Investition notwendig.

3.9.1.3. Gegenwärtige Vibrationsbelastung

Vom Gebiet des Kraftwerks verfügen wir über keine Vibrationsmessungen, so ist der gegenwärtige Zustand des Gebiets nicht bekannt. Aufgrund vorheriger Erfahrungen kann jedoch festgestellt werden, dass Vibrationsverbreitung im Untergrund bei den zu schützenden Objekten keine Vibrationsprobleme zu erwarten sind, wenn die Entfernung zwischen der Quelle und dem zu schützenden Objekt größer als 80–100 m ist. (Das bezieht sich gleichzeitig auf Vibrationen aus dem

²⁸ Die Lärmpegel sind als L_{Aeq} zu verstehen.

Verkehr und aus der Technologie. Die Vibrationen aus dem öffentlichen Verkehr durch LKW und PKW verursachen auch innerhalb der besagten 80-100 m keine Probleme.) So ist die Auswirkungszone der Vibrationsbelastung wesentlich kleiner, als der der Lärmbelastung.

Im Umkreis von 100 m des Betriebsgebiets des Kernkraftwerks befindet sich kein zu schützendes Gebäude, solche gibt es nur in mehr als 1 km Entfernung von der Betriebsgeländegrenze. So muss mit den Vibrationswirkungen der Maschinen und Anlage des Kraftwerks bei den außerhalb des Betriebsgeländes liegenden, zu schützenden Gebäuden nicht gerechnet werden.

Die Verkehrsbelastungen (Bahn, Straßen) sind innerhalb eines relativ kleinen Streifens (80–100 m), jedoch in wesentlich weiterer Ausdehnung, bei den Straßen wenigstens bis zum nächsten Ort, bei der Bahn bis zur nächsten Hauptabzweigung (Előszállás) zu untersuchen. Vor der Umweltverträglichkeitsprüfung ist eine Vibrationsmessung des Ist-Zustandes auf diesen Gebieten begründet.

3.9.2. Auswirkungen der Bauphase

Die vor der Lärm- und Vibrationsbelastung zu schützenden, am nächsten liegenden (Wohn-) Gebiete befinden sich in einer Entfernung von mehr als 1 km vom Betriebs- und Baulogistikgelände der geplanten neuen Blöcke.

3.9.2.1. Auswirkungen der Lärmbelastung

In Bezug auf die Bauphase kann man wegen fehlender detaillierter Angaben nur anhand von Annahmen prognostizieren. Die Bauarbeiten werden wahrscheinlich im 3-Schichtsystem, die Transportarbeiten nur tagsüber ausgeführt. Bei den Erdarbeiten kann man mit gleichzeitigem Einsatz von 50 Arbeitsmaschinen rechnen. Die Position der Maschinen ist unberechenbar, zufällig, deshalb gingen wir davon aus, dass in der Nähe der Geländegrenze in Richtung der zu schützenden Gebiete tagsüber max. 15, nachts 5 Baumaschinen und 3 sonstige Anlagen eingesetzt sind.

Die vorausgesetzte Emission der Erdbaumaschinen ist (aufgrund von früher bei ähnlichen Arbeiten durchgeführten Messungen) in einem Abstand von 5 m $L_{5m} = 85-95$ dBA. Beim Lasttransport haben wir in erster Linie die Nutzung der Autobahn M6 und 24 Fahrten /Stunde vorausgesetzt. Die Lärmemission der LKW ist abhängig von der Geschwindigkeit $L_{7,5m} = 62-65$ dBA, die durch den Personenverkehr entstehende liegt bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h für den Tageszeitraum zwischen 50–57 dBA, abhängig vom Blocktyp.

Bei diesen Bedingungen ist die voraussichtliche Lärmbelastung der dichtesten zu schützenden Objekte durch die Bautätigkeit und den Verkehr (unter Berücksichtigung der Entfernung, der Lärminderung durch Luft und Boden) $L_{AM} = 42-47$ dB, nachts 38–42 dB. Der letztere Wert bezieht sich auf die am nächsten gelegenen Wohngebiete von Dunaszentbenedek und überschreitet den zulässigen Grenzwert von 40 dB-es. Die Berechnungen müssen bei der Umweltverträglichkeitsprüfung konkretisiert werden, und wenn der Grenzwert nicht eingehalten werden kann, müssen technische Lösungen zur Minderung der Lärmbelastung angewendet werden (z.B. weniger Maschinen, Ausfall der Nachtschicht bei den Erdarbeiten), um diesen Zustand zu vermeiden. Sollte bei einigen Bauphasen auch unter Anwendung der obigen Maßnahmen der Grenzwert nicht erreicht werden, so muss bei der zuständigen Umweltschutzbehörde eine zeitweilige Entbindung von der Einhaltung des Grenzwertes beantragt werden,

Die Auswirkungszone der Bauarbeiten und des Verkehrs liegt ausgehend von den prognostizierten Daten zwischen 900-3100 m, bzw. zwischen 19-41 m entlang der Transportwege. Die sich auf dem vom Lärm zu schützenden betroffenen Gebieten befindenden zu schützende Objekte sind einzelne Wohnhäuser Paks, Dunaszentbenedek und Csámpa im Abstand von 3100 m ab der Grenze des Baugeländes bzw. von 41 m ab Straßenachse.

3.9.2.2. Auswirkungen der Vibrationsbelastung

Die Vibrationsbelastungen verursachen im Allgemeinen strukturelle (die Struktur und den Zustand von Gebäuden ungünstig beeinflussende) und umweltverbundene (Störende Wirkung auf die sich im Gebäude befindenden Menschen) Vibrationsprobleme. Die Vibrationsprobleme treten immer in Verbindung mit Gebäuden auf, deshalb muss bei der Untersuchung der Vibrationsauswirkungen in erster Linie festgestellt werden, ob und wenn ja, welche zu schützende Objekte auf dem betroffenen Gebiet vorhanden sind. Gemäß dem beim Ist-Zustand Beschriebenen ist die allgemeine Auswirkungszone der Vibrationsbelastung höchstens 80 m ab der Vibrationsquelle.

Direkte Vibrationsbelastung: Bei einem Bau von solchem Umfang sind wesentlich mehr lokale Vibrationsbelastungen zu erwarten, als beim Betrieb. Arbeitsphasen mit bedeutender Vibrationsbelastung sind u.a. Pfahlrammen, Spundwände, Abrissarbeiten oder eventuell Baugrubenaushebung durch Detonation. Das einzige zu schützende Objekt innerhalb des betroffenen Gebiets ist das laufende Kernkraftwerk, dessen Sicherheit durch die Vibrationsbelastung der Bauarbeiten nicht ungünstig beeinflusst werden darf. Deshalb ist es notwendig, die Vibrationsbelastung ständig zu verfolgen.

Indirekte Vibrationsbelastung: Die zu transportierende Materialmenge und Arbeitskräfte steigt beim Bau der neuen Blöcke sprunghaft an. Sollte diese nur über den Straßenverkehr transportiert werden, muss man mit mehreren Tausend Lastkraftfahrten pro Tag rechnen, dazu kommen noch mehrere Hundert Busfahrten zur Beförderung der Arbeiter. Das würde die Verdoppelung des 2009 in der Umgebung von Paks gemessenen Schwertransporter-Jahresverkehrs auf der 6. Hauptverkehrsstraße bedeuten. Das ist ein so erheblicher Verkehrsanstieg, der praktisch – unserer Meinung nach – nicht zu realisieren ist.

kann eine entlang des Transportweges eintreten. Das Ausmaß der Zustandsänderungen der Gebäude durch Verkehrsvibrationen hängt von der Entfernung zwischen dem Transportweg und dem Gebäude, sowie von der Achsenlast und Geschwindigkeit des Transporters, der Qualität der Straßenbefestigung und der Konstruktion des zu schützenden Gebäudes, seines Zustandes ab. Grundlegend ist nicht der Erhöhung der Fahrtenzahl, sondern die dadurch verursachte Verschlechterung des Straßenbelages und die Erhöhung der Achsenlast für den Anstieg der strukturellen Vibrationsbelastung verantwortlich.

Durch sprunghaftigen Anstieg der Vibrationspegel (anstelle von einigen Zehntel oder einigen mm/s, Vibrationsgeschwindigkeiten von mehreren 10 mm/s) kann selbst Schäden bei Gebäuden von guter Konstruktion und in gutem Zustand verursachen können.²⁹ Deshalb muss vor dem Bau der neuen Blöcke wenigstens der Ist-Zustand der weniger guten Gebäude entlang der kritischen Transportwege aufgenommen werden, und während des Baus ist die Betreibung eines Vibrations-Monitoring Systems zur fachgerechten Beurteilung der angenommenen oder wirklichen Schäden zu empfehlen. Zur Vermeidung der strukturellen Vibrationsprobleme schlagen wir vor, den Transport der Materialien von großer Masse oder Menge auf alle Fälle über den Wasserweg, in kleinerem Maße per Bahn zu realisieren.

Das unmittelbar betroffene Gebiet der Vibrationsbelastung durch den Bau ist ein Streifen von 100 m Breite außerhalb der Grundstücksgrenze, sowie die Straßen und Bahnlinien, die durch Wohngebiete gehen. Auch hier muss mit einer Breite von 100 m gerechnet werden. Anhand einer Begehung vor Ort stehen innerhalb dieser Streifen 300 solche Gebäude, wo durch den Bauverkehr – in unterschiedlichem Maße – mit dem Beschädigungsrisiken gerechnet werden muss. Es ist vom Gesichtspunkt der Vibrationsbelastung und des Umweltschutzes die Schaffung einer Verbindung des Baugeländes zur Autobahn M6 ohne Berührung von Wohngebieten zu empfehlen.

²⁹ Schon bei einer maximalen Vibrationsgeschwindigkeit von 1 mm/s können Vibrationsschäden an Gebäuden von schlechtem Konstruktionszustand (Lehmwände, ohne Stahlbetonkranz oder Fundament) entstehen. Bei gut gebauten, massiven Gebäuden können Schäden bei einer Geschwindigkeit ab 20–30 mm/s auftreten.

3.9.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke

3.9.3.1. Auswirkungen der Lärmbelastung

Beim Betrieb der neu zu errichtenden Blöcke ist entsprechend der Ausgangsdaten [32] mit Lärmbelastungen etwa gleicher Größe und gleicher Art, wie beim jetzt betriebenen Kraftwerk zu rechnen. Bei der Prognose der Auswirkungen stützen wir uns deshalb auf die Messergebnisse der dominanten Lärmquellen des jetzt betriebenen Kraftwerks:

- der Lärm der Dampfturbinen im Hauptgebäude bleibt innerhalb des Gebäudes, Lärmquelle sind nur die Lüftungsöffnungen an den Außenwänden, $L_{5m} = 60\text{--}62$ dBA,
- die Dieselgeneratoren sind ebenfalls in der Maschinenhalle, neben dem Gebäude ist eine Lärmpegel von $L_{5m} = 77\text{--}80$ dBA
- die freistehende Transformatorstation verursacht einen Lärm von 60 dBA
- der Lärm der Pumpen ist $L_{5m} = 68\text{--}70$ dBA
- neben der Kompressor Halle ist der Lärmpegel von ca. $L_{5m} = 60$ dBA typisch.

Bei der Frischwasserkühlung entsteht nur durch das Wasserwerk und das Tosbecken der Warmwasserkanäle Lärm. Bei den Verkehrs-Lärmbelastungen beträgt die Belastung unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Verkehrs durch den Personenverkehr am Tage im Abstand von 7,5 m von der Straßenachse 53–57 dBA, nachts 48–53 dBA. Lastverkehr ist nur tagsüber zu erwarten, durchschnittlich 15 Fahrzeuge/Stunde, Lärmemission $L_{7,5m} = 56$ dB.

Die obigen Bedingungen vorausgesetzt, genügt die Lärmbelastungen der am nächsten gelegenen zu schützenden Objekte (Paks, Dankó Pista Str., Csámpa, Wohngebiet gegenüber der südlichen Verbindungsstraße, Dunaszentbenedek, Petőfi Sándor Str.) durch den Betrieb der neuen Kernkraftwerksblöcke (bezogen auf Betriebs- und Verkehrslärm) den Anforderungen.

Die Auswirkungszone ist unseren Schätzungen nach beim Betriebslärm 300–500 m, beim Verkehrslärm innerhalb 50 m ab der Straßenachse. Innerhalb dieser befinden sich auf den Wohngebieten von Paks und Csámpa zu schützende Objekte.

3.9.3.2. Auswirkungen der Vibrationsbelastung

Direkte Vibrationsbelastung: Die Vibrationsausbreitung im Boden kann im Abstand von 80–100 Meter ab der Quelle nachweisbare Probleme verursachen, innerhalb des Umkreis von 100 vom neuen Betriebsgebiet gibt es aber keine zu schützende Objekte.

Indirekte Vibrationsbelastung: Der selbständige Betrieb der beiden neuen Blöcke kann mit kleinerer Mitarbeiterzahl als beim bisherigen Kraftwerk, und so mit geringerer Verkehrsbelastung gelöst werden. Der Lastverkehr wird voraussichtlich den gegenwärtigen nicht übersteigen. Vibrationsprobleme können nur bei den am nächsten gelegenen, und sich schon in einem schlechten Bauzustand befindenden Gebäuden eintreten.

3.9.4. Die gemeinsame Wirkung der am Standort betriebenen nuklearen Anlagen

In Bezug auf die Lärmbelastung aus dem Betrieb kann festgestellt werden, dass anhand der Lage der bestehenden und geplanten Lärmquelle und der Entfernung der drei Anlagen mit keiner bedeutenderen, sich summierenden Wirkung gerechnet werden muss. Das heißt, dass das für die neue Tätigkeit Beschriebene auch für die gemeinsame Lärmbelastung zutrifft.

Der Transportverkehr weicht jedoch in Bezug auf die neuen Blöcke und die zwei bestehenden Betriebe (das laufende Kernkraftwerk und das ZAB) wesentlich ab, in erster Linie in Bezug auf die Anzahl der PKW. Die für den summierten Verkehr berechnete Tages-Lärmimmission im Abstand

von 7,5 m von der Straßenachse liegt je nach Blocktyp und der dazu nötigen Personenanzahl zwischen 60–62 dBA.

Bei gleichzeitigem Betrieb der drei Anlagen überschreitet also der Lärmpegel neben den Straßen (unter Annahme, dass der gesamte Verkehr auf den gleichen Straßen läuft) den nur durch die geplanten neuen Blöcke entstehenden Lärmpegel um 5–7 dB. So kann der Gesamtverkehr in Nähe der Wohngebiete sogar eine Überschreitung des Grenzwertes verursachen, das heißt die Lärmwirkung des Last- und Personenverkehrs wird für die sich entlang der Zufahrtsstraßen befindenden, nicht sehr ausgedehnten Wohngebiete (Gebiete von Csámpa neben der 6. Hauptstraße, Randgebiet von Paks) wahrscheinlich bedeutend sein. Während der Umweltverträglichkeitsprüfung muss dieser Themenkreis weiter untersucht werden, die Verkehrsverteilung muss bestimmt und danach die geschätzten Lärmpegel präzisiert werden, und wenn notwendig, sind die möglichen Lösungen für die Vermeidung der Grenzwertüberschreitung auszuarbeiten.

Bei der Vibrationsbelastung trifft das im vorherigen Punkt Beschriebene auch für den gleichzeitigen, gemeinsamen Betrieb zu, denn es gibt auch bei den jetzt laufenden Anlagen keine wesentlichen Vibrationsquellen. Die sich durch den Transport ergebenden Belastungen weichen wahrscheinlich durch den Verkehrsanstieg weder in ihrem Auswirkungsgebiet, noch in ihrer Einstufung von dem vorherigen ab.

Die sich aus dem Transport ergebende Belastung beim gemeinsamen Betrieb der sechs Blöcke, die An- und Abtransporte, sowie den Personenverkehr schätzen wir doppelt so hoch, wie die gegenwärtigen. Das ist im Vergleich zum gegenwärtigen Lastverkehr der 6. Hauptstraße eine bedeutende Menge (etwa 30–40%, auch unter Berücksichtigung des natürlichen Verkehrsanstiegs), was den Bauzustand der Gebäude neben den Straßen beeinflussen kann. Auch unter Berücksichtigung der Auswirkungen des gemeinsamen Betriebs der Blöcke ist die Bauzustandsprüfung der sich neben den Straßen befindenden Gebäude unbedingt notwendig.

3.10. Abfälle

3.10.1. Beschreibung des Ist-Zustands

Auf dem Gelände der zu errichtenden Blöcke war – anhand zur Verfügung stehender Daten und Informationen – die Bauschuttdeponie der vorhandenen Blöcke. Anhand der Ergebnisse der 2002 durch die Firma erstellten umfassenden Umweltschutzprüfung [80] wurden auf der Deponie keine Gefahrenstoffe gefunden, eine Kontamination der abgelagerten Feststoffe konnte im Labor nicht nachgewiesen werden. Sollte das Gebiet von den Bauarbeiten betroffen werden, muss der Abfall ausgehoben werden und einer Firma, die über eine gültige Abfallbehandlung-Genehmigung verfügt, übergeben werden.

3.10.2. Auswirkungen der Bauphase

3.10.2.1. Abfallarten und Abfallmengen

In der Bauphase entsteht eine bedeutende Menge vom Abfall. Die Abfallarten sind im Falle der unterschiedlichen Blocktype im Wesentlichen gleich, ihre Menge kann aber je Typ des Blocks unterschiedlich sein. Nach der jetzigen Regelung ist der am Baugelände ausgehobene Boden bei Verunreinigung als Abfall zu betrachten, als größte Menge muss mit Entstehung solcher gerechnet werden. Die sonst entstehenden Abfälle sind in *Tabelle 3.10.2.1-1* zusammengefasst. Bei der Kennzeichnung der Haupt- und Nebengruppen ist mit Entstehung von verschiedenen Abfällen innerhalb einer Gruppe zu rechnen.

Tabelle 3.10.2.1-1. : Während des Baus entstehende Abfälle

EWC ¹ Code	Bezeichnung
08 01 Untergruppe	Abfälle aus HZVA und Entfernung von Farben und Lacken
17. Hauptgruppe	Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten)
17 05 03* ²	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten
17 05 04 ²	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen
15. Hauptgruppe	Verpackungsabfall
20 02 01	Biologisch zerfallender Abfall
20 03 01	Sonstiger kommunaler Abfall, inkl. Gemischtabfall

¹ EWC (European Waste Catalogue): Europäischer Abfallkatalog

² wegen der Menge gesondert ausgewiesen

In der Menge der Bauabfälle können sich abhängig von dem Typ des zu errichtenden Blocks zeigen, besonders in der Menge des ausgehobenen Bodens, die auch durch die ausgewählte Gründungsart bestimmt ist.

Beim Bau der Frischwasserkühlung sind die gleichen Abfallarten wie beim Bau der Blöcke zu erwarten.

Die Menge des kommunalen Abfalls wird von der Anzahl der Bauarbeiter abhängen, bei Annahme einer durchschnittlichen Anzahl von 1000 Personen ist täglich 500–700 kg Abfall zu entsorgen, in Spitzenzeiten (7000 Personen) können auch täglich 4000 kg Abfall entstehen.

3.10.2.2. Sammlung, Wiederverwendung, Entsorgung der Abfälle

Wenn die obere Schicht des abzubauenen Bodens keine Auffüllung ist, soll der Mutterboden gesondert gesammelt, und nach Bauende vor Ort benutzt, oder als Nährboden zur Benutzung übergeben werden. Von den weiteren ausgehobenen mehreren hunderttausenden m³ Boden, kann nur ein Bruchteil auf dem Gelände benutzt werden, es soll versucht werden, den Rest bei Straßenbau, Geländebegleichung zu benutzen. Wenn der Boden nicht sofort abtransportiert wird, muss zur Lagerung eine zeitweilige Deponie auf dem Gelände angelegt werden. Wenn die Verwendung nicht lösbar ist der gemischte Bauabfall einer Firma, die über eine gültige Abfallbehandlung-Genehmigung verfügt, zu übergeben. Wenn keine Deponie mit entsprechender Kapazität in erreichbarer Nähe zur Verfügung steht, es ist die Erweiterung der kommunalen Abfall-Deponie der Stadt Paks zu empfehlen. [78]

Bei den Bauabfällen soll bis Ende der Bauarbeiten angestrebt werden, dass ein möglichst großer Anteil der Abfälle selektiv gesammelt wird, um die Wiederverwendung der Abfälle zu ermöglichen. Für diesen Zweck soll entsprechendes Sammelgelände in der Nähe des Baus oder auf dem Baulogistikkgelände für die in großen Mengen entstehenden Abfälle – Ziegelstein, Beton, Keramik, Holz Eisen – gesichert werden. Genauso sind die Abfälle der Papier- und Kunststoffverpackungsmaterialien gesondert in beschrifteten Containern zu sammeln. Diese Materiale sollen für weitere Nutzung übergeben werden, der Nutzer kann einer der Dienstleistungsfirmen für die MVM Kernkraftwerks Paks AG sein.

Die gefährlichen Abfälle sollen auch selektiv gesammelt werden. Bei diesen Abfällen besteht die Gefahr der Umweltverschmutzung, deshalb soll der Sammelplatz gemäß der Regierungsverordnung 98/2001. (VI. 15.) über die Tätigkeiten in Verbindung mit gefährlichen Abfällen dem in der Verordnung Beschriebenen entsprechen. Die Benutzung und Entsorgung darf nur eine Firma durchführen, die über entsprechende Genehmigung verfügt, deshalb dürfen die Abfälle nur solchen Firmen übergeben werden. Die erforderliche Verbrennungs- bzw. Deponiekapazität steht im Land

zur Verfügung. Bei den Abfallentsorgungs- und Transportprozessen sind die Vorschriften der oben genannten Verordnung einzuhalten.

Die Entsorgung der kommunalen Abfälle erfolgt zurzeit auf der Deponie für Fest-Abfälle der Stadt Paks, deren Kapazität dem Ende zugeht, deswegen wird eine regionale Deponie unter Zusammenschluss von 7 Siedlungen errichtet. Die Übernahme der Bauabfälle soll mit dem betreibenden Konsortium der Deponie vereinbart werden, falls erforderlich, soll eine neue Deponie gesucht werden.

Die bei der Geländeebnung aufkommenden Pflanzenabfälle können kompostiert, oder für die Biogasherstellung verwendet werden. Es soll untersucht werden, ob die Kompostierung in der Kompostanlage möglich wird, die bei dem Ausbau des Abfallwirtschaftssystems der Region Paks errichtet werden soll.

Während der Bauarbeiten soll ein Bauabfallregistrierungsblatt gemäß der Regierungsverordnung 191/2009. (IX. 15.) über die Durchführung der Bautätigkeit geführt werden, das nach der Beendigung der Bautätigkeit zusammen mit der Abnahmebestätigung der abfallbehandelnden Organisation der territorial zuständigen Umweltschutzbehörde eingereicht wird. Die Aufsichtsbehörde trifft gemäß der gemeinsamen Verordnung des Innenministeriums und des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft 45/2004. (VII. 26.) über die ausführliche Regel der Behandlung von den Bau- und Abrissabfällen anhand der eingereichten Dokumente ihre fachbehördliche Stellungnahme beim Baugenehmigungsverfahren.

3.10.2.3. Auswirkungen des entstehenden Abfalls

Die Auswirkungsträger sind hinsichtlich der Abfallwirtschaft die Gebiete, wo die Abfälle beim Bau, dem Betrieb und der Einstellung des Betriebs entstehen, bzw. abgesetzt werden.

In der Bauzeit können die Absetzung und die Lagerung der Abfälle bis zu ihrem Abtransport Änderungen des Zustands der geologischen Medien verursachen, Auswirkungen auf die oberirdischen und unterirdischen Gewässer kann man ausschließen. Die Auswirkungen können in der vorübergehenden Geländebenutzung der Abfalllager, in der Ausstreuung, eventuellem Auslauf der Abfälle bei Beförderung und Transport auftreten. Die Verschmutzungsquelle kann in diesen Fällen gut abgegrenzt werden, die Verschmutzung ist einmalig. Die Verunreinigung kann in kurzer Zeit beseitigt, vom Boden entfernt werden. Die Auswirkungen können vermindert, bzw. vermieden werden, wenn beim Bau des Betriebs für entsprechende Sammlung und Lagerung der entstehenden Abfälle gemäß der gültigen Rechtsregelungen und Vorschriften gesorgt wird, und die Regel der Abfallbehandlung eingehalten werden. In diesem Fall werden die Auswirkungen minimal sein.

3.10.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke

3.10.3.1. Entstehung, Behandlung und vorübergehende Lagerung von radioaktivem Abfall

Während des Betriebs entstehen feste und flüssige radioaktive Abfälle mit schwacher, mittlerer und hoher radioaktiver Aktivität. Beim Vergleich der aus dem Betrieb entstehenden radioaktiven Abfälle der einzelnen Blöcke muss man beachten, dass die Kategorien der radioaktiven Abfälle in den einzelnen Ländern nicht einheitlich angegeben werden. Bei allen fünf Reaktoren fallen Abfälle mit schwacher oder mittlerer Aktivität in verschiedene Kategorien an, dessen Behandlung und Lagerung verschiedene technische Lösungen erfordern, jedoch werden bei vier Blöcken (AP1000, ATMEA1, EPR und APR1400) nur die abgebrannte Brennelemente als Abfall mit hoher Aktivität betrachtet, die Regelkassetten und die Filtereinschübe – die heute in Paks als hochradioaktiver Abfall behandelt werden - werden als Abfälle mittlerer Radioaktivität eingestuft.

Dementsprechend wird unter den fünf betrachteten Blöcken nur bei dem MIR.1200 Block eine Abschätzung der entstehenden Menge an hochradioaktivem Abfall gegeben.

Da die neuen Blöcke, wie die heutigen Druckwasserreaktoren werden, kann mit ähnlichen flüssigen radioaktiven Abfällen gerechnet werden: Verdampfungsreste, Säuren zum Ätzen des Evaporators, ausgelaugter Harz der Ionentauscher im Primärkreis, Dekontaminationsmittel, aktiver Schlamm, aktive Lösungsmittel und verschmutzte technologische Bohrsäurelösungen. Aus dem Kraftwerk kann nur Festabfall ins Endlager transportiert werden, deshalb muss der flüssige radioaktive Abfall verfestigt werden, z.B. durch Zementation oder Polymerisation.

In der heimischen Praxis zählen Abfälle, die während des Betriebs entstehen (z.B. genutzte Kleidung, Schutzausrüstung, Werkzeuge, Verschleißteile, Aerosolfilter) sowie bestimmte Elemente des Reaktordruckbehälters und aktivierte Einrichtungen zu radioaktiven Abfällen mit schwacher oder mittlerer Aktivität. In Abfällen mit schwacher oder mittlerer Aktivität dominieren Isotope mit einer kleinen Halbwertszeit. Für die Lagerung von Abfällen mit schwacher Aktivität ist keine Strahlenschutz-Abschirmung notwendig, die separate Lagerung auf einem gekennzeichneten, begrenzt zugänglichen Gelände ist ausreichend. Bei der Planung von Behältern für Abfälle mit mittlerer Aktivität werden Strahlenschutz-Aspekte berücksichtigt, aber man muss abweichend von den hochaktiven Abfällen - mit keiner Hitzebildung im Abfall rechnen. Es lohnt sich die Abfälle mit schwacher oder mittlerer Aktivität auch nach der Halbwertszeit ihrer Isotope zu unterscheiden: im Abfall mit kurzer Lebensdauer übersteigt die Halbwertszeit der Isotope 30 Jahre nicht.

Beim Betrieb der neuen Blöcke muss man damit rechnen, dass Abfälle mit schwacher oder mittlerer Aktivität vorübergehend auf dem Betriebsgelände gelagert werden müssen, dazu ist es zweckmäßig, mit einer entsprechenden Technologie das Volumen des Abfalls zu komprimieren. Das kann den Plänen entsprechend durch Zerkleinerung, Kompaktieren, bzw. Verbrennung (z.B. beim EPR) geschehen. Für die Lagerung von Abfällen mit schwacher oder mittlerer Aktivität sind bei der Mehrheit der neuen Blöcke die auch heute benutzten 200 Liter Stahlfässer geplant, beim AP1000 Block werden 3 m³ Speichereinheiten benutzt.

3.10.3.2. Behandlung und zeitweilige Lagerung abgebrannter Brennstäbe

Die neuen Blöcke können mit zwei Brennstoffarten betrieben werden: mit dem in Paks benutzten Uranoxid, und mit MOX (Mixed Oxide), eine Mischung aus Uranoxid und Plutoniumdioxid, das aus der Wiederaufbereitung von abgebrannten Brennstäben stammt. Die Isotope in den abgebrannten Brennelementen decken die Elemente des Periodensystems von der kleinsten Ordnungszahl bis zur größten fast ab.

In Bezug auf die endgültige Lagerung und Wiederaufbereitung der Heizstäbe sind die Masse, Aktivität, Wärmeerzeugung durch Zerfall und die für die biologische Schädlichkeit charakteristische Radiotoxizität gleichermaßen maßgebend.

Die Aktivität des abgebrannten Kraftstoffs ergibt sich am Anfang durch Spaltprodukte mit einer kleinen Halbwertszeit, später nach einigen hundert Jahren ist die Aktivität von Plutonium, Uran und anderen Aktiniden³⁰ bestimmend. Die spezifische Aktivität von einer Tonne Brennstoff mit durchschnittlichen Ausbrennungsgrad beträgt am Ende der Betriebszeit 10⁷ TBq/kg, nach 10 Jahren sinkt die Aktivität auf ein Tausendstel, nach 600 Jahren auf Hunderttausendstel (100 TBq/kg).

Die Wärmeerzeugung in den abgebrannten Elementen sinkt parallel mit der Aktivität

Die Radiotoxizität zeigt, welche gesundheitsschädlichen Wirkungen die radioaktiven Isotope hätten, wenn sie in den menschlichen Körper gelangen würden³¹. Nach einigen Jahrzehnten wird der größte Teil der Radiotoxizität der abgebrannten Brennelemente von den Aktiniden bestimmt,

³⁰ Sammelbezeichnung für die chemisch verwandten Elemente mit den Ordnungszahlen 89 (Aktinium) bis 102;

³¹ Im mathematischen Sinne bedeutet Radiotoxizität die gewichtete Summe der Aktivitäten der radioaktiven Stoffe: es kann aus den Aktivitäten der Isotope mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren (Dosisumrechnungsfaktor) der einzelnen Isotope berechnet werden.

den für natürliches Uran charakteristischen Wert erreicht der abgebrannte Brennstoff nach mehr als hunderttausend Jahren.

Anhand der Daten der geplanten Blöcke entsteht in einem Reaktor in Laufe der 60-jährigen Betriebszeit etwa 1300–2200 t abgebrannter Brennstoff. (Tabelle 3.10.3.2-1.).

Wegen der Wärmebildung werden die Kassetten für einige Jahre neben dem Kraftwerk in Brennelementlagerbecken aufbewahrt. Hier verringern sich bedeutend die Aktivität und die Nachzerfallswärme der Isotopen mit kurzer Halbwertszeit.

Die Kapazität der Brennelementlagerbecken (Abklingbecken) lässt es zu, dass die abgebrannten Kassetten mehr als zehn Jahre in dem Becken verbringen. Innerhalb dieses Zeitraums verringert sich die Restwärme auf den zur Trockenlagerung notwendigen Wert. (Tabelle 3.10.3.2-2.).

Tabelle 3.10.3.2-1. : Menge des aus der ganzen Betriebszeit entstehenden abgebrannten Kraftstoffs in einem Block nach Typen

Reaktor	Wärmeleistung [MW]	Abbrennung der Kassetten [MWd/kgU]	Auslastungsfaktor [%]	Menge des abgebrannten Kraftstoffs [t]
AP1000	3 400	60	93	1 334
MIR.1200	3 200	55,5	90	1 403
ATMEA1	3 138	51,5	92	1 450
EPR	4 300	55	92	1 861
APR1400	3 983	44,6	92	2 126

Tabelle 3.10.3.2-2. : Lagerung des abgebrannten Brennstoffs im Abklingbecken

Reaktor	Lagerzeit [Jahr]
AP1000	max. 18
MIR.1200	10
ATMEA1	6–10
EPR	11–18
APR1400	max. 16

Der abgebrannte Brennstoff wird nach einiger Zeit aus dem Becken in ein Zwischenlager überführt, entfernt, wo er einige Jahrzehnte bleibt. Die Abführung der Restwärme muss auch hier gelöst werden, dafür sind aber auch weniger intensive Methoden geeignet (z.B. Luftströme mit natürlicher Zirkulation). In manchen Ländern (Slowenien) ist die Zwischenlagerung auch mit nassen Verfahren, - ähnlich wie das Abklingbecken gelöst -, doch ist die trockene Lagerung weit mehr verbreitet. Die Konstruktion der Trockenlager kann verschieden sein:

- Der Metallcontainer (auf Englisch *cask*) sichert die Abschirmung und die Vermeidung der Freisetzung von radioaktiven Stoffe durch sein Material. Im Container gibt es Konstruktionselemente zum Einfang von Neutronen. Zur Verbesserung der Wärmeableitung sind Kühllamellen an der äußeren Oberfläche angebracht. Manche Container sind neben der Lagerung auch für den Transport von abgebrannten Brennelementkassetten geeignet.
- Die Silos sind große Konstruktionen aus Stahlbeton, indem die Kassetten in Stahlgehältern untergebracht sind. Die zwischen Beton und Stahlbehältern zirkulierende Luft sichert die Wärmeableitung, den biologischen Schutz stellt die Betonmauer dar
- Die Kammern (Englisch *vaults*) bilden ein Netz von Lagerhöhlungen in einem gemeinsamen Gebäude. Die strömende Luft zwischen den Rohren, die die Kassetten beinhalten, leitet die Restwärme ab, Schornsteine beschleunigen die natürliche Luftzirkulation.

3.10.3.3. Die Möglichkeiten der endgültigen Lagerung und Entsorgung von radioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen

Durch Anwendung von technischen Entwicklungen und neuen Technologien werden in der Zukunft bei den Kernkraftwerken der 3. Generation bezogen auf der Erzeugung einer Energieeinheit geringere Mengen an radioaktiven Abfall entstehen, als in den heute in Betrieb stehenden Blöcken, mit einer erheblichen Verminderung kann jedoch nicht gerechnet werden. Während des Betriebs, und nach der Demontage der neuen Blöcke muss für die Lagerung von mehreren Tausend Kubikmetern radioaktiven Abfall mit schwacher oder mittlerer Aktivität gesorgt werden. Dem derzeitigen Wissen nach kann dies, mit der Erweiterung des Nationalen Endlagers für radioaktive Abfälle in Bataapáti (NRHT) gelöst werden.

Bei der unmittelbaren Endlagerung der Brennelemente (s.g. offener Brennstoff-Zyklus) gelangt der Brennstoff ohne Wiederaufbereitung aus dem Reaktor in das Endlager, dabei geht aber eine erhebliche Menge des noch vorhandenen wertvollen Spaltmaterials verloren. Die ohne Wiederaufbereitung gelagerten Brennelemente sind von hoher Aktivität und großer Restwärmeerzeugung.

Die beste Lösung für die Lagerung sind Depots weit unter der Erde, in geeigneten geologischen Formationen. Bei der Abfalllagerung werden solche technische Lösungen eingesetzt, die mehrfache Schutzbarrieren bilden. Die Verpackung (d.h. Nutzung entsprechender Container), Nutzung von Lücken-Füllmaterialien und die geologische Charakteristik des Lagers sichern gemeinsam die Abschirmung der Abfälle von der Biosphäre. So ein Endlager ist für die Einlagerung des aus der Wiederaufbereitung der abgebrannten Brennstäbe entstehenden Abfalls, sowie der bei Betrieb und Demontage entstehenden hochaktiven Abfälle geeignet.

Die Forschungen nach einem geeigneten Gestein für einen Endlager für hochaktive Abfälle begannen mit der Untersuchung der Bodai Aleurolit Formation (BAF), die zu der Uranmine im Mecsek Gebirge gehört. Die Menge der Information über geologisches Umfeld und Formationen dieses Gebiets übertrifft weit die Kenntnis über andere potentielle Gebiete. Ein Probeschurf und mehrere Probebohrungen ermöglichten die detaillierte Untersuchung des Gesteins, und bisher sind keine Umstände aufgetaucht, die die Eignung des Standorts für die Errichtung eines Tiefenlagers ausschließen. Wenn die Endlagerung der Heizstäbe der jetzt in Betrieb stehenden Blöcke am Standort Boda realisiert wird, wird es mit großer Wahrscheinlichkeit, durch Erweiterung des Stollensystems möglich sein, auch den abgebrannten Brennstoff der neuen Blöcke dort zu lagern.

Bei einem geschlossenen Brennstoffzyklus werden die abgebrannten Brennelemente wieder aufbereitet (reprozessiert), neuer Brennstoff wird daraus gewonnen und nur der dabei entstehende Abfall wird endgelagert. Die Wiederaufbereitung von abgebranntem Brennstoff ist in Ungarn nicht möglich.

3.10.3.4. Auswirkung der beim Betrieb entstehenden Bau- und sonstigen Abfälle

Wir haben die Informationen über die beim Betrieb entstehenden Abfälle einerseits von den Lieferanten der Neuen Blöcke, andererseits in Verbindung mit den betriebenen Blöcken von der MVM Kernkraftwerk Paks AG bekommen. Der Betrieb von den neuen Blöcken ergibt im Grunde keine anderen Abfallarten, und die spezifische Menge der Abfälle wird infolge der moderneren Anlagen weniger als jetzt sein.

Abfallarten und Abfallmengen

Die beim Betrieb der neuen Blöcke entstehenden konventionellen Abfälle unterscheiden sich in der Qualität nicht viel von den Abfällen eines industriellen Großbetriebs. Der größte Unterschied zeigt sich in der gesonderten Behandlung der radioaktiven Abfälle. Die Abfälle können inerte Bauabfälle von Bau- bzw. Umbauarbeiten, kommunale Abfälle, gefährliche Abfälle und nicht gefährliche

Abfälle sein. Unter Verwendung der Lieferantenangaben und der Daten der sich im Betrieb befindenden Pakser Blöcke fassten wir die beim Betrieb der neuen Blöcke entstehenden Abfälle zusammen (*Tabelle M-2, im Anhang*).

Beim Betrieb der neuen Blöcke muss bei der Abfallwirtschaft die Hierarchie der Abfälle berücksichtigt werden: Vermeidung der Abfallentstehung – Wiederverwendung – Nutzung – energetische Nutzung – Deponierung – berücksichtigt werden. Die Abfälle sollen, wo es möglich ist, für die Wiederverwendung vorbereitet werden. Solche Abfälle können sein: Altöl, Akkumulatoren, Metalle, Glas und Papier. Der Transport von Abfällen für die Wiederverwendung, Entsorgung oder auf eine Deponie darf durch Transportunternehmer durchgeführt werden, die über eine entsprechende Genehmigung verfügen. Wenn der Transport in ein nahegelegenes Lager möglich ist, kann dadurch das Umweltrisiko des Transports vermindert werden.

Als Abfall aus dem Betrieb der Frischwasserkühlung sind die bei der Filtrierung des Donauwassers in den Filtern bleibende Feststoffe (Gittermüll). Kommunaler Abfall entsteht in allen Arbeitsorganisationen, auf allen Arbeitsplätzen (Büros, Werkstätte, Sozialräume, Mensa, Labors).

Sammlung und Lagerung der Abfälle

Das Sammeln der Abfälle soll so erfolgen, dass die Möglichkeit der Umweltverschmutzung ausgeschlossen, oder mindestens minimiert wird, und die Bedingungen der Wiederverwendung hergestellt sind. Wenn die Entstehung der Abfälle nicht vermieden werden kann, ist für die selektive Sammlung zu sorgen. Die selektive Sammlung soll, falls möglich, schon vor Ort an der Stelle der Abfallentstehung durch entsprechende Errichtung von Sammelplätzen am Arbeitsplatz erfolgen. Parallel dazu ist - bei gefährlichem Abfall am Entstehungsort - für beschriftete, gut unterscheidbare Sammelgefäße zu sorgen, in den die gleichen Abfallarten der Arbeitsplätze gesammelt werden können.

Industrielle nicht gefährliche Abfälle

Die nicht gefährlichen industriellen Abfälle, - besonders verwendbare und absetzbare - sind so zu sammeln, dass keine Verunreinigungen entstehen, wodurch die weitere Verwendung verhindert wird. Deshalb dürfen diese z. B. keine kommunalen und gefährlichen Abfälle enthalten. Für die Lagerung dieser Abfälle sollen in ausreichender Anzahl Lagerräume errichtet werden. Zu dieser Gruppe gehören die unterschiedlichen Metallabfälle, Kabelabfälle, nicht gefährliche elektronische und elektrotechnische Abfälle, Holzabfälle, Abfälle der Papier- und Kunststoffverpackungen. Es ist zweckmäßig für die nicht nutzbaren industriellen Abfälle einen gesonderten Sammelplatz zu kennzeichnen, eventuell ein Teil des Sammelplatzes für gefährliche Abfälle für diesen Zweck abzutrennen.

Inerte Bauabfälle

Entstehen in großer Menge, deshalb soll besondere Aufmerksamkeit auf die während des Baus entstehende Abfälle gerichtet werden. Die entsprechende Selektivität ist nicht nur Aufgabe der Kernkraftwerksmitarbeiter, sondern – weil diese Arbeiten meist von Fremdfirmen ausgeführt werden – auch für alle Unternehmer ein Pflicht. Der Bau- und Abrisschutt ist bei einem kleineren Volumen in Containern in der Nähe der Bauarbeiten zu sammeln, aber bei den größeren Bauarbeiten ist ein gesondertes geeignetes Gelände für die Sammlung der aufkommenden Abfälle zuzuweisen.

Gefährliche Abfälle

Die gefährlichen Abfälle sollen am Ort der Entstehung auf den Sammelstellen der Arbeitsplätze in mit EWC-Code versehenen Gefäßen (Container, Fass, Trommel, Sack), gesammelt werden. Das in großen Mengen entstehende Altöl ist in Behältern mit entsprechendem Schutz zu sammeln. Die

festen Abfälle, die keine Flüssigkeiten, auch Restmengen nicht, enthalten (z. B. ölverschmutzte Lappen, Farbenverpackungen) können in Kunststoffsäcken gesammelt werden.

Der Abtransport der gesammelten Abfälle kann direkt von den Sammelstellstellen der Arbeitsplätze nicht gelöst werden, deshalb sind Betriebsammelstellen für die gefährlichen Abfälle zu errichten. Die Ausführung der Sammelstelle soll den Vorschriften der Anlage 3 der Regierungsverordnung 98/2001. (VI. 15.) über die Durchführung der Tätigkeiten in Verbindung mit gefährlichen Abfällen entsprechen, weiterhin ist Betriebsordnung der Sammelstelle anzufertigen, die der regional zuständigen Aufsichtsbehörde für Umweltschutz eingereicht werden muss.

Kommunaler Abfälle

Die Sammlung der kommunalen Abfälle erfolgt auf gewöhnlicher Weise in Mülltonnen, Containern, auf für diesen Zweck ausgewiesenen Plätzen. Die Errichtung einer gesonderten Deponie ist nicht erforderlich, der Abtransport kann mit dem Wechsel der Container gelöst werden.

Freigabe der Abfälle

Unterschiedliche Abfalltypen können im Kontrollbereich und auch im Überwachungsbereich entstehen. Die im Kontrollbereich entstehenden Abfälle sind auch nach Arten, selektiv zu sammeln, aber vor dem Abtransport sind diese zu kategorisieren, der Abtransport ist nur nach Durchführung des Freigabeverfahrens möglich. Im Freigabeverfahren muss bewiesen werden, dass die individuelle Jahresstrahlenbelastung aus der Behandlung als nicht radioaktiver Abfall die effektive Dosis von 30 μSv nicht übersteigt. Die Freigabe der Abfälle erfolgt entsprechend § 23 der Verordnung des Ministeriums für Gesundheitswesen 16/2000. (VI. 8.)EüM. Der Abtransport der Abfälle aus dem Kontrollbereich kann unter Berücksichtigung der durch die Behörde genehmigten Freigabegrenzwerte nach Aktivitätsmessung erfolgen. Nach der Freigabe kann der aus dem Kontrollbereich abtransportierte Abfall zusammen mit dem Abfall des überwachten Bereichs weiter gelagert und behandelt werden.

Nutzung, Entsorgung

Als Ziel der Investition ist aufgrund der Aspekte von Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz – unter Berücksichtigung der Hierarchie der Abfallwirtschaft – die Verminderung der entstehenden Abfallmenge und durch die Herausbildung eines selektiven Abfall-Sammelsystems ein hoher Anteil der Wiederverwendung anzustreben

Bei der Abfallwirtschaft ist also in erster Linie für die Nutzung und Entsorgung der oben aufgeführten Abfälle zu sorgen. Nach den bisherigen Erfahrungen kann der Absatz von nicht gefährlichen Abfällen wie Metallen, Holz, Papier und Karton, sowie Kunststoffen leicht realisiert werden, aber durch die sich erhöhende Aufbereitungskapazität wird auch die Nutzung von Bauabfällen möglich sein. Von den gefährlichen Abfällen können die ölhaltigen Abfälle (Altöl, ölige Lappen, Ölverpackungen, Ölschlamm), die Akkumulatoren und Trockenbatterien verwendet werden [84]. Ein Teil der sonstigen gefährlichen Abfälle (z. B. Abwasserschlamm) kann durch Verbrennung thermisch benutzt werden, wofür die erforderliche Kapazität steht zur Verfügung.

Die endgültige Entsorgung der nicht nutzbaren Abfälle ist die Lagerung in einer Müll-Deponie. Die Entsorgung von gefährlichem Abfall kann- aufgrund seines kleineren Umfangs – auch in dafür vorgesehenen Deponien erfolgen.

Auswirkungen der Abfallentstehung

Die Auswirkung während des Betriebs weichen insofern von der während des Baus ab, dass mit der Entstehung von mehreren Arten, und aus Sicht der Umwelt gefährlichere Abfälle gerechnet werden muss. Die Auswirkung kann auch länger dauern, die Identifizierung der Quelle und die Entdeckung der Verschmutzung können sich in der Zeit hinziehen, deshalb kann auch die Menge der

Verunreinigung auf der Oberfläche größer sein. Beim Betrieb können die geologischen Gesteine der Wirkungsträger sein, die Auswirkungen auf oberirdische und unterirdische Gewässer können ausgeschlossen werden. Die direkte Auswirkung besteht in der Verunreinigung der geologischen Gesteine bei Lagerung der Abfälle am Arbeitsplatz und auf dem Betriebssammelplatz, bei Ausstreuung oder Ausfluss während Beförderung und Transport, oder bei Unfällen. Indirekte Auswirkungen können bei der Entsorgung (Verbrennung, Deponierung) und beim Transport auch in Form von Bodenverschmutzung, bzw. von Emission der Schadensstoffe in die Atmosphäre auftreten. Da die Art der entstehenden Abfälle kaum vom Typ des Blocks abhängt, können die Auswirkungen aufgrund der entstehenden Menge bei den unterschiedlichen Blöcken etwas abweichen. Es ist wegen der Ungewissheit der Daten jedoch nicht zweckmäßig, Unterschiede bei den Blöcken zu machen. Die Auswirkungen können durch Einhaltung der Transportregeln, durch vorschriftsmäßige Ausführung und Betrieb der Sammelstellen minimiert werden.

3.10.4. Gemeinsame Auswirkung der auf dem Standort betriebenen nuklearen Anlagen

Im Grunde entstehen durch die Betreibung der neuen Blöcke keine Abfälle, die von denen des derzeitigen Kraftwerks abweichen; jedoch wird sich die spezifische Menge – wegen der moderneren Einrichtungen des neuen Kraftwerks – im Vergleich zur Gegenwart voraussichtlich verringern. Herkömmliche (nicht radioaktive) Abfälle entstehen aus Instandhaltungen, Bauarbeiten, Wasserbehandlungs- und –aufbereitungstätigkeiten. Im betriebenen Kraftwerk entstanden 2010 1811 t nicht gefährlicher Industrieabfall, 372 t gefährlicher Abfall und 450 t kommunaler Abfall. Die Abfallmenge der neuen Blöcke wird die obengenannten Mengen infolge der moderneren Technologie, des niedrigeren Wartungsbedarfs und des niedrigeren Bedarfs an Arbeitskräften voraussichtlich unterschreiten. Die hauptsächlichen Abfallarten des Betriebs der neuen Blöcke werden in *Tabelle M-2. im Anhang* zusammengefasst.

Werden die Transportregelungen eingehalten, Sammelplätze den gültigen Rechtsvorschriften gemäß eingerichtet und betrieben, so lassen sich die Auswirkungen entstehender Abfälle auf ein Minimum reduzieren.

3.11. Siedlungsumgebung, gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen

3.11.1. Beschreibung des Ist-Zustands

Zur Charakteristik der Siedlungsumgebung werden die die Siedlungsstruktur, die Meilensteine der Entwicklung, die Parameter der Infrastruktur der Stadt vorgestellt. Bei der Bewertung wird berücksichtigt, dass das laufende Kernkraftwerk das Leben der Stadt Paks wesentlich beeinflusst, und dass mit der Errichtung der neuen Blöcke die positiven Auswirkungen für längere Zeit erhalten bleiben.

3.11.1.1. Wichtigste Parameter der Siedlungsumgebung der Stadt

Geographische Lage der Stadt und ihre räumliche Struktur

Die geographische Lage der Stadt wird durch ihre Lage an der Donau, am Hochufer bestimmt.

Die Stadt mit einem Verwaltungsgebiet von mehr als 15 Tausend Hektar entwickelte an der Grenze zwischen Transdanubien und der Tiefebene, ihren geographischen Eigenschaften hat sie eher die Natur der Tiefebene, als die Natur von Transdanubien. In der Raumstruktur von Paks ist die historisch herausgebildete Nord-Süd Orientierung bestimmend, die Ost-West-Beziehungen waren im Vergleich dazu immer zweitrangig. In den Beziehungen zu den umliegenden Siedlungen der Kleinregion tritt eine starke Interaktion zwischen Kooperation und Wettbewerb mit Dunaföldvár auf, in Richtung Szekszárd sind die Verwaltungs- und Dienstleistungsbeziehungen innerhalb des

Komitats, sowie administrative Abhängigkeit bestimmend, in Richtung Kalocsa wurden wegen der Donau nur schwache Verbindungen ausgebaut.

Im 19. Jahrhundert ist Paks eine Kleinstadt von erheblicher Größe und mit erheblicher Bevölkerung mit mehreren Funktionen (landwirtschaftliche, handwerkliche, gewerbliche, Dienstleistung. Um die Jahrhundertwende vom 19. und 20. Jahrhundert war Paks Kreisstadt mit signifikanter Industrie und hochwertigem Handel (es gibt in der Stadt Hafen, Post und Bahnstation). Diese Entwicklung wurde vom 1. Weltkrieg und später noch stärker vom 2. Weltkrieg unterbrochen, danach begann aufbauend auf den landwirtschaftlichen Charakter erneut die Entwicklung der Umgebung (Konservenindustrie) (Es gab sehr enge wirtschaftliche Beziehungen zwischen Paks und der Hauptstadt zu deren Versorgung mit landwirtschaftlichen Produkten).

Durch die Errichtung des Kernkraftwerks erhöhte sich in kurzer Zeit die Bevölkerungszahl von Paks, aber gleichzeitig wurde Paks zu einer Einfunktions-Stadt. Die Errichtung des Kraftwerks brachte auch in der Arbeitskultur grundlegende Änderungen, die sich ansiedelnden Fachleute mit hoher und spezieller Ausbildung verleihen der Stadt einen unikaligen Charakter. Die sich bevölkerungsmäßig dynamisch entwickelnde Siedlung Paks konnte ihre sekundären Siedlungsfunktionen nicht dem Bevölkerungswachstum entsprechend erweitern. Außer der lokalen Befriedigung der Bildungsansprüche des Kraftwerks war Paks nicht in der Lage seine Rolle im Siedlungsnetz wesentlich zu vergrößern. Die infrastrukturelle Versorgung von Paks wurde im Vergleich zu Städten ähnlicher Größe durch das Kraftwerk qualitativ besser, der Ausbau der grundlegenden Infrastruktur kann als vollständig angesehen werden. Entsprechend der speziellen Anforderungen des Kraftwerks für das Gesundheitswesen wurde die medizinische Versorgung erweitert, aber ein Stadtkrankenhaus konnte nicht geschaffen werden.

Infrastruktur

Vor der Errichtung des Kernkraftwerks war in der Mitte der 1960-iger Jahre ein bedeutender Rückstand beim Ausbau der Infrastrukturnetze festzustellen. Die Entwicklung begann mit Anfang der 1970-iger und erreichte zur Jahrtausendwende einen entsprechenden Stand.

Im Ergebnis der Errichtung des Kraftwerks änderte sich die Siedlungsstruktur, das Bild von Paks wesentlich. Es wurden ein modernes Stadtzentrum und Wohnviertel gebaut. Zurzeit sind die wichtigsten Infrastruktur-Parameter folgende

- Das *Straßennetz der Stadt* ist modern und hat eine Länge von fast 100 km, die fast vollständig befestigt sind, wodurch die Straßen gut zugänglich sind. In vollständiger Länge des Straßennetzes wurden Bürgersteige gebaut, Fahrradwege gibt es allerdings nicht so viele.
- Die Versorgung der Stadt mit *Leitungswasser* befriedigt alle Anforderungen. Die Länge der Trinkwasserleitung betrug 2009-ben 112,2 km. Das Trinkwasser für die Bevölkerung hat entsprechende Qualität, gegenwärtig verfügt die Stadt über ein Trinkwasserreservoir von 4450 m³. Die Trinkwassermenge gelangt zu fast 100% in das *Abwassernetz*, dessen Länge 69,4 km beträgt. Das gesamte entstehende Abwasser wird gereinigt. Die Trinkwasserversorgung ist 100%-ig, die Abwasserversorgung 93%-ig, was als gut betrachtet werden kann.
- Regelmäßige Müllabfuhr ist für die ganze Stadt ausgebaut. In der Siedlung wurde 2010 15701 t Festabfall gesammelt. Paks betreibt eine eigene, genehmigte, mit entsprechendem technischem Schutz versehene kommunale Mülldeponie, auf der durch Weiterentwicklung auch ein Kompostbetrieb errichtet wurde. Dem regionalen Abfallentsorgungssystem schlossen sich auch die Siedlungen Bölske, Gerjen, Györköny, Pusztahencse, Madocsa und Nagydorog an. Die Rekultivierung der vorhergehenden Mülldeponie wurde abgeschlossen.

- Das Stromnetz deckt 100% aller Haushalte ab, der Ausbau des Gasleitungsnetzes wurde 1996 begonnen und deckt 45% aller Haushalte ab, in den übrigen stehen Stromherde und Fernheizung zur Verfügung.

3.11.1.2. Die Stadt und die Erzeugung von Kernenergie

Die Situation der Stadt Paks ist im Vergleich zu anderen Städten ähnlicher Größe recht speziell, denn ihr Leben wird grundlegend von einem Großbetrieb bestimmt.

Die Stadt Paks und das Kernkraftwerk sind gegenseitige strategische Partner, auf dem Gebiet der regionalen Entwicklung sind sie schon jahrzehntelang eng verbunden. In den vergangenen Jahrzehnten wurden zahlreiche Entwicklungen in Paks als „mit der Errichtung des Kraftwerks verbundene Investition“ oder mit bedeutender Unterstützung der MVM Kernkraftwerk Paks AG verwirklicht.

Die wichtigste Einnahmequelle der Stadt ist die lokale Gewerbesteuer, die etwa die Hälfte des Budgets ausmacht. Die mit dem Kraftwerk verbundene Fragen sind in jedem Fall von Landesbedeutung sind, so können Stadt und Komitat in dieser Beziehung kaum mitreden.

Die Plandokumente für die weitere Regionsentwicklung geben keine stabilen Anhaltspunkte für die Zukunft. Das Kapitel „Energieversorgung“ der Überprüfung der Landes-Regionsentwicklungs-Konzeption beschäftigt sich nicht mit dem weiteren Schicksal des Kernkraftwerks. Gleichzeitig sprachen sich aber die Mitglieder des Parlamentsausschusses für Nachhaltige Entwicklung für die Erweiterung des Kernkraftwerks aus. So könnte die Entwicklung der Stadt auf Basis der Kernenergieerzeugung selbst langfristig gesichert sein.

Die Stadt sichert von ihrer Seite her ständig die notwendigen Maßnahmen, in allen lokalen Konzeptplänen wird mit der Weiterentwicklung des Kraftwerks gerechnet.

Durch den Bau des Kraftwerks wurde Paks zu einer der sich am dynamischsten entwickelnden Siedlungen des Landes. Anhand der Einkommenssteuer-Zahlungen steht Paks in der Reihe der reichen Siedlungen Ungarns an achter Stelle. Solche Dienstleistungszweige entwickelten sich in der Stadt, die für eine Stadt dieser Größe nicht typisch sind.

Im nächsten Jahrzehnt wird durch den Bau der neuen Kernkraftwerksblöcke diese gegenseitige Abhängigkeit und Zusammenarbeit besonders betont. Die Auswirkung der Beschäftigtenzahl der Kraftwerksentwicklung ergibt nach einer zeitweiligen Spitze eine Bevölkerungszunahme von 1-1,5 Tausend, die eventuell nicht einmal die Bevölkerungsabnahme durch die negativen demographischen Abläufe und die Abwanderung ausgleichen.

3.11.2. Auswirkungen der Bauphase

Die Auswirkungen der Errichtung der neuen Kernkraftwerksblöcke auf die Siedlungsumgebung können in drei Hauptgruppen eingeteilt werden:

- Auswirkungen auf die Struktur der Siedlungen, die Flächenstruktur, das Siedlungsbild und das kulturelle Erbe,
- Auswirkungen auf kommunalen Leitungsnetze und kommunalen Dienstleistungen,
- Auswirkungen auf Straßennetz und Verkehr.

Vom Aspekt der Auswirkungen auf die Siedlungsumgebung besteht kein wesentlicher Unterschied zwischen den einzelnen Varianten (Blocktyp), weder in der Bau- noch in der Betriebsphase. (Es besteht nur bei der Bauarbeiterzahl – zwischen 1200 und 7000 – ein wesentlicher Unterschied Kapitel 2.5.Tabelle 2.5.1-3.)

Die räumliche Struktur, raumstrukturelle Position der Stadt kann eindeutig vom Bau der neuen Blöcke profitieren, denn die geplante Investition stabilisiert langfristig die gegenwärtige Lage der Stadt Paks.

Die Bauphase mit hohem Personalbedarf bringt wahrscheinlich einen bedeutenden mit sich, die Unterbringung des Personals, eventuell der Familienmitglieder muss gelöst werden, was auch die Änderung der innerstädtischen Struktur nach sich ziehen kann (zeitweilige Arbeiterheime, Bau von neuen Gebäuden, Sicherung des Verkehrs aus den umliegenden Siedlungen). Die Erweiterung des Wohnungsbestands muss auch die Entwicklung der nötigen Infrastruktur-Netze nach sich ziehen. Die Entwicklung der Grundversorgung (Handel, Gastronomie, öffentliche Institutionen), sowie von neuen Rekreationsflächen, vor allem in der Umgebung des Arbeitsplatzes, also in Paks, kann notwendig werden.

Die geplante neue Anlage wird auf einem Industriegebiet errichtet, der Standort der neuen Blöcke und das für den Bau notwendige Logistikgebiet sind in die Flächennutzungspläne von Paks schon aufgenommen. Die zeitweilige Flächenbesetzung während des Baus hat neben anderen auch Auswirkungen auf die Siedlungsumgebung, denn diese Flächen sind in der Zeit nicht für andere Zwecke verwendbar. Die damit verbundenen ergänzenden Anlagen, (wie z.B. Straßen und andere Objekte) bedürfen einer Änderung des Stadtbauplans. Bei der Bestimmung dieser Flächen müssen die natürlichen und ökologischen Werte der Gebiete weitestgehend beachtet werden.

Die geplante Investition wird verhältnismäßig weit entfernt von zum kulturellen Erbe gehörenden, bzw. unter Denkmalschutz stehenden Objekten geplant, so ist keine Betroffenheit zu erwarten. Jedoch muss man bei der Flächenauswahl für die verbundenen und ergänzenden Institutionen und Einrichtungen die Lage dieser Objekte berücksichtigen. Zum Schutz archäologischer Werte sind eine vorläufige Erhebung dieser, vorläufige Ausgrabungen und die archäologische Überwachung der Erdarbeiten notwendig.

Durch die Notwendigkeit der Versorgung der in großer Anzahl in der Region für längere Zeit anwesenden Bauarbeiter (und eventueller Familienmitglieder) sind auch die öffentlichen Werke und die kommunalen Dienstleistungsnetze zu entwickeln, z.B. ist der heutigen Lage nach eine Erweiterung der Kapazität in der Abfallbehandlung und Straßenreinigung notwendig. Mit der Ausbildung von neuen Wohnvierteln ist zu erwarten, dass auch die anderen kommunalen Netze erweitert werden müssen. Die Erweiterung dieser Leitungsnetze kann zu zeitweiligen Störungen im Siedlungsleben führen (vor allem durch Lärm-, Vibrations- und Luftbelastung).

Mit dem Bau der neuen Blöcke tritt ein großer Lasten- und Personenbeförderungsbedarf auf, es kann auch der Bau von neuen Straßen (z.B. zwischen der Baustelle und den neuen Wohnvierteln) notwendig werden. Der ansteigende Verkehr – besonders der Lastverkehr – hat eine negative Auswirkung auf den Zustand der Straßen, verursacht Lärm-, Vibrationsbelastung und verschlechtert die Luftqualität. .

Die Bevorzugung des öffentlichen Verkehrs gegenüber dem individuellen Verkehr wäre wünschenswert. Im Interesse dessen sind der Stadt- und Fernverkehr, sowie die Kapazität an Parkplätzen entwicklungsbedürftig.

3.11.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke

3.11.3.1. Auswirkungen auf die Siedlungsumgebung

Die Auswirkungen in der Betriebsphase hängen in großem Maße davon ab, welche ergänzenden Entwicklungen in der Bauphase verwirklicht wurden, ob solche noch in der Betriebsphase nötig sind. Die gebauten Kapazitäten sind wahrscheinlich ausreichend für den Bedarf während der Betriebsphase, denn der Personalbedarf ist in der Betriebsphase kleiner, als in der Bauphase. Dadurch sind ein kleinerer Bedarf für Wohnung, kommunale Infrastrukturnetze, öffentliche

Dienstleistungen, Rekreations- und Parkplatzflächen, sowie ein wesentlich geringerer Transportbedarf zu erwarten.

Der Betrieb der neuen Blöcke wird - wenn die notwendigen Erweiterungen während des Baus erfolgen – die Siedlungsumgebung kaum noch beeinflussen. Es muss nur mit den Auswirkungen der Personen – und Warenbeförderung gerechnet werden. Diese müssen durch die Nutzung von Wohngebiet-umgehenden Transportwegen, von Fahrzeugen mit niedriger Lärm- und Schadstoffemission und durch die stetige Instandhaltung der genutzten Straßen, die möglichst schnelle Ausbesserung von Straßenfehlern und Löchern, und die Anwendung von s.g. leisen Straßenbelägen verringert werden.

Als eindeutiger Vorteil erscheint die Stabilisierung der Position von Paks in der Struktur der Siedlungsumgebung.

3.11.3.2. Sozialökonomische Auswirkungen

Bevölkerungsentwicklung

Als Faktor für eine Bevölkerungsänderung sind in erster Linie der Personalbedarf der geplanten Tätigkeit und der sich daraus ergebende Anstieg der Dienstleistungsnachfrage zu betrachten. Die durch die Bauphase verursachten Änderungen sind wesentlich dominanter, als die durch die Betriebsphase verursachten. Die Ursache dafür sind der große Personalbedarf der Bauphase und die lange Bauzeit. Während der Bauphase kann die Anzahl der Mehrbevölkerung in der Spitzenzeit 5000–6000 Personen erreichen, der sprunghafte Anstieg kann sehr viele Probleme verursachen

Der gesamte Personalbedarf für den Betrieb zweier Blöcke ist unter Berücksichtigung des verbundenen Personalbedarfs für Versorgung und Dienstleistung ca. 1000 Arbeitskräfte. Auch das bringt eine wesentliche Veränderung mit sich, ist jedoch schon einfach in die Entwicklung der Umgebung zu integrieren und verbessert die sich gegenwärtig verschlechternde Altersstruktur der Bevölkerung.

Sozialökonomische Auswirkungen

Ein bedeutender Anstieg (fast 10%) der lokalen und regionalen Beschäftigungsrate in der Bau- und Betriebsphase wird eintreten. Die fachliche Bildungsstruktur im Komitat ist vom Gesichtspunkt der Befriedigung des direkten und indirekten Bedarfs der neuen Blöcke aus gesehen günstig.

Infolge der positiven Beschäftigungsauswirkungen des Baus und Betriebs trägt der Anstieg der persönlichen und kommunalen Einkommen zur Wirtschaftsbelebung bei. Im Vergleich zum Ist-Zustand ist in der Region eine Verstärkung der Selbstunternehmer und Wirtschaftsgesellschaften zu erwarten

Die geplante Investition wird in der Bau- und in der Betriebsphase wesentlich die lokalen Steuereinnahmen von Paks erhöhen, und wird auch einen bedeutenden Einfluss auf die Entwicklung des Steuer- und Beitragseinkommen des Landes haben.

Auswirkungen auf die Individuen

Die Bauphase verursacht auch Änderungen der Lebensqualität. Für die lokalen Einwohner bedeutet das meist Unannehmlichkeiten, für die zeitweilig dort anwesenden Arbeiter eine konkrete Verschlechterung der Lebensqualität.

Das lokale Sozial-, Gesundheits- und Bildungssystem hat keine wesentlichen Reserven (außer den Kindergärten) zur Versorgung der erheblich größeren Anzahl zeitweilig oder dauerhaft (teilweise mit Familie) anwesender Arbeitskräfte, dessen Erweiterung ist unumgänglich.

Die Präsenz des Kernkraftwerks bedeutet auch jetzt keinen sicherheitsverringernenden Faktor in der Region. Die Akzeptanz des laufenden Kernkraftwerks ist landesweit und in der Region gut. Der Unfall von Fukushima eingetretene hat daran nichts wesentlich geändert, der Rückfall der

Akzeptanz blieb innerhalb des Bereichs der Schwankenden. Der Störfall von 2003 in Paks und der Unfall von Fukushima hatten einen wesentlichen Einfluss auf das Verhältnis von Einverständnis und Ablehnung bei der Frage nach dem Bau eines neuen Kraftwerks. Eine Lektion der Umfragen ist, dass die Akzeptanz der Kernenergie sehr vom Wissen der Leute abhängt, d.h. bessere Information, mehr Wissen erhöhen auch die Akzeptanz.

Da das geplante neue Kernkraftwerk – trotz des zeitweiligen gleichzeitigen Betriebs – im Endergebnis als Ersatz für das vorhandene dient, scheint es in Kenntnis der Umfragedaten günstiger für die Akzeptanz zu sein, wenn dieser Fakt auch in Richtung der Bevölkerung kommuniziert wird.

Gemeinschaftliche Auswirkungen

Bei der Untersuchung der Siedlung Paks kann festgestellt werden, dass die Stadt auch heute alles mit dem Kraftwerk verbindet. Die lokale Identität wird sich in unerheblichem Maße ändern, die Richtung wird auch von den positiven oder negativen Erfahrungen der Bau- und Betriebsphase bestimmt werden. Je mehr Arbeitskräfte aus der weiteren Umgebung beim Bau und Betrieb des Kernkraftwerks angestellt werden, umso stärker wird die Bindung. Die äußere Bewertung des betroffenen Gebiets ist heute ausgesprochen gut, es zieht die Individuen und die Unternehmer an. Von diesem Gesichtspunkt aus muss mit keiner wesentlichen Änderung gerechnet werden.

3.11.4. Die gemeinsame Auswirkung der nuklearen Anlagen am Standort

Die sich aus der gemeinsamen Wirkung ergebene Auswirkungen auf die Siedlungsumgebung können nur indirekt, durch die Verkehrs-Mehrbelastung in den Siedlungsgebieten entlang einiger Transportwege auftreten. Hier kann lokal, unmittelbar neben den Straßen auch eine erhebliche Wirkung auftreten, deshalb muss die Belastungsdämpfung eine wichtige Aufgabe sein. Dazu muss die Kommune mit dem Investor kooperieren (z.B. Bestimmung von Gebieten für Verkehrsdämpfung, Verschiebung der Schichtanfänge in den einzelnen Betrieben usw.)

Alle anderen, auf die Siedlungsumgebung wirkenden Faktoren sind von sozialökonomischer Natur, d.h. in diesem Fall ist nicht die gemeinsame Wirkung ausschlaggebend, sondern gerade umgekehrt, die Wirkungen aus der neuen Situation nach Abschaltung des gegenwärtig laufenden Kraftwerks sind es. Das muss jedoch nicht in vorliegender Umweltauswirkungsprüfung, sondern in der für das Abschalten des Kraftwerks anzufertigenden untersucht werden.

3.12. Landschafts- und Flächennutzung

3.12.1. Beschreibung des Ist-Zustandes

Entsprechend der Bestimmung des Gesetzes LIII vom Jahr 1996 „Über den Naturschutz“ ist im Landschaftsschutz-Abschnitt Landschaftsnutzung, Landschaftsstruktur, Landschaftspotential und das typische Landschaftsbild der Umgebung der neuen Kernkraftwerksblöcke zu prüfen.

Aus Aspekten der Landschaft und des Landschaftsbildes führten wir – unter Berücksichtigung der Erscheinung der neuen Blöcke als markantes Landschaftselement – die Bewertung für einen Umkreis von 20 km aus.

3.12.1.1. Landschaftsnutzung, Landschaftsstruktur

Die Untersuchung der Landschaftsstrukturänderung wurde mit Hilfe von seit dem Bau des Kraftwerks angefertigten Satelliten- und Luftaufnahmen vorgenommen. Anhand der Auswertung der zwischen 1997-2009 aufgenommenen 5 Satelliten und Luftaufnahmen kann folgendes festgestellt werden:

- Die Region Paks war in den 1970-iger Jahren – vor dem Bau des Kraftwerks – ein typischen landwirtschaftliches (2/3 Großflächen Anbau) Anbaugelände mit hohem Anteil an naturnahen (Wald 10%, Rasen 6%, Wasserfläche über 5%) Flächen. Auch die Siedlung selber passte sich diesem Landschaftstyp an, in der ruhigen, stagnierenden Großgemeinde war bei der Industrie die Lebensmittelverarbeitung bestimmend.
- Das Kraftwerk verursachte wesentliche Änderungen auch in der Landschaftsstruktur: Die Anzahl der Bauobjekte stieg an, es wurde ein ausgedehntes Industriegebiet und in Verbindung damit ein Wohnviertel für die Arbeiter geschaffen. Nachweisbar ist auch der Anstieg der Waldflächen (Schutzwald). Die Fläche der industriellen Gebiete wächst ständig, vor allem zwischen dem Kraftwerk und der Stadt auf dem von der 6. Hauptstraße und der Donau begrenztem Gebiet. Diese Änderung ergibt sich nicht mehr unmittelbar aus der Vergrößerung der Fläche des Kernkraftwerks, sondern durch die der verbundenen Dienstleistungsindustrie und durch die Ansiedlung von anderen industriellen und Dienstleistungsobjekten. Zur Jahrtausendwende änderte sich auch die Struktur der landwirtschaftlichen Flächen wesentlich. Der Anteil der Großparzellen sank auf 40% ab, die der Kleinparzellen stieg auf 18% an (Entschädigungen). Seitdem bestimmen die Großparzellen nicht mehr die Landschaftsstruktur, das Landschaftsbild. Als Hinweis auf die städtische Entwicklung war ein wesentlicher Zuwachs bei den Sport-, Freizeit- und Erholungsgebieten zu verzeichnen.

Die Landschaftsstruktur der Umgebung von Paks und des Kraftwerks ist auch weiterhin vielfältig, mosaikmäßig Paks (*Abbildung M-19. im Anhang*). Die Ausdehnung der landwirtschaftlichen Gebiete ist auch weiterhin bedeutend (59%). Laubwälder ($\approx 11\%$), Wasserflächen, Rasen und Siedlungshaus-Wohngebiete können mit je ca. 5% noch als typische Flächennutzung betrachtet werden.

3.12.1.2. Bewertung der Landschaftscharakteristiken

Zur Charakterisierung der Landschaft (Landschaftsbild, Landschaftsstruktur) wird im Allgemeinen neben der biologischen Aktivität die Ursprünglichkeit, die Vielfältigkeit und Konstitution³² bewertet. Diese Faktoren werden vor allem durch das Vorhandensein oder Fehlen des Pflanzenbestand, anderer Landschaftselemente, der Raine (Grenzlinien), sowie deren Qualität und Quantität bestimmt:

- Die biologische Aktivität des untersuchten Gebietes in der Umgebung von Paks kann gegenwärtig als mittelmäßig bezeichnet werden. Der Waldanteil liegt etwas unter dem Landesdurchschnitt, auch ist der Anteil der Grasflächen verhältnismäßig gering. Die Ausdehnung der Wasseroberflächen (besonders die Donau und die Fischteiche) liegt über dem Durchschnitt. Die die Hälfte des Gebietes einnehmenden landwirtschaftlichen Gebiete sind teilweise biologisch aktiv, das sie während der Vegetationsperiode ständig oder zeitweise von Pflanzen bedeckt sind.
- Der anthropogene Einfluss ist beachtlich (Kraftwerk, andere Industrieflächen, Verkehrsflächen, Hochspannungsleitungen usw.) selbst auf den natürlichen Flecken (z.B. ist der Schutzwald eher eine Anpflanzung als natürlicher Wald). Der Öko-Park hat durch Weiden den Zustand der Sandgrasflächen bedeutend verschlechtert. Das Landschaftsbild, die Landschaftsstruktur hat ihre Ursprünglichkeit fast vollkommen verloren, d.h. die Ursprünglichkeit des Gebiets ist niedrig. Fast ursprüngliche, naturnahe Flecke sind vor allem entlang der Donau, sowie auf den hauptsächlich mit Wein und Obstbäumen

³² Csemez Attila – Balogh Ákos: Landschaftsschutz in den Umweltverträglichkeitsprüfungen (erstellt 1986 im Auftrag des Zentralen Landesplanamtes)

- bepflanzten Flächen der Hügelgruppe in nordwestlicher Richtung zu finden. Dazu gehört auch das geschützte Zieselfeld von Paks.
- Die geographischen Eigenschaften der untersuchten Region zeigen die Besonderheiten einer Tiefebene, vom Aspekt der Vielfältigkeit war die Struktur aber schon vor der Errichtung des Kernkraftwerks mehr unterteilt, abwechslungsreicher und farbiger, als eine durchschnittliche Tiefebene-Landschaft. Ein ausschlagender Grund dafür sind die Wasser- und Waldoberflächen, das heißt die Donau und die daran entlang bestehende Pflanzendecke, die auch bestimmenden Grenzlinien des Landschaftserlebnisses sind.
 - Die Konstitution, Gesundheit der Region aus landschaftlicher Sicht sinkt ständig. Schon vor dem Bau des Kraftwerks war eine bedeutende Störung durch den Menschen festzustellen, worauf die Pflanzen- und Tierwelt beeinträchtigt wurden, die wertvollen Arten zogen sich zurück oder starben aus. Schon damals fehlten die meist ganzjährig mit natürlicher Pflanzendecke bedeckten Flächen. Die industrielle Nutzung wird häufig von kranken Pflanzenbeständen, Erosion, devastierten³³, geschädigten Flächen, Verunkrautung, Verbreitung von landschaftsfremden Arten, (z.B. die Grasflächen unter den Hochspannungsleitungen, Verunkrautung der Schutzwälder) begleitet. Diese unvorteilhaften Abläufe wurden durch die Eingriffe in den letzten Jahren verstärkt (z.B. Erweiterung der Industriegebiete, Inbetriebnahme der Autobahn M6, Ausbildung des Öko-Parks).
 - Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass die Region aus landschaftlicher und Landschaftsbild-Sicht deutlich geändert wurde, die Spuren der menschlichen Eingriffe sind bestimmend. Aus landschaftlichem Aspekt sind das Erscheinen der Donau und der Pflanzendecke an ihren Ufern in der Landschaftsstruktur und im Landschaftsbild positiv, auch die bemerkenswerte Zergliederung, Vielfältigkeit, und die Natürlichkeit eines Teils der räumlichen Grenzen.

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass die Region aus landschaftlicher und Landschaftsbild-Sicht deutlich geändert wurde, die Spuren der menschlichen Eingriffe sind bestimmend. Aus landschaftlichem Aspekt sind das Erscheinen der Donau und der Pflanzendecke an ihren Ufern in der Landschaftsstruktur und im Landschaftsbild positiv, auch die bemerkenswerte Zergliederung, Vielfältigkeit, und die Natürlichkeit eines Teils der räumlichen Grenzen.

3.12.1.3. Merkmale des Landschaftsbildes

Das Landschaftsbild erscheint durch subjektive Bewertung der Form- und Farbelemente durch die Wahrnehmung der Individuen. Im Allgemeinen empfinden wir eine abwechslungsreiche Landschaft als schön, die sich vor allem aus natürlichen und naturähnlichen Elementen zusammensetzt. Auch das Raumerlebnis ist wichtig, horizontale Grenzlinien erweitern dies, vertikale Grenzlinien verengern es. Bei den schönsten Landschaftsabschnitten sind abwechslungsreiche Oberflächenformen, Wasserfläche und grüne Vegetation gleichzeitig vorhanden.

Das Gebiet in der Nähe des Kraftwerks hat eine Landschaftsstruktur mittleren Reichtums. Unter denen aus Sicht des Landschaftsbilds bestimmenden, positiven Elementen sind Wasseroberfläche, die diese begleitende Vegetation und als westliche Begrenzung auch Hügelformen vorhanden. Es gibt keine, bzw. nur versteckt vorhanden negativen Bildelemente (z.B. Mülldeponien). Die Stadt und das Kraftwerk erscheinen im Landschaftsbild als sehr dominante, künstliche Elemente.

Die Erscheinung des Kraftwerks als Bildelement hängt von der subjektiven Bewertung der Individuen ab. Die Bewertung durch die ganze Gesellschaft wird von vielfältigen soziologischen, geistigen, emotionalen, psychischen (sogar oft von politischen) Gesichtspunkten beeinflusst. Für

³³ heruntergekommene

die visuelle Bewertung des Kraftwerks ist von Bedeutung, dass die Anlage als Symbol einer hohen Arbeitskultur, einer höheren Planung und Präzision erscheint. Das eingebrachte geistige Kapital strahlt auch im Erscheinen Technik und Technologie von hohem Niveau aus.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die landschaftliche Erscheinung der Region gegenwärtig keine herausragenden Werte (weder positive, noch negative) hat.

3.12.1.4. Die Tätigkeit des Kraftwerks innerhalb der Siedlungs- und landschaftlichen Umgebung

Bei der Entwicklung der Regional-Struktur spielen auch die aktiven Umweltschutzaktivitäten des gegenwärtig betriebenen Kraftwerks eine Rolle. Viele Programme konnten durch die Unterstützung der MVM Kernkraftwerk Paks AG verwirklicht werden, unter den vom Landschafts-Aspekt folgende zu erwähnen sind:

- Rehabilitation und Wassernachschub für den toten Donau-Arm in Fadd-Dombori,
- Belebung der Moorwälder bei Dunaszentgyörgy entlang der Wassernachschub-Wege,
- Errichtung des Anglerparadieses neben dem Zaun des Kraftwerksgeländes,
- aktive Unterstützung von Stiftungen auf dem Gebiet der Flächennutzung, Flächenentwicklung (z.B. „Gemeinsam gegen das Taubenkraut“, Donau-Mecsek Regional-Entwicklungsstiftung³⁴, „Setze einen Baum, Lebensbaum – Bewahre die Quelle des Sauerstoffs!“³⁵).

3.12.2. Auswirkungen der Bauphase

Die *Landschaftsstruktur*, d.h. Typ und Art und Weise der großflächigen Nutzung der die geplante Tätigkeit aufnehmenden Gesamtlandschaft hat sich beim Bau des jetzigen Kraftwerks wesentlich geändert, eine neue Nutzungsdimension erschien in der Region. Die vorherige landwirtschaftliche Fläche änderte sich in eine industrielle. Die neuen Blöcke werden schon in Landschaftsstruktur mit Kernkraftwerknutzung gebaut, d.h. vom Aspekt der Landschaftsstruktur ergeben sich keine weiteren Änderungen.

In der engeren Umgebung des Kraftwerks sind wahrscheinlich kleinere Änderungen in den Flächennutzungs-Stücke vorstellbar, vor Allem in engerer Umgebung. Die Wirkungen sind einerseits Folgen der Bebauung des Standortes, der Lage der provisorischen Gebäude und der Verwirklichung der verbundenen Infrastruktur (Stromnetz, Straßen, Bahnlinien, Hafen usw.). In unmittelbarer Umgebung des Standortes können auch weitere Änderungen bei der Flächennutzung eintreten, z.B. ist es zweckmäßig, das Gebiet des Schutzwaldes nach Norden hin zu erweitern, oder es kann notwendig sein, einige Nutzungsstücke (Tierhaltungsgebiet, Moto-Cross Bahn usw.) teilweise oder vollkommen auf neue Flächen zu verlegen. Diese in der Flächennutzung gut nachweisbaren Änderungen dehnen sich lokal auf die Umgebung des Standortes von einigen 100 m, höchstens 1–2 km aus, und verursachen in der Flächenstruktur nur Änderungen von kleinerer Bedeutung.

Die Auswirkungen des Baus auf die Landschaftsnutzer während der 5–8 Jahre langen Bauphase verursachen auf dem ausgedehnten Bau- und Baulogistikgelände von mehr als 100 ha bedeutende Störungen, die selbst im Landschaftsmaßstab nachweisbar sind. Den Fachgebiets Bewertungen nach hat der Transport die größte Auswirkung. Zur Minimierung der Störungen sollte der größte Teil der Baumaterialien auf dem Wasserweg transportiert werden. Auch der Transport per Bahn ist – außer für den Ostrand von Paks – noch günstiger.

³⁴ Quelle: <http://www.atomeromu.hu/duna-mecsek-teruletfejlesztési-alapítvány>

³⁵ Quelle: <http://www.paks.hu/varos/civilszervezet.php>

Der Straßentransport stört den Verkehr der umliegenden Straßen (Verlangsamung, Staus). Die Belastung der Straßen durch die bedeutende Masse der mit Baumaterialien vollgeladenen Transportfahrzeuge und der sich daraus ergebenden Schwingungen verursachen Zustandsverschlechterungen der Straßen und der anliegenden Gebäude.

Wegen der längeren Bauphase ist es wert, sich gesondert mit der *zeitweiligen Änderung des Landschaftsbildes* zu befassen. Unter den visuellen Elementen treten während des Baus ständige und sich ändernde Komponenten auf. Das Bild der einzelnen Anlagen ändert sich zum Beispiel in Abhängigkeit vom Fertigungsgrad, die Bewegung der Bauarbeiter, die zeitweiligen Baustellen-Gebäude, die Arbeits- und Transportmaschinen bleiben konstant. Die erhöhte Präsenz des Menschen, der Verkehr mindern die Harmonie der jetzigen, ausgewogenen industriellen Erscheinung.

Die zum Kraftwerk gehörenden Anlagen sind in der ersten Phase ihrer Errichtung (Erd- und Fundamentarbeiten) noch nicht zu sehen. Wenn die Bauarbeiten über Boden beginnen, steigt ständig ihr Einfluss auf die visuelle Erscheinung der näheren und weiteren Umgebung. Die Höhe, Masse und blockartige Form der Kraftwerksblöcke und der dazugehörenden Anlagen wird ähnlich, wie bei den vorhandenen Blöcken, d.h. sie erscheinen zwar als neue Bildelemente, bedeuten aber insgesamt keine bildliche Abweichung vom vorherigen Landschaftsbild. Eine vollständige Einfügung in die Landschaft, bzw. eine Ausblendung aus dem Landschaftsbild durch Verdecken ist weder bei den Reaktorgebäuden, noch bei den wesentlich höheren Schonsteinen möglich. Während erstere ausgedehnte, blockartige, betonte Landschaftselemente sind, sind die Schornsteine mit schlankem (schmalem) Bau keine dominante Erscheinung im Landschaftsbild. Ein negatives Bildelement stört meistens nicht. Das Verhältnis zum Landschaftsbild eines bestimmenden Industriebetriebs ist wesentlich positiver, wenn man Arbeiter, vielleicht sogar Mitarbeiter des Betriebs ist, als wenn man sich auf dem Gebiet erholen will, bzw. nur auf der Durchreise ist. Das Kraftwerk kann von den Zentren der Siedlungen aus gesehen eine störende Wirkung haben. Die negative Bewertung wird dadurch gemindert, dass es sich um den größten Arbeitsgeber für die Siedlungen handelt. Ausgesprochene Rekreationsgebiete befinden sich nur punktwise in der Umgebung, bei denen kann man durch Verdeckung das ungünstige Bild ausblenden. Von der 6. Hauptstraße und von der Autobahn M6 aus ist das jetzige Kraftwerk nur abschnittsweise zu sehen. Die gegenwärtig kürzeren Abschnitte, von denen das Kraftwerk zu sehen ist, werden wahrscheinlich länger, während des Baus verstärkt sich stufenweise die Auswirkung auf das Landschaftsbild. In der ersten Phase sind die Änderungen praktisch nur aus unmittelbarer Nähe, vom Zaun aus zu sehen. Später wächst das betroffene Gebiet mit Errichtung der hohen Bauten (Schornsteine, Kraftwerksgebäude) ständig bis zum Erreichen der vollständigen Höhe auf die endgültige geschätzte Größe, einen Umkreis von 20 km

3.12.3. Auswirkungen des Betriebs der neuen Blöcke

Die Änderungen der *Flächennutzung und Landschaftsstruktur* sind die gleichen wie beim Bau beschrieben, d.h. es werden keine erheblichen Änderungen weder bei der Landschaftsstruktur, noch bei der Flächennutzung erwartet.

Zur zusammenfassenden Charakterisierung der Landschaft beurteilten wir die biologische Aktivität, die Ursprünglichkeit, die Vielfalt und Konstitution (Gesundheit) verglichen mit dem jetzigen Zustand. nach Inbetriebnahme der neuen Blöcke wird:

- die *biologische Aktivität* des Gebiets minimal sinken, denn die zu bebauenden Flächen sind heute arme Grasflächen mit einigen Fundamentsresten vorheriger Bebauung. Die Verringerung der biologischen Aktivität durch Bebauung und Befestigung kann ausgeglichen werden, wenn die freien Flächen des Industriegebietes, bzw. ein Teil des rekultivierten Baulogistikgeländes bepflanzt werden und am Rand des Gebietes ein Schutzwald angelegt wird.

- sich die *anthropogene Beeinflussung*, die auch ohne die neuen Blöcke erheblich ist, mit der Errichtung der neuen Blöcke verstärken. Das Ausmaß wird auch durch die Errichtung der ergänzenden Infrastrukturanlagen erhöht. Vom Aspekt der *Vielfältigkeit* ist keine bedeutende Änderung, weder die Erscheinung von neuen Begrenzungen, noch bedeutender Zuwachs bei den Begrenzungen zu erwarten,
- keine wesentliche Änderung vom Aspekt der *Konstitution (Gesundheit)* der Landschaft erwartet. Nach Beendigung der Bauarbeiten, die jedoch die Landschaftskonstitution zeitweilig wahrscheinlich nachweisbar verschlechtern, werden die heruntergekommenen Flächen und Baulogistikgelände rekultiviert und unseren Hoffnungen entsprechend bepflanzt, so werden sie nicht zu Verbreitungsgebieten für landschaftsfremde Arten.
- *Die Änderung des Landschaftsbilds* wird durch die Präsenz des Kraftwerks und der verbundenen Anlagen verursacht. Eine erhebliche Auswirkung ist praktisch nicht zu erwarten, weil die Anlagen der neuen Blöcke mit gleicher Kubatur (Höhe, Masse, Textur) realisiert werden.

Die Änderungen des visuellen Bildes werden in *Abbildung M-20 im Anhang* gezeigt. Auf dieser Abbildung ist gezeigt, von wo aus die 50 m hohen Gebäude innerhalb des geprüften Kreises mit einem Radius von 10, 20 und 30 km, unter Ausklammerung der Ausblendung durch Verdecken, zu sehen sein werden. Die Kraftwerksblöcke werden aus westlicher Richtung nur innerhalb des 10 km Kreises, aus östlicher Richtung innerhalb des gesamten Gebiets des 20 km Kreises zu sehen sein. Bei einem Abstand zwischen 20-30 km sinkt das Maß der Sichtbarkeit. Das betroffene Gebiet wurde unter Berücksichtigung der Uferwälder der Donau bestimmt, deshalb ist es ein 20 km Kreis um den Mittelpunkt des neuen Standorts. (Natürlich wird auch von hieraus das neue Kraftwerk nur mosaikmäßig und in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse zu sehen sein, d.h. das wirklich betroffene Gebiet kann sich zeitlich und räumlich verkleinern.) Die *Abbildungen M-21 – M-27 im Anhang* zeigen die voraussichtliche Erscheinung der verschiedenen untersuchten Blöcke.

3.12.4. Gemeinsame Auswirkung der nuklearen Anlagen am Standort

Die Landschaftsänderungen (Landschaftsstruktur, Landschaftsbild) können nicht ohne Berücksichtigung des Grundzustands geprüft werden. So sind die im Vorherigen getroffenen Feststellungen auch für den gemeinsamen Betrieb zutreffend. Davon abweichende Auswirkungen können auch hier durch die neue Situation nach Stilllegung des jetzigen Kraftwerks eintreten (z.B. Abbau der vorhandenen Gebäude).

4. Abgrenzung der betroffenen Gebiete für die in Betracht gezogenen Varianten

4.1. Von den radiologischen Auswirkungen betroffene Gebiete

Bei der Beurteilung der Auswirkungen ist die Räumlichkeit der Auswirkung ein wichtiger Aspekt, denn eine größere Ausbreitung erhöht die Anzahl der Betroffenen und somit die Bedeutung der Auswirkung. Bei der Beurteilung von radioaktiven Freilassungen, und Auswirkungen von direkter oder diffuser Strahlung auf die Umwelt, können die Kategorien der *Tabelle 4.1-1.* angewendet werden.

Tabelle 4.1-1.: Kategorien von radiologischen Auswirkungen der neuen Blöcke

Zustandsänderung	Expositionshöhen (E) [$\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$]
Neutral	$E \leq 90$
Tolerierbar	$90 \leq E \leq 1\,000$
Verträglich	$1\,000 \leq E \leq 10\,000$
Schädlich	$E > 10\,000$

Wir betrachten $90 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ als die obere Grenze von neutralen Auswirkungen, weil im Dokument „Dosisbegrenzung der neuen Reaktorblöcke am Standort Paks“ [42] empfohlen wird, dass es bei der Bestimmung der Dosisbegrenzung der neuen Blöcke zweckvoll sei, die bei den in Betrieb stehenden Blöcken angewandte Dosisbegrenzung ($90 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$) zu beachten, denn die Tätigkeit ist dieselbe (Kernkraftwerk) und die Größe der Quelle (eingebaute Kapazität) ist ähnlich. Der Staatliche Volksgesundheits- und Amtsarztendienst hat in der Stellungnahme OTH 40-6/1998 für die Reaktorblöcke 1–4 eine Dosisbegrenzung von $90 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ bestimmt. Der Wert der Dosisbegrenzung liegt weit unter dem Expositionsgrenzwert. Die Dosisbegrenzung ist kleiner als die ortsabhängige und zeitabhängige Änderung der Strahlungsbelastung, die von der Hintergrundstrahlung stammt. Eine verschiedene Begrenzung für die alten und neuen Kraftwerksblöcke könnte zur Folge haben, dass bei gleicher radiologischer Wirkung auf die Umwelt, die beiden Kraftwerke doch verschiedene Qualifizierungen erhalten würden.

Wir betrachten den Wert $1000 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ als die obere Grenze der erträglichen Auswirkung, weil laut der Verordnung des Ministeriums für Gesundheitswesen 16/2000. (VI. 8.)EüM die künstliche, aus inneren und äußeren Quellen stammende Strahlungsbelastung der Bevölkerung (ausgenommen sind Strahlungsbelastungen durch medizinische diagnostische und therapeutische Eingriffe, durch nicht berufsmäßige Krankenpflege, durch freiwillige Teilnahme an medizinische Forschung) diesen Wert nicht überschreiten darf.

Wir betrachten den Wert $10\,000 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ als die obere Grenze der belastenden Auswirkung, weil nach der Verordnung des Ministeriums für Gesundheitswesen 16/2000. (VI. 8.)EüM dies das kleinste Interventions-Dosisniveau ist, beim dem in einer Gefahrensituation (Zustand durch ein außergewöhnliches Ereignis, oder dauerhafte Strahlungsbelastung nach dem Ereignis) Schutzmaßnahmen eingeführt werden müssen (Versperrung).

Aus radiologischer Sicht bleibt das betroffene Gebiet *im normalen Betrieb* in Bezug auf gasförmige und flüssige Freisetzungen, mit Betrachtung der Dosen *innerhalb der kontrollierten Zone*. Außerdem erreicht die Strahlungsbelastung nicht den Wert von $90 \mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ und kann als *neutral* betrachtet werden. Die Ausbreitung des Betroffenen Gebiets zeigt *Abbildung M-28 im Anhang*.

Eine Freisetzung in ein größeres Gebiet kann nur bei Betriebsstörungen vorkommen. Die *Auslegungsfälle* werden nach ihrer Häufigkeit in zwei Gruppen eingeteilt. Zu diesen Kategorien gehören Freisetzungsgrenzwerte, die sichern, dass die Freisetzung nicht den Wert erreicht, bei dem

außerhalb von 800 m Schutzmaßnahmen eingeführt werden müssten, oder wirtschaftliche Folgen auftreten würden.

Aufgrund einer Analyse ist die Dosis nach einer Emission durch den Schornstein in 4 km Entfernung ein Fünftel so groß, wie in 800 m Entfernung. Daraus folgt, dass bei einer Erfüllung der EUR bei der Kategorie DBC3 außerhalb von 800 m, bei der Kategorie DBC4 außerhalb von 4 km mit keiner Strahlungsbelastung über 1 mSv/Vorfall rechnen muss, das heißt außerhalb dieser Entfernungen ist die Auswirkung nicht Belastend. Bei der Erfüllung der EUR Kriterien sinkt die Belastung bei der Kategorie DBC3 außerhalb von 7 km, bei der Kategorie DBC4 außerhalb von 40 km unter 90 µSv/Vorfall, bei noch höheren Entfernungen ist die Auswirkung *neutral*.

Zur Überprüfung der obigen Feststellung haben wir auch Berechnungen durchgeführt. Bei einem EPR LOCA³⁶ Störfall der Kategorie DBC4 [29] hat sich in einer Entfernung von 800 m 0,29 µSv/Vorfall für die kurzzeitige Wirkung ergeben. Bei Berücksichtigung der typischen Ernährungsgewohnheiten ergibt sich eine effektive Äquivalentdosis von 1,5 µSv/Vorfall in 50 Jahren. Diese Werte sind drei Größenordnungen kleiner, als die aus den EUR Anforderungen abzuleitenden, sehr konservativen Werte.

Die *auslegungsüberschreitende Vorfälle (DEC)* werden gemäß der internationalen Praxis nach Schwere des Vorgangs in auslegungsüberschreitende Störfälle und schwere Unfälle geteilt. Für auslegungsüberschreitende Störfälle ist es zweckvoll Freisetzungsgrenzen zu bestimmen, die Unfälle werden nicht durch Freisetzungsbegrenzungen, sondern durch eine kumulative Häufigkeit begrenzt. Der Ablauf der schweren Unfälle wird stark durch die folgenvermindernden Maßnahmen beeinflusst, die dann als erfolgreich angesehen werden, wenn die Freisetzung innerhalb der Grenzwerte für auslegungsüberschreitende Störfälle bleibt. Für auslegungsüberschreitende Störfälle empfiehlt die EUR Grenzwerte, mit denen sichergestellt werden kann, dass die Freisetzung nicht den Wert übersteigt, der außerhalb von 800 m eine Evakuierung, außerhalb von 3 km eine vorübergehende Umsiedlung, außerhalb von 800 m eine Aussiedlung von mehr als einem Jahr erfordert, und der wirtschaftliche Konsequenzen nach sich zieht. Unter Annahme, dass bei Einhaltung der EU-Kriterien durch die Strahlenfreisetzung in einer Entfernung von 3 km im schlechtesten Fall eine Dosis von 30 mSv eintreten kann, ergibt das in 7 km Entfernung eine Dosis von 10 mSv, in 100 km Entfernung von 1 mSv.

Zur Überprüfung des Obigen haben wir eine Untersuchung mit den vorhandenen Daten eines Unfalls der Kategorie DEC bei dem EPR Typ durchgeführt [29]. Aufgrund der ausgeführten Berechnungen ergibt sich ein Wert von 34 µSv in einer Entfernung von 800 m, 12 µSv bei 3 km. Auch in diesen Fall sind die Werte mehrere Größenordnungen kleiner, als die aus den EUR Anforderungen abgeleiteten, konservativen Werte.

Die aus den EUR Kriterien abgeleiteten Werte zeigt *Tabelle 4.1-2*. Es muss betont werden, dass diese Werte sich nicht auf einen bestimmten Blocktyp beziehen, sondern eine solche obere Grenze bedeuten, dass „schlechtere“ Typen, bei Einhaltung der EUR Kriterien nicht gebaut werden können.

Tabelle 4.1-2.: Fahnenachsen Entfernungen (in km) für Dosisgrenzen nach den EUR Kriterien für verschiedene Störfälle

Störfall	Dosisgrenze			
	30 mSv	10 mSv	1 mSv	90 µSv
DBC3*	–	–	0,8	7
DBC4*	–	–	4	40
DEC**	3	7	100	1400

* auf verspätete effektive Folgedosis bezogen.

** auf die effektive Dosis der ersten 7 Tage bezogen

³⁶ Loss of Coolant Accident – Störfall mit Kühlmittelverlust

4.2. Betroffenes Gebiet durch konventionelle Auswirkungen auf die Umwelt

Die durch mit dem Bau, dem Betrieb, sowie mit vorausgesetzten Störfällen und schweren Unfällen der neuen Kernkraftwerksblöcke verbundenen konventionellen Auswirkungen auf die Umwelt und die davon schätzungsweise betroffenen Gebiete werden tabellenmäßig zusammengefasst. *Tabellen 4.2-1. – 4.2-3.* zeigen die flächenmäßige Ausdehnung der von den konventionellen Auswirkungen betroffenen Gebiete nach den Auswirkungsfaktoren auf die einzelnen Umweltelemente/ Umweltsysteme. Die betroffenen Gebiete für die einzelnen Umweltelemente / Umweltsysteme sind auf Karten in den *M-29. – M-38 im Anhang* zu sehen.

Tabelle 4.2-1.: Von durch die Bauphase verursachten konventionellen Auswirkungen auf die Umwelt betroffene Gebiete

Faktor	Betroffenes Gebiet	Erklärung
Auswirkungen auf die Luft		
Bauarbeiten	Umkreis von 500 m um das Baugelände	Bedeutende, mehrere Jahre andauernde luftverunreinigende Tätigkeit, mit bedeutender Feinstaubbelastung.
Personen- und Lastverkehr	50-100 m breiter Streifen neben den Transportwegen bis zu den nächsten Verkehrsknoten (Csámpa, Paks, Autobahn M6)	
Auswirkungen auf das Mikroklima		
Bebauung (neue Anlagen, Befestigungen)	Bau- und Baulogistikgelände, sowie 100 m Umkreis	Keine erheblichen Änderungen durch die urbane Auswirkung
Auswirkungen auf die oberirdischen Gewässer		
Wasserentnahme (Nutz- u. Technologiewasser)	Wasserwerk, Pumpenstation, Mündungsabschnitt des Kaltwasserkanals und dessen Umgebung von max. 100 m	Durch Änderungen der Beckenmorphologie beim Wasserwerk, sowie den ungünstigen Zustand infolge von Wasserdefizit, bzw. Nutzungsänderung
Wasserzuführung – Wasserzuführung durch Fundamentarbeiten – Einlauf von Niederschlagswasser – Zuführung von (gereinigtem) kommunalem und industriellem Abwasser	Max. 5 km Umkreis um das Baugelände (Auswirkung auf die Gründungsarbeiten begrenzt) Max. 1 km (unter Berücksichtigung der niedrigen Wasserführungen der Donau) <100 m ab Zuführungsort	Grundlegend ist es das Gebiet, wo durch die Zuführung des Wassers die Qualitätsstufe des Oberflächenwassers sich eventuell verschlechtert.
Sonstige Auswirkungen – Bau einer Pumpenstation zur Versorgung des Kaltwasserkanals – Bau eines neuen Abschnitts des Warmwasserkanals und von Deichen	je 500 m flussaufwärts und flussabwärts Bau- und Baulogistikgelände und eine weiterer 500 m Streifen	Wegen Auswirkung auf den hydrodynamischen Zustand der Donau und deren Beckenmorphologie Der Bau des Kanals hat Auswirkungen auf den Uferrand.
Auswirkungen auf die unterirdischen Gewässer		
Grundwasserverhältnisse beeinflussende Faktoren	Das unmittelbar betroffene Gebiet ist in erster Linie das Bau- und Baulogistikgelände. Östliche Grenze ist das Becken des Kaltwasserkanals. (das Gebiet ist nicht zusammenhängend, die genauen Grenzen können nur mit hydraulischer Modellierung bestimmt werden.)	Der Wasserpegel, das Gefälle und Strömung des Grundwassers wird neben natürlichen Faktoren auch von künstlichen beeinflusst: Betrieb des Kaltwasserkanals (das Knalbett ist nicht isoliert, hat eine unmittelbare hydraulische Verbindung zum Grundwasser); Einsickern / Ableiten von Niederschlagswasser; Aufschüttungen, Befestigungen, eventuelle Schäden der Kommunalnetze, Tiefgründungen.
Drainage der Baugruben	direkte und indirekte Auswirkung in den Baugruben und	Die Ausbildung der Baugrube kann nur mit Absenkung des Grundwasserspiegels

Faktor	Betroffenes Gebiet	Erklärung
	max. ein Streifen von einigen zehn Metern. Nach Osten kann das Gebiet bis zum Kaltwasserkanal reichen. (Die genauen Grenzen können nur mit hydraulischer Modellierung festgestellt werden.)	erfolgen. Der Grundwasserpegel liegt auf dem Gebiet durchschnittlich in 8–10 m Tiefe. Der Eingriff beeinflusst die Strömungsrichtung und – geschwindigkeit, sowie den Wasserstand des Grundwassers. Indirekte Auswirkung ist die Kompaktion der wasserführenden Schichten, die auf der Oberfläche ungleiche Senkungen verursachen kann.
Auswirkung der Bebauung auf das Grundwasser	Das Bau- und Baulogistikgelände	Die Bebauung verhindert das Einsickern des Niederschlagwassers, verringert dadurch den Grundwasserstand, gleichzeitig ist aber durch die begrenzte Verdampfung der Anstieg des Wasserstands zu erwarten. Die beiden Wirkungen gleichen sich aus, (können sich ausgleichen).
Schichtwasserentnahme (Trinkwassersicherung)	Direkt und indirekt betroffenes geschätztes Gebiet 5 km im Umkreis des Wasserwerks Csámpa. (Genaue Grenzen können nur nach ausgedehnter Datensammlung mit hydraulischer Modellierung bestimmt werden.)	Direkte Auswirkung: Der statische Wasserstand der Schichtwasser sinkt, das Ausmaß ist wahrscheinlich nicht größer als einige Meter. Indirekte Auswirkung: Durch die erhöhte Wasserentnahme kann der hydraulische Gradient negativ werden, wodurch die Schichtwasserquellen gefährdet werden. Infolge der veränderten Wasser-Gestein Reaktionen kann sich der Chemismus der Schichtwasser ändern. Durch Senkung des Poren-Wasserdrucks kann Kompaktion (Verdichtung) der wasserführenden Schichten eintreten, was zur Oberflächensenkung führen kann.
Auswirkungen auf den Untergrund, die geologischen Gesteine		
Einebnen des Geländes, Geländevorbereitung, Ersetzung der öffentlichen Werke	Eine Fläche von ca. 400 m × 600 m des Standorts. Max. Bauungsfläche 24 ha. Das Baulogistikgelände schließt sich im Norden an das Baugelände an, dessen Fläche beträgt 76,2 ha.	
Bodenfeinstaub	Das geschätzte betroffene Gebiet ist in südöstlicher Richtung vom Zentrum des Baugeländes aus ein 1,5 km langer und 0,5 km breiter Streifen, in nördliche Richtung ein 1 km langer und 0,6 km breiter Streifen. (kann nur durch Modellierung genau bestimmt werden.)	Die Korngröße der von den Erdarbeiten betroffenen Böden ist 0,1–0,3 mm, neigt zum Feinstaub. Die Staubaufwirbelung durch Wind dehnt sich auf die Baugruben, Böschungen, Bauwege aus, bis zur Tiefe, wo der Grundwasserstand erreicht wird. Das betroffene Gebiet ist das Gebiet, innerhalb dessen die vom Wind getragenen Feinstaubpartikel sich wieder absetzen.
Erosion der Böschungen der Baugruben durch Niederschlagwasser	Betroffenes Gebiet ist die gesamte Böschungsfäche, d.h. diese gehen nicht über das Bau- und Baulogistikgelände heraus.	Die Stabilität der Böschungen der Baugruben und Bauwege wird von Erosionsprozessen, vor allen durch Inessive Niederschläge gefährdet. diese indirekte Wirkung betrifft die aufgrund der Erdarbeiten an die Oberfläche gelangten geologischen Gesteine.
Auswirkungen der Fundamentarbeiten auf den Untergrund	unmittelbar betroffen sind das Gebiet der zu bauenden Anlagen und ein weiterer, höchstens einige Meter breiter Streifen. (Die genauen Grenzen können mit detaillierten geotechnischen Modellierungen berechnet werden.)	Das bedeutet die erhöhte physikalische Belastung des geologischen Untergrunds (Kompaktion). Durch das Gewicht der Bauten ist überall eine ansteigende Schichtbelastung zu erwarten. Die endgültige Tiefe der durch die Kompaktion verursachten Untergrundspannungen ist auf dem Gebiet des Kernkraftwerks Paks – Archiv-Berechnungen entsprechend- 47 m.

Faktor	Betroffenes Gebiet	Erklärung
Auswirkungen auf die Lebewesen, Lebensräume		
Auswirkungen auf die Landlebewesen	Direkt betroffen sind alle Baugelände, innerhalb und außerhalb der Grundstücksgrenze. Indirekt betroffen sind alle anderen Umweltelemente (Luft, Wasser, Boden) oder die betroffene Gebiete der Faktoren Lärm, Vibration, Abfallbehandlung).	Auf den unmittelbar betroffenen Gebieten ist das Aussterben der Lebewesen, auf den anderen ihre Störung zu erwarten. Das gestörte Gebiet gehört teilweise Natura 2000 Gebiet „Tolnaer Donau“.
Auswirkungen auf die Wasserlebewesen	Unmittelbares Gebiet der Bauarbeiten für die Anlagen der Frischwasserkühlung (Wasserwerk, neue Kalt- und Warmwasserkanäle, Deich) und einige hundert Meter der Donau flussabwärts ab dem Baugelände.	Der Bau der Anlagen des Frischwasserkühlsystems bedeutet an der Schnittstelle der neuen Kanäle mit der Donau auch einen Eingriff in die Lebenswelt der Donau (Ausbaggerung, Uferbefestigung), berührt ist auch das Natura 2000 Gebiet „Tolnaer Donau“.
Lärm- und Vibrationsbelastung		
Lärmbelastung durch Personen- und Lastverkehr, durch Bauarbeiten	Grenze des betroffenen Gebiets ist der Abstand von der Lärmquelle (von der Grenze des Baugeländes bzw. dem Transportweg), bei den Bauarbeiten 3100 m, beim Verkehr 40 m. Die innerhalb dieser Grenze liegenden Wohngebiete (Paks, Dunaszentbenedek, Csámpa) sind gefährdet.	Das vom Lärm betroffene Gebiet wurde entsprechend der gültigen Rechtsregeln unter Berücksichtigung des Hintergrundlärms der Siedlungen, der Bauzonenkategorie bzw. der Lärmemission der geplanten Tätigkeiten festgelegt. Bei dem durch den Verkehr betroffenen Gebiet müssen – bei den Lärm- und Vibrationsemissionen – beim Bahnverkehr die Gebiete entlang der Bahnlinie bis Előszállás, beim Straßenverkehr die Gebiete entlang der Straßen bis zu den nächsten Knotenpunkten (Csámpa, Paks, Autobahn M6) berücksichtigt werden.
Vibrationsbelastung durch Personen- und Lastverkehr, durch Bauarbeiten	Direkt betroffen sind das Bau- und Baulogistikgelände, sowie ein umgebender 100 m breiter Streifen. Indirekt betroffen ist ein 80-100 m breiter Streifen entlang der Transportwege. (Straßen, Bahn).	
Entstehung von nicht radioaktivem Abfall		
Durch Bauarbeiten entstehender Abfall	Das Betroffene Gebiet überschreitet nicht, oder höchstens um einige Meter die Deponiegrenzen, d.h. bleibt auf jedem Fall innerhalb des Baugeländes, bei Deponien wird die Größe des dadurch betroffenen Gebiets nicht beeinflusst.	Betroffen (Wirkungsträger) sind teilweise das Baugelände, wo der Abfall entsteht, besonders aber das Gebiet, wo er bis zum Abtransport gelagert wird, bzw. auf dem er (bei keiner Weiternutzung) endgültig gelagert wird. Betroffen sind die geologischen Gesteine.
Abfalltransport	50-100 m breite Streifen entlang der Straßen bis zu den nächsten Knotenpunkten (Csámpa, Paks, Autobahn M6).)	Der Bau erfordert den Abtransport einer bedeutenden Abfallmenge, genauer gesagt, einer bedeutenden ausgehobenen Erdmenge, die entsprechend den gültigen Vorschriften als Abfall klassifiziert ist
Auswirkungen auf die Siedlungsumgebung		
Raumstruktur, Infrastruktur, sozial-ökonomische Auswirkungen	Dazu gehören die Siedlungsteile, in denen wegen der Errichtung der neuen Blöcke Entwicklungen durchgeführt werden. Ihre genaue Position ist noch nicht bekannt, aber voraussichtlich wird es Paks betreffen, deshalb grenzen wir die Stadt Paks als betroffenes Gebiet ab.	Entwicklungen: neues Wohnviertel, Ausbildung von zeitweiligen Unterkünften, Ausbau von Infrastruktur-Elementen, Realisierung von Kultur- und Sportanlagen.

Faktor	Betroffenes Gebiet	Erklärung
Auswirkungen auf die Landschafts- und Flächennutzung, auf das Landschaftsbild		
Visualität, Landschaftsbild	20 km Umkreis um den Standort	Außerhalb dieses Umkreises ist kein Bau von größerem Ausmaß mehr als bestimmend im Landschaftsbild anzusehen.
Arbeiten auf dem Baugelände	Die Auswirkung ist eventuell am Südrand von Paks, bzw. am Westrand von Dunaszentbenedek nachweisbar.	Es muss mit keiner bedeutenden Mehrbelastung ei diesen Siedlungen gerechnet werden, einerseits wegen der Entfernung, bei Dunaszentbenedek auch durch die Minderung der Belastung durch den Wald im Überschwemmungsgebiet.
Transporttätigkeit	50-100 m breiter Streifen entlang der Transportwege	

Tabelle 4.2-2.: Von durch die Betriebsphase verursachten konventionellen Auswirkungen auf die Umwelt betroffene Gebiete

Faktor	Ausdehnung der betroffene Gebiete	Erklärung
Auswirkung auf die Luftqualität		
Probetrieb der Dieselgeneratoren	Umkreis von 500m um die neuen Blöcke	Nur eine zeitweilige Belastung von einigen Stunden.
Personen- und Lastverkehr	50-100 m breiter Streifen entlang der Transportwege	
Auswirkung auf das Mikroklima		
Bebauung (neue Bauten) urbane Auswirkung	Standort und die Umgebung im Umkreis von 100 m.	
Betrieb des Frischwasser-Kühlsystems	Warmwasserkanäle und flussabwärts 4-5 km nach deren Einmündung, Umgebung von einigen 10 m am Ufer.	Nach 4-5 km ist die Oberflächenvermischung der Wärmefahne abgeschlossen, d.h. bedeutende Klimaänderungen sind nicht zu erwarten
Auswirkungen auf die oberirdischen Gewässer		
Entnahme von Kühlwasser	Gebiet zwischen den zu bauenden neuen Warm- und Kaltwasserkanälen.	Der Wasserbedarf ist je nach Blockleistung und Temperaturdifferenz max. 132–172 m ³ /s, das entspricht 19- 25% der niedrigsten Wasserführung der Donau (700 m ³ /s).
Zufluss von erwärmten Kühlwasser (bei Einhaltung der sich voraussichtlich verschärfenden Temperaturgrenzen)	Bei 2×1200 MW Blockleistung 4,5 km, bei 2×1600 MW 8,5 km	Unter Voraussetzung von 26,7 °C Wassertemperatur und 30 °C Zuflusstemperatur. Betroffen ist das Gebiet wo die Wassertemperatur sich um 1 °C erhöht.
Sonstige technologische Wasserentnahme	Lokal in der Umgebung der Wasserentnahme	Die technologische Wasserentnahme ist im Vergleich zur niedrigsten Wasserführung der Donau (700 m ³ /s) minimal (% Größenordnung)
Zufluss von (gereinigtem) Abwasser	<100 m ab Zufluss Punkt	Die Abwasserfreisetzung der einzelnen Blöcke ist ein Bruchteil der niedrigsten Wasserführung der Donau. Der Zufluss von gereinigtem Abwasser verursacht bei keinem Qualifizierungsparameter eine Klassenverschlechterung.
Auswirkungen auf die unterirdischen Gewässer		
Auswirkungen der Tiefgründungen auf das Grundwasser	Das indirekt betroffene Gebiet ist die Grundfläche der Bauten, ändert sich aber zeitlich und flächenmäßig. Bei durchschnittlichem oder niedrigem Grundwasserpegel ist das es größer, bei hohem Wasserstand kleiner oder Null.	Die Tiefgründungen der Containments der Reaktoren und der Turbinen liegen auf jedem Fall unter dem Grundwasserpegel. Diese Gründungen können als Hindernis die Strömungsrichtung des Grundwassers verändern.
Beckenkolmation durch die Brunnenreihe mit Uferfiltrierung	Abschnitt des Kaltwasserkanals in Richtung des Kraftwerks	Durch die erhöhte Wasserentnahme aus den Brunnen mit Uferfiltrierung kann eine erhöhte Verschlammung des Kanalbetts des Kaltwasserkanals auftreten.
Schichtwasserentnahme (Trinkwasser)	Das direkt und indirekt betroffene Gebiet ist voraussichtlich kleiner als beim Bau (5 km Umkreis um das Wasserwerk Csámpa).	Die betroffenen Gebiete können genau nur mit hydraulischer Modellierung festgelegt werden.
Auswirkungen auf den Untergrund, die geologischen Gesteine		
Auswirkung der Belastung durch die Anlagen auf den Untergrund	Gleiche Ausdehnung wie beim Bau (Fläche der Bauten und ein schmaler Streifen von höchstens einigen Metern).	Die Kompaktion des Untergrunds unter den Fundamenten setzt sich fort (jedoch langsamer). Der Konsolidierungsprozess ist ähnlich, wie in der Bauphase, die

Faktor	Ausdehnung der betroffene Gebiete	Erklärung
		Auswirkung dauert jedoch länger.
Vibrationsbelastung des Untergrunds durch Turbinen (Maschinen)fundamente	Das betroffene Gebiet ist die Grundfläche des Baus (Turbinenhalle). Dieses direkt betroffene Gebiet überschreitet nicht die Fläche des Baugeländes.	Diese Auswirkung ist die erhöhte physikalische Belastung der geologischen Gesteine. Die Böden verdichten sich unter den Fundamenten weiter, in einem extremen Fall kann sogar die Erscheinung des Erdfließens (Liquefaction) auftreten. Die Positionen der Bauten mit einer solchen Auswirkung sind in der gegenwärtigen Phase noch nicht bekannt. Den schädlichen Auswirkungen kann durch Stabilisierung des Untergrunds vorgebeugt werden, dann gibt es aber kein betroffenes Gebiet mehr.
Auswirkungen auf die Lebewesen, Lebensräume		
Auswirkungen auf die Landlebewesen	Es muss nur mit indirekten Auswirkungen gerechnet werden. Das betroffene Gebiet ist die Gesamtheit aller Lebensräume, wo bei den Umweltparametern (Luft, Wasser, Boden) nachweisbare Änderungen zu erwarten sind. Als direkt betroffenes Gebiet ist die Umgebung der Hochspannungsleitungen zu betrachten, wo Verletzung und Tod von fliegenden Lebewesen vorkommen kann.	Positiv betroffenes Gebiet: wenn auch von den neuen Blöcken Wasser in den toten Arm der Donau bei Fadd-Dombori überführt wird, ist es dieser Arm und seine Umgebung, da der Wassernachschub durch die Kanäle durch die Moorwälder Dunaszentgyörgy geschieht, gehört auch das Gebiet dazu. Das gleiche gilt für die Fischteiche und deren schöne Grünanlagen, die ideale Lebensräume für Wasserlebewesen und am Ufer ansässige Lebewesen sind.
Auswirkungen auf die Wasserlebewesen	2,5 km südlich ab der Mündung des Warmwasserkanals	Durch die neue Warmwasser Zufluss Stelle dehnt sich das (durch das Monitoring-system des bestehenden Kraftwerks bestätigte) betroffene Gebiet um die Entfernung zwischen dem vorhandenen und dem neuen (flussabwärts liegenden) Warmwasserkanal aus. (Heute kann die Betroffenheit von einem etwa 2 km langen Donauabschnitt bzw. die Zustandsänderung bei den Wasserlebewesen nachgewiesen werden.)
Lärm- und Vibrationsbelastung		
Lärmbelastung durch den Betrieb der Kraftwerksanlagen	500 m Umkreis ab Quelle	Keine gefährdete Objekte
Lärmbelastung durch Last- und Personenverkehr des Betriebs	Entlang der 6. Hauptstraße bis zum Abstand von 50 m ab Straßenachse.	Zu schützende Objekte gibt es in den Wohngebieten von Paks und Csámpa, also sind diese als betroffenes Gebiet zu betrachten.
Vibrationsbelastung durch Last- und Personenverkehr des Betriebs	Gleich wie bei der Bauphase: Standort und 100 m Umkreis, sowie ein 80-100 m breiter Streifen entlang der Transportwege.	Betroffenes Gebiet durch Bahntransport entlang der Bahnlinie bis Előszállás, beim Straßentransport bis zu den Knotenpunkten (Csámpa, Paks, Autobahn M6)
Entstehung von nicht radioaktivem Abfall		
Beim Betrieb entstehender Abfall	Indirekt betroffenes Gebiet ist die Sammelstelle für Sondermüll und die Umgebung der Sammelstell für nicht gefährlichen Abfall. (bleibt innerhalb des Standorts) Die vom abtransportierten Abfall betroffenen Gebiete –	Der Wirkungsträger der Auswirkungen aus betrieblichem Abfall kann das geologische Gestein sein, was durch die Flächennutzung betroffen ist. Das von den Auswirkungen des deponierten Abfalls indirekt betroffene Gebiet ist Teil des von den Auswirkungen der Deponie betroffenen Gebiets.

Faktor	Ausdehnung der betroffene Gebiete	Erklärung
	Verbrennungsanlagen, Müll- und Sondermülldeponien – sind im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung der gegebenen Anlage zu bestimmen.	
Abfalltransport	50-100 m breiter Streifen entlang der Transportwege bis zu den Knotenpunkten (Csámpa, Paks, Autobahn M6)	
Auswirkungen auf die Siedlungsumgebung		
	Die Stadt als aufnehmende Siedlung der zu errichtenden Blöcke ist auch beim Betrieb als betroffenes Gebiet zu betrachten.	Das gegenwärtig vorhandene Kraftwerk trägt nicht nur zur Entwicklung der Stadt, sondern auch der weiteren Region mit bedeutenden finanziellen Mitteln z.B. durch Unterstützung von Stiftungen bei. Bei Erhaltung dieser Tradition könnte sogar das ganze Komitat als von den positiven sozial-ökonomischen Auswirkungen betroffenes Gebiet abgegrenzt werden. Das gehört unserer Meinung aber nicht unbedingt zu den Auswirkungen auf die Umwelt, deshalb wird dieses betroffene Gebiet nicht aufgeführt.
Auswirkungen die Landschafts- und Flächennutzung, auf das Landschaftsbild		
Visualität, Landschaftsbild	20 km Umkreis um den Standort des Kraftwerks	Kann in gegebenen Augenblicken und an gegebenen Stellen abhängig vom Verdecken (Vegetation, Bauten) bzw. von den Witterungsverhältnissen auf 1–2 km, bzw. sogar auf einige 10–100 m eingeschränkt werden. Auch innerhalb der 20 km Zone liegen bedeutende Gebietsteile, von denen die neuen Anlagen nicht zu sehen sind.
Sonstige Auswirkungen (Änderung der Landschaftstruktur, des Landschaftspotentials)	Erstreckt sich voraussichtlich nur auf den Umkreis von einigen km um die geplanten Anlagen. Als Auswirkungen auf die Landschaft können auch die mit dem Kraftwerk verbundenen neuen Entwicklungen auf dem Gebiet von Paks betrachtet werden. (Die Lage derer ist gegenwärtig noch nicht bekannt.)	

Tabelle 4.2-3.: Von durch Störfälle und schwere Unfälle verursachten konventionellen Auswirkungen auf die Umwelt betroffene Gebiete

Faktor	Ausdehnung der betroffene Gebiete	Erklärung
Auswirkungen auf die Luftqualität		
Feuer, Explosion	Geschätztes betroffenes Gebiet 1-3 km	Angenommene Ereignisse: Ölfeuer durch Schäden des Turbinenölsystems, des Transformators, des Ölsystems im Hilfsgebäude, der Schaltanlagen; Schäden an Gasflaschen und des Gasflaschenlagers, innerbetrieblicher Transport von Gefahrgut ; Feuer in der Müll- und Sondermülldeponie; Explosion bei den Wasserstofftanks, bzw. Stickstofftanks
Auswirkungen auf die oberirdischen Gewässer		
Kraftstoffauslauf aus den Tanks der Dieselgeneratoren	Max. 20 km bei Berücksichtigung der indirekten Bodenverunreinigung (durch Berührung mit verunreinigten unterirdischen Wasserkörpern)	Eine direkte Verunreinigung ist bei entsprechendem Aufbau und Konstruktion vollkommen vermeidbar
Auswirkungen auf den Boden und die geologischen Gesteine		
Kraftstoffauslauf aus den Tanks der Dieselgeneratoren	Das direkt betroffene Gebiet ist das gleiche wie das Einsickerungsgebiet des Dieselöls (ca. 100 m ² bei Berücksichtigung des Auslaufs der gelagerten Menge von 30 m ³), das kann sich geringfügig ändern, wenn die Bodenstruktur nicht homogen ist. Bei Schichten von kleinerer Korngröße mit einer schlechteren Durchlassungsfähigkeit kann sich die Fläche von 100 m ² etwas ausbreiten, aber der Unterschied ist geringfügig.	Auf dem Standort ist der Dieselkraftstoff (Dieselöl) die häufigste und in großen Mengen auftretende potentielle Verunreinigungsquelle. Auf dem Gelände des Kernkraftwerks dürfen voraussichtlich höchstens 500 m ³ Dieselöl (wahrscheinlich in unterirdischen, doppelwandigen, mit Leckage-Sensoren versehenen) Tanks gelagert werden.
Entstehung von nicht radioaktivem Abfall		
Verstreuen und Auslauf von Abfall bei der Lagerung am Arbeitsplatz und an den betrieblichen Sammelstellen, bei Beförderung und Transport, bei Transportunfällen	Die eintretende Verunreinigung kann schnell festgestellt und ihre Auswirkungen beseitigt werden, des halb beschränkt sich das betroffene Gebiet auf das unmittelbare Umfeld des Unfalls, geht nicht über den Standort hinaus. Bei einem Transportunfall außerhalb des Standorts ist das betroffene Gebiet die unmittelbare Umgebung des Unfalls.	Die Verunreinigung der Umwelt kann durch Verstreuen und Auslauf von Abfall bei Lagerung am Arbeitsplatz und an den betrieblichen Sammelstellen, bei Beförderung und Transport, bei Transportunfällen geschehen.

4.3. Das gesamte betroffene Gebiet, die betroffenen Siedlungen

Die Ausdehnung des gesamten betroffenen Gebiets durch die aus der Errichtung und dem Betrieb der neuen Kernkraftwerksblöcke entstehenden Auswirkungen auf die Umwelt wurde anhand vorläufiger Untersuchungen mit Überlappung der durch die einzelnen Faktoren betroffenen Gebiete bestimmt. Als ursprüngliches, d.h. vollständiges betroffenes Gebiet ist das vom Aspekt des Landschaftsbildes betroffene Gebiet anzusehen. Als betroffenes Gebiet durch die Visualität wurde ein Umkreis von 20 km um den Standort der neuen Blöcke bestimmt. Es muss bemerkt werden, dass in Abhängigkeit von Ausblenden und Verdecken, und der Witterungsverhältnisse das betroffene Gebiet räumlich und zeitlich auch erheblich kleiner sein kann. Dies ist also die maximale Ausdehnung des betroffenen Gebiets. Über dieses hinaus erstreckt sich ein einziges Element, und zwar das von den Lärm- und Vibrationsbelastungen des Bahntransports (vor allem in der Bauphase) betroffene Gebiet. Es erstreckt sich entlang der Bahnlinie auf einen 100 m breiten Streifen bis zum ersten Bahnknotenpunkt. Auch hier muss bemerkt werden, dass innerhalb des Streifens neben der Bahnlinie nur die Abschnitte betroffen sind, in denen sich Wohngebiete oder andere Bauten befinden, denn diese sind gegen Lärm und Vibration empfindlich.

Das gesamte betroffene Gebiet wird in Abbildung M-39. im Anhang gezeigt, die betroffenen Siedlungen werden in Tabelle 4.3-1. aufgelistet.

Tabelle 4.3-1.: Die Siedlungen des betroffenen Gebiets

	Siedlung	Kleinregion	Komitat	Region
Umkreis von 0–15 km				
1.	Bátya	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
2.	Bikács	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
3.	Bogyiszló	Szekszárd	Tolna	Süd-Transdanubien
4.	Bölcske	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
5.	Drágszél	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
6.	Dunapataj	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
7.	Dunaszentbenedek	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
8.	Dunaszentgyörgy	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
9.	Fácánkert	Szekszárd	Tolna	Süd-Transdanubien
10.	Fadd	Szekszárd	Tolna	Süd-Transdanubien
11.	Foktő	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
12.	Géderlak	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
13.	Gerjen	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
14.	Györköny	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
15.	Kajdacs	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
16.	Kalocsa	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
17.	Madocsa	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
18.	Nagydorog	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
19.	Németkér	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
20.	Ordas	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
21.	Paks	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien

	Siedlung	Kleinregion	Komitat	Region
22.	Pusztahencse	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
23.	Szakmár	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
24.	Szedres	Szekszárd	Tolna	Süd-Transdanubien
25.	Tengelic	Szekszárd	Tolna	Süd-Transdanubien
26.	Tolna	Szekszárd	Tolna	Süd-Transdanubien
27.	Újtelek	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
28.	Uszód	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
Umkreis von 15–20 km				
29.	Cece	Sárbogárd	Fejér	Mittel-Transdanubien
30.	Dunaföldvár	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
31.	Dusnok	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
32.	Fajsz	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
33.	Harta	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
34.	Homokmégy	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
35.	Kölesd	Szekszárd	Tolna	Süd-Transdanubien
36.	Medina	Szekszárd	Tolna	Süd-Transdanubien
37.	Miske	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
38.	Öregcsertő	Kalocsa	Bács-Kiskun	Südliche Tiefebene
39.	Pálfa	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
40.	Sárszentlőrinc	Paks	Tolna	Süd-Transdanubien
41.	Vajta	Sárbogárd	Fejér	Mittel-Transdanubien
Weitere durch die Bahntransportlinien betroffene Siedlung				
42.	Előszállás	Dunaújváros	Fejér	Mittel-Transdanubien

5. Mit der Stilllegung verbundene Auswirkungen auf die Umwelt im Hinblick auf die in Betracht gezogenen neuen Blockvarianten

Die Planung von Stilllegung und Abbau nach Ablauf der Betriebszeit des Kernkraftwerks beginnt bereits mit den Vorbereitungsaufgaben zur Kraftwerksinvestition. Das heißt, die möglichen Lösungen und Auswirkungen der Stilllegung müssen bereits vor dem Baubeginn geprüft und ausgewertet werden. Diese Analysen werden regelmäßig während der Betriebszeit des Kraftwerks, bzw. auch unmittelbar vor Beginn der Stilllegungsarbeiten aktualisiert. Die Etappen der Betriebszeit der bestehenden Blöcke des Kernkraftwerks Paks und der geplanten neuen Blöcke sind in der *Abbildung M-41 im Anhang* dargestellt.

Laut Ziffer 31 Anlage 1 der Regierungsverordnung Nr. 314/2005. (XII. 25.) über Verfahren zur Umweltverträglichkeitsprüfung und das einheitliche Genehmigungsverfahren für Umweltnutzung, gehört die Stilllegung von Kernkraftwerken zu denjenigen Tätigkeiten, für die eine Umweltverträglichkeitsprüfung obligatorisch ist.

5.1. Ablauf und Ziel von Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerks

Der Abbau des Kernkraftwerks umfasst die Gesamtheit administrativer und technischer Tätigkeiten. Die Durchführung dieser Tätigkeiten ermöglicht den Abriss der unter behördlicher Aufsicht stehenden baulichen Objekte um dadurch den Standort in einen (im Voraus geplanten und in der Abbaustrategie festgelegten), akzeptablen Endzustand zu bringen. Ziel des Kernkraftwerkabbaus ist das Erreichen dieses Zustandes.

Der Abbau von Nuklearanlagen – so auch von Kernkraftwerken – ist ein langer und komplexer Prozess. Er beginnt bereits mit der Planung der Anlage, wo die Gesichtspunkte des Abbaus schon bei der Planung berücksichtigt werden. Dieser Prozess setzt sich auch während der Genehmigung, dem Bau und dem Betreiben der Anlage fort. Dieser lange Prozess kann schematisch in folgende Arbeitsphasen unterteilt werden:

- Vorbereitung des späteren Abbaus. Hierzu gehört die Erstellung des Vorläufigen Abbauplanes (VAP), die Erarbeitung der Abbaustrategie (in Bezug auf Standort und Anlage), die regelmäßigen Überprüfungen des VAP (einschließlich der behördlichen Tätigkeiten), das Anlegen einer Abbau-Datenbank und deren ständige Aktualisierung (einschließlich der Durchführung radiologischer Messungen, der kontinuierlichen Einhaltung der Ausführungs- und Umsetzungspläne des Kraftwerks, und auch die Rückverfolgung gefährlicher Stoffe), sowie die permanente Verarbeitung der Betriebsabfälle.
- Durchführung des Verfahrens zur Umweltverträglichkeitsprüfung des späteren Abbaus, einschließlich der Durchführung der vorläufigen Prüfung.
- Unmittelbare administrative und technische Vorbereitung der tatsächlichen Abbautätigkeiten, hierzu gehören die Erstellung des Abbau-Sicherheitsberichtes, die Gründung einer Organisation zur Koordinierung des Abbaus, der Erstellung eines Planes zum Abbau der Arbeitsplätze, die Erstellung der Dokumentation, die als Grundlage für den Genehmigungsantrag zur Endgültigen Stilllegung dient, sowie die diesbezüglichen behördlichen Verfahren. Zur technischen Vorbereitung gehören Tätigkeiten ausgesprochen technischer Art in der Übergangszeit von einigen Jahren vor der Stilllegung des Reaktorblocks.
- Vorbereitung des tatsächlichen Abbaus, der mit der Stilllegung des Blockes beginnt. Hierzu zählt die Anfertigung des endgültigen Abbauplanes, einschließlich der Durchführung der damit verbundenen und als Grundlage dienenden radiologischen Messungen und des diesbezüglichen behördlichen Verfahrens, als Voraussetzung für eine eventuelle Übergabe

des Konzessionsrechtes. Darauf folgen im Rahmen der tatsächlichen Abbauarbeiten Tätigkeiten, die mit radiologischen und konventionellen Umweltwirkungen verbunden sind. Hierbei sind solche Arbeitsschritte und Tätigkeiten durchzuführen, wie Dekontaminations- und Demontagearbeiten³⁷, Entsorgung von radioaktiven Stoffen, Abfällen und Komponenten, der Abriss von Baukonstruktionen, die Behandlung der dabei entstehenden inaktiven und radioaktiven Abfälle. Durch die Durchführung dieser Arbeiten kann die behördliche Überwachung der Anlagen oder einzelner Gebäude eingestellt werden; und infolge der Dekontamination bereits inaktive Anlagen oder Gebäude können mit herkömmlichen bauindustriellen Mitteln abgerissen werden. Zu den letzten Schritten der tatsächlichen Abbauarbeiten gehört die abschließende Strahlenschutzprüfung des Geländes, die Erstellung des Endgültigen Abbau Berichts, sowie die Aufhebung der behördlichen Aufsicht über den Standort aus.

5.2. Abbaustrategie für den Abbau der neuen Kraftwerksblöcke

Die gegenwärtig gültigen effektiven Abbauarbeiten, deren Planung und ausführliche Ausarbeitung stets standort- und anlagenspezifisch ist, hängen wesentlich von der für die jeweilige Anlage gewählten Abbau-Strategie ab.

Bei der Auswahl bzw. der Ausarbeitung der Abbaustrategie einer Nuklearanlage - unter Berücksichtigung möglicher Varianten - ist eine Reihe von Faktoren zu berücksichtigen:

- Besonderheiten von nationalen Projekten zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Abfallströme, Abfalllager, Zeitpläne);
- nationale Abbaupolitik;
- Besonderheiten der für den Abbau vorgesehenen Anlage;
- Sicherheits- und Gesundheitsvorschriften;
- Umweltschutzvorschriften;
- Anforderungen an die weitere Nutzung des Standortes;
- Berücksichtigung von politischen, wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen, sowie der Akzeptanz durch die Bevölkerung;
- Verfügbarkeit der Technologie, Umsetzbarkeit des Abbaus;
- Kosten des Abbauprozesses, Berücksichtigung von verfügbaren Ressourcen;
- Berücksichtigung der Risiken des Abbauprozesses.

Die oben genannten Faktoren müssen im Verhältnis zueinander und gewichtet berücksichtigt und analysiert werden, wobei ein relatives Gleichgewicht erzielt werden sollte.

Die vorläufige Auswahl der Abbaustrategie ist in der jetzigen Phase notwendig, um die Umweltwirkungen des Abbaus und die mit dem Abbau verbundenen Wirkungsfaktoren abschätzen zu können, und dies wäre ohne eine vorher ausgewählte Strategie nur dann möglich, wenn man die Auswirkungen sämtlicher Abbaustrategien berücksichtigen würde. Dies wäre nicht zweckdienlich, denn hinsichtlich der Umweltauswirkungen können auf unserem heutigen Wissensstand keine genauen Prognosen gestellt werden.

Die nach Stilllegung der Blöcke tatsächlich zur Anwendung kommende Abbaustrategie wird zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt, auf der Grundlage von weit umfassenderen, ausführlichen Analysen. Im vorliegenden Dokument ist die Auswahl einer vorläufigen Abbaustrategie notwendig, die bezüglich ihrer Auswirkungen auf der Annahme beruht, die Umweltauswirkungen aller anderen alternativen Strategien zu berücksichtigen. Die vorläufige Strategie muss nicht optimiert werden, dies wird nach den Richtlinien [85] im Rahmen der Ausarbeitung des nationalen Programms

³⁷ Entfernung radioaktiver (Strahlen) verunreinigungen

vorgenommen. Die optimierte Abbaustrategie kann von der hier ausgewählten vorläufigen Variante abweichen. Hier und jetzt ist lediglich nachzuweisen, dass die anderen möglichen Varianten im Hinblick auf die Umweltwirkungen nicht ungünstiger sind als die vorläufige Strategie. Der nötige Konservatismus ist auch nur hinsichtlich der Umweltwirkungen erforderlich; von sonstigen Faktoren (z. B. Analyse von wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen, Berücksichtigung von Richtlinien zur weiteren Nutzung des Standortes, Prüfung der Verfügbarkeit von Technologien usw.), die bei der endgültigen Wahl der Abbaustrategie unbedingt berücksichtigt werden müssen, kann und soll an dieser Stelle abgesehen werden.

Unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Überlegungen wird als Abbaustrategie für die neuen Blöcke der sofortige Abbau gewählt, und das Gelände wird ohne jede Einschränkung übergeben. Diese Option ist die weltweit präferierte Abbaustrategie von Nuklearanlagen, insbesondere bei Kernkraftwerken. Bei der als vorläufig gewählten Abbauoption besteht kaum die Möglichkeit bzw. noch steht genügend Zeit zur Verfügung, in der sich die im Kernkraftwerk angehäuften radioaktiven Stoffe (Abfälle) teilweise oder völlig zersetzen/abklingen können, und deshalb ist diese Variante – insbesondere im Hinblick auf im radiologischen Sinn eine Rolle spielende Faktoren – diejenige, die hinsichtlich der Umwelt als am ungünstigsten zu betrachten ist. Gleichzeitig werden die übrigen, in *Unterabschnitt 5.3.2.* aufgelisteten Voraussetzungen, die zur Verwirklichung der sofortigen Abbauoption erforderlich sind (Bereitstellung von Abfalllagern, zur Verfügung Stellen von finanziellen Mitteln zur Finanzierung des Abbauprozesses und der Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente), offensichtlich erfüllt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Verfügbarkeit über Abfalllager mit dem entsprechenden Ausbau des Nationalen Lagers für Radioaktiven Abfall (NRHT) in Bataapáti gewährleistet ist. Wie im Dokument [86] zu lesen: „...ist die Planung, Dimensionierung, der Terminplan zur Verwirklichung und Betreiben der Anlage an die Anforderungen des Kernkraftwerks Paks anzupassen, und auf Planungsebene ist auch die Möglichkeit einer Erweiterung zu berücksichtigen.“

Die Zwischenlagerung von hochaktiven und/oder langlebigen radioaktiven Abfällen kann in den technologischen Systemen der neuen Blöcke bis zu dem Zeitpunkt gewährleistet werden, zu dem mit den Abbauarbeiten begonnen wird. Wird auch für die neu zu errichtenden Blöcke ein Zwischenlager zur Lagerung ausgebrannter Brennelemente gebaut, steht dieses während der vollen Betriebszeit der neuen Blöcke und auch während der optionalen Verwahrungszeit zur Verfügung, während der Dauer der Abbaus der Blöcke.

Die Bereitstellung von zur Finanzierung der Abbauarbeiten notwendigen finanziellen Mittel ist in Ungarn gesetzlich geregelt (§ 62 Abs. (1) des Ges. Nr. CXVI aus dem Jahr 1996 über die Atomenergie), somit ist die Verfügbarkeit dieser Mittel per Gesetz gewährleistet. Aufgrund der oben stehenden Ausführungen ist die Option des sofortigen Abbaus umsetzbar, hinsichtlich der wesentlichen radiologischen Faktoren für die Umwelt ist sie sicherlich als die ungünstigste Lösung zu betrachten.

5.3. Auswirkungen des Abbaus auf die Umwelt

5.3.1. Blockspezifische Überlegungen

Die infrage kommenden Varianten neuer Blöcke betrachtet, werden mit der Stilllegung verbundene Auswirkungen auf die Umwelt bei fünf Typen (AP1000, MIR.1200, ATMEA1, EPR, APR1400) fünf verschiedener Lieferanten geprüft. Inhalt und Umfang der von den Lieferanten zur Verfügung gestellten Daten sind, bezüglich der voraussichtlichen Auswirkungen auf die Umwelt des Abbaus, weitgehend inhomogen.

Anhand der verfügbaren Informationen der Lieferanten kann man jedoch einen Konsens darüber feststellen, dass im Falle der neuen Blöcke die Abbauarbeiten einfacher verlaufen, als der Abbau der heute betriebenen Druckwasserreaktoren; somit kann mit relativ weniger Abfallentsorgung

gerechnet werden (z. B. [87]). Bei den Kernkraftwerken der neuen Generation wird der Grundstein für diese - für den Abbaus vorteilhafte Eigenschaft - bereits in der Planungsphase gelegt, Hinweise darauf findet man bei fast allen empfohlenen Kraftwerkstypen. Auf der Planungsebene werden folgende Maßnahmen ergriffen, um den Sicherheitsfaktor beim Abbau, z. B. beim Reaktortyp AP1000 zu erhöhen [88]:

- **Inhärent vereinfachte Planung:** hierbei wird die Anzahl der Strukturelemente wesentlich reduziert. Bei AP1000 zum Beispiel wurde, im Vergleich zu ähnlichen, früheren Druckwasserblöcken, die Anzahl der eingeplanten Ventile um 50%, die der Pumpen um 35%, und die Länge der Rohrleitungen bzw. die Anzahl der Systemelemente von Heizungs- und Lüftungssystem um jeweils 80% reduziert. Das alles führt dazu, dass sich der Abbauprozess verkürzt und vereinfacht, weniger radioaktive oder kontaminierte Strukturelemente müssen behandelt werden; insgesamt sind die Auswirkungen des Abbauprozesses auf die Umwelt geringer.
- **Auftreten und Ausbreitung von Verschmutzungen wird auf der Planungsebene limitiert:** z. B. werden Oberflächen verkleidet, um das Eindringen von Verschmutzungen in den Beton zu verhindern, und um dadurch die Dekontaminierung der Oberflächen zu erleichtern; oder im Sekundärkreis wird der Wirkungsgrad der Belüftung verbessert, um die Ausbreitung von Verschmutzungen zu verringern.
- **Einführung von Planungsmaßnahmen zur Förderung des Abbaus:** die Auswirkungen der oben beschriebenen Planungsmaßnahmen sind auch für die Betreuung von Bedeutung, aber es wurden auch noch weitere Überlegungen auf der Planungsebene berücksichtigt, um den Abbau zu erleichtern. Um nur die allerwichtigsten zu erwähnen: Optimierung der beim Abbau von Großanlagen wichtigen Zugangswege bereits bei der Planung; für die Lagerung potentiell verschmutzter Anlagen vorgesehene Zonen; bzw. verschiedene mobile Schutzelemente und Verkleidungen, die speziell zur Erleichterung des Abbaus entwickelt wurden.

Dieser Gedanke wird durch die allgemeine Bestrebung der Bauarchitekten unterstützt (z. B. [89]), durch Verbesserung und Steigerung der Qualität und Belastbarkeit der in den Reaktoren verwendeten Treibstoffe die Betriebsbedingungen zu verbessern, dadurch wird gleichzeitig auch Menge und Gefährlichkeitsgrad der beim Abbau zu entsorgenden radioaktiven Abfälle reduziert.

Unter Berücksichtigung der obigen Überlegungen, und da keine gegensätzlichen Informationen vorliegen, können hinsichtlich der Auswirkungen auf die Umwelt bei den fünf Reaktortypen bei Abbau und Stilllegung keine Unterschiede festgestellt werden, und dies ist auch nicht erforderlich.

5.3.2. Beschreibung der Umweltauswirkungen des Abbaus

5.3.2.1. Vom Abbau betroffene Umweltelemente und Systeme im Überblick

Vom Abbau werden voraussichtlich sämtliche Umweltelemente und –systeme im unterschiedlichen Maß betroffen sein. Radiologische und herkömmliche Umweltwirkungen werden gleichermaßen bei den unten betroffenen Elementen und Systemen auftreten:

- Betroffene Umweltelemente sind (mit Berücksichtigung der Auslegung des Ges. Nr. LIII. vom Jahr 1995 über die allgemeinen Regeln für Umweltschutz): Luft, Wasser, Erdboden, Pflanzen- und Tierwelt, sowie die vom Menschen (künstlich)geschaffene Umwelt, und deren Komponenten.
- Betroffene Umweltsysteme sind: Ökosysteme, Siedlungen (einschließlich der Infrastruktur – Verkehrsnetz, Wasser- und Abwassersystem, Energieversorgung usw. – und deren Veränderungen), und die Landschaft (Landschaftsbild und Nutzflächen).

-
- Außer den Umweltelementen/Umweltsystemen sind zu prüfen: selbstständige Wirkungsfaktoren wie Lärm- und Schwingungsbelastung, Abfallwirtschaft (eine der hinsichtlich des Abbaus wichtigsten Tätigkeitsbereiche).

Darüber hinaus sind gemäß den inhaltlichen Anforderungen an die Umweltverträglichkeitsprüfung, auch die mit der Umwelt im Zusammenhang stehenden gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Auswirkungen zu prüfen. Dabei muss auf folgende Faktoren eingegangen werden: wegen des Abbaus zu erwartende Beschäftigungsprobleme; damit verbundene Veränderungen in der Bevölkerungsstruktur; sonstige humanpolitische Gesichtspunkte wie Lebensqualität, kulturelle Verhältnisse (z. B. angeeignete Kenntnisse, Verhaltensweisen, kollektive Werte).

5.3.2.2. *Tätigkeiten mit Auswirkungen auf die Umweltelemente/Umweltsysteme*

Diese Tätigkeiten werden in der Umweltverträglichkeitsprüfung genau definiert, unter Berücksichtigung der oben erörterten standort- und anlagenspezifischen Variablen, sowie der ausgewählten (und eventuell revidierten) Abbaustrategie. Dabei muss zu folgenden Fragen unbedingt Stellung genommen werden:

- Behandlung gefährlicher (radioaktiver und toxischer) Stoffe und Abfälle;
- Behandlung flüssiger und gasförmiger Emissionen (radioaktiv und inaktiv);
- Lagerung oder eventuell Endlagerung radioaktiver Abfälle;
- Lieferungen (aktive und inaktive);
- Abriss der Gebäude;
- Lagerung, Wiederverwertung, Verarbeitung von Abfällen, Endlagerung von Resten, wie die Verwendung von inaktivem Bauschutt am Standort oder außerhalb, Auffüllung des Gebietes und damit verbundene Erdarbeiten;
- potenzielle Unfälle, ungeplante Ereignisse, unter denen die verschiedenen Brandfälle zu prüfen sind (einschließlich der Entflammung von radioaktiven oder toxischen Stoffen), Emission oder Austritt von Schadstoffen und Gasen, Wartungsfehler, durch äußerliche Einwirkungen verursachte strukturelle Schäden (z. B. Erdbeben, Fluten/Überschwemmungen, Sabotage).

5.3.2.3. *Umweltauswirkungen*

Die potenziellen Auswirkungen des Abbaus werden im Folgenden nach Umweltelementen bzw. Umweltsystemen mit jeweils einer kurzen Beschreibung aufgelistet. Die untenstehende Liste gilt als Richtlinie für die Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung. In der Liste wird bei den Auswirkungen jeweils angegeben, ob sie eine herkömmliche oder eine radiologische Auswirkung auf das betreffende Umweltelement/Umweltsystem haben. Hierbei sei angemerkt, dass einige Auswirkungen des Abbauprozesses positiv ausfallen (z. B. der Wegfall der thermischen Umweltbelastung durch die Ableitung der beim Betrieb der Anlage entstehenden Wärmeenergie); die Beurteilung dieser Auswirkung muss jedoch im Rahmen Umweltverträglichkeitsprüfung erfolgen. Potenzielle Auswirkungen des Kraftwerkabbaus sind:

- **Auswirkungen auf natürliche Umweltelemente/-systeme**
 - Luft: der Abbau geht einher mit dem Abriss von Gebäuden, der Zerkleinerung von Bauschutt, Zerlegung von technologischen Systemen und Maschinen usw. Bei diesen Abbautätigkeiten müssen große schwere Kraftfahrzeuge und Arbeitsmaschinen bewegt werden. Die Luftqualität ist ein primärer Faktor, der vom Abbau betroffen ist, dabei müssen auch die meteorologischen Eigenschaften der Region berücksichtigt

werden, denn Tätigkeiten solcher Art können mit Emissionen von radioaktiven und inaktiven Gasen, Aerosolen und Staub verbunden sein – herkömmliche und radiologische Auswirkungen.

- Wasser: der Abbauprozess verändert dieses Umwtelelement in Abhängigkeit von seinen hydrologischen und hydrogeologischen Eigenschaften. Zu berücksichtigen sind mögliche Verunreinigungen von Oberflächengewässern und unterirdischen Gewässern, verursacht durch Verschmutzungskomponenten austretender und gelöster Stoffe. Das Entfernen künstlich geschaffener Oberflächen (Abbau von Straßen und Gebäuden) verändert den Abfluss der Oberflächengewässer, die Wasserableitung im Gebiet, und das Eindringen abfließenden Wassers in das Grundwasser – herkömmliche und radiologische Auswirkungen.
 - Bodenfläche und Erdboden: die Wichtigkeit der hierzu gehörenden Auswirkungen hängt stark von der ausgewählten Abbaustrategie ab. Die Gebäude müssen entsprechend der gewählten Strategie abgerissen werden. Danach wird der überprüfte Bauschutt abtransportiert. Veränderungen der Erdoberfläche werden verursacht durch das Ausgleichen der Höhenunterschiede, das Verdichten, sowie das Entfernen von unterirdischen Strukturen. Die Bodenqualität kann durch die Ablagerung von Schmutzpartikeln, die im Laufe des Abbaus in die Luft geraten, beeinflusst werden, die so entstehenden verunreinigten Gebiete werden allerdings voraussichtlich innerhalb des Standortes bleiben – herkömmliche und radiologische Auswirkungen.
 - Flora und Fauna: die Pflanzenwelt wird infolge der Abbauarbeiten durch den während der Abbauarbeiten entstehenden Staub und dessen Ablagerung auf den anliegenden Ackerböden und Pflanzenblättern beeinträchtigt. Die Tierwelt kann einerseits durch den Anstieg des Lärmpegels (in Bezug auf Lebensraum bzw. Verhaltensweisen bestimmter Arten) beeinträchtigt werden, andererseits können auch Veränderungen in der Pflanzenwelt eine Rolle spielen (z. B. als Nahrung dienende Pflanzen verschwinden oder neue tauchen auf, bzw. als Folge dessen, dass sich Unterschlüpfe verändern) – herkömmliche Auswirkungen.
 - Landschaft (Landschaftsbild): ihre Veränderungen infolge des Abbaus können, wenn die gewählte Abbaustrategie befolgt wird, unserer Ansicht nach zu positiven Veränderungen führen. Die Stilllegung, der Abbau kann die Nutzung des Gebietes für Freizeit, Urlaub und Tourismus fördern, der Fremdenverkehr kann sich entwickeln, das Gebiet wird für industrielle Zwecke verfügbar sein; Stilllegung und Abbau können Veränderungen in der Nutzung des Industriegebietes herbeiführen, sowie die Nutzung bisher ungenutzter Gebiete und die Wegenutzungsrechte beeinflussen – herkömmliche Auswirkungen.
- **Auswirkung auf Gesellschafts-, Sozial- und Wirtschaftssysteme**
 - Bodennutzung, Flächennutzung: die Veränderungen infolge des Abbaus werden voraussichtlich positiv ausfallen, das Gebiet kann für andere Zwecke genutzt werden – herkömmliche Wirkung.
 - Kultur: die Auswirkung ist Folge der durch Abbau hervorgerufenen Veränderungen der Konventionen. Die Veränderung der kulturellen Konventionen setzt sich aus entgegen gesetzten Komponenten zusammen (als Folge der Stilllegung des Kraftwerks verringert sich zum einen die mentale Belastung, zum anderen gibt es die Angst vor sich eventuell erschwerenden Lebensumstände), und daher ist die Analyse der voraussichtlichen Auswirkungen des Abbaus von besonderer Bedeutung – herkömmliche Auswirkungen.
 - Infrastruktur: hierzu zählen die Faktoren, die die Umwelt- und Lebensqualität beeinflussen. Stilllegung und Abbau erhöhen den Verkehr schwerer Kraftfahrzeuge,

was bei gewohnter Präsenz des Kraftwerks meist weniger ins Gewicht fällt. Der Abbau kann die Wasser- und Elektroenergieversorgung und die Dichte der Einrichtungen des Gesundheitswesens beeinflussen. Deren Aufrechterhaltung ist Voraussetzung für die Bewahrung der Lebensqualität, dies hängt jedoch davon ab, welche Zukunft für den Standort vorgesehen wird – herkömmliche Auswirkungen.

- Menschliche Aspekte: sie sind die indirekten Auswirkungen des Abbaus. Bei der Prüfung der Auswirkungen wird bewertet, inwiefern die auftretenden Unbequemlichkeiten die Lebensqualität, den früheren Lebensstil verändern, und ob der gewohnte Wohlstand und dadurch die gesellschaftliche Sicherheit erhalten werden können. Im Zusammenhang mit Gesundheit und Sicherheit sind auch diejenigen abbaubedingten Tätigkeiten zu prüfen, die die Strahlungsbelastung der Arbeiter und das Risiko zahlreicher beschäftigungsbedingter Erkrankungen erhöhen. Das Abbauprojekt und die zugehörige Dokumentation müssen diese Risiken festlegen sowie auch Methoden, mit deren Hilfe diese Gefahren minimiert werden können - herkömmliche und radiologische Auswirkungen.
- Bevölkerung und Wirtschaft: es ist nicht auszuschließen, dass die Stilllegung des Kraftwerks bedeutende Auswirkungen auf die Gesellschaft und Wirtschaft haben wird, infolge dessen die Beschäftigungsrate und die Steuereinnahmen der Region sinken. Ein gesellschaftliches Problem können auch weniger Arbeitsmöglichkeiten für die Zulieferer der Anlage sein. In der Abbauphase sinkt die Zahl der Arbeiter im Vergleich zur Betriebsphase, auch wenn kurzfristig hiervon abweichende Auswirkungen auftreten können – herkömmliche Auswirkungen.

Die Auswirkungen auf die Umwelt sind also mit den Tätigkeiten des Abbauprozesses und mit den typischen, zu prüfenden Umweltelemente und -systeme verbunden; so lassen sich die Umweltwirkungen übersichtlich in einer Matrix darstellen, mit den Umweltelementen und -systemen auf der einen und den verschiedenen Tätigkeiten des Abbauprojektes auf der anderen Achse; die Matrixelemente setzen sich aus den Umweltauswirkungen zusammen. Diese Matrix-Darstellung gibt einen nützlichen Überblick der Auswirkungen, sie darf aber keineswegs als endgültige Darstellung der Auswirkungen betrachtet werden, denn sekundäre und zusätzlich auftretende Wirkungen müssen sorgfältiger analysiert werden. Die Darstellung der entsprechenden Umweltwirkungen in einer Matrix zeigt die *Abbildung M-41 im Anhang*.

Im vorherigen Abbauplan werden die Wirkungen zahlenmäßig charakterisiert, und die abbaubezogene Sicherheitsbewertung erstellt.

Anmerkung: Umweltwirkungen der Deponierung von radioaktivem Abfall (und natürlich von ausgebrannten Brennelementen), die im Laufe des Abbaus entstehen, sind im Laufe der Umweltverträglichkeitsprüfung der betreffenden Abfalllager zu bewerten.

5.4. Finanzierung und Kosten des Abbaus

Laut Abs. 1 § 62 des Ges. Nr. CXVI. vom Jahr 1996 über die Atomenergie (Atomgesetz) werden die Kosten des Abbaus von Nuklearanlagen aus einem separaten staatlichen Finanzfonds durch den Zentralen Nuklear-Finanzfonds (ung. Abk. KNPA oder Fonds) getragen. Für den Bau der neuen Blöcke müssen Vorbereitungen zur Umgestaltung des KNPA getroffen werden, um unter anderem eine gesetzlich geregelte Finanzierung des Abbaus der neuen Blöcke zu ermöglichen. Die Anpassung des Fonds KNPA an die Verwirklichung der neuen Blöcke sollte zu einem entsprechenden Zeitpunkt vom Landesamt für Kernenergie (OAH), als Betreuer des Fonds initiiert werden.

Die Abbaukosten können auf dem heutigen Wissensstand nur geschätzt werden. Aufgrund der Kostenvoranschläge der Anbieter der Kraftwerksblöcke in *Abschnitt 5.3.1.* kann prognostiziert

werden, dass die neuen Reaktortypen vermutlich einfacher abgebaut werden können, und beim Abbau weniger Abfall entsteht, als es für den Abbau der energetischen Reaktoren vorausgesagt werden kann, die gegenwärtig in Betrieb sind.

6. Bewertung der eventuellen, Landesgrenzen überschreitenden Auswirkungen

Der geplante Betrieb, die Errichtung und Betreuung neuer Atomkraftblöcke fällt unter das, in Espoo (Finnland) am 1991. Februar 26. unterzeichnete Übereinkommen über die Untersuchung von grenzüberschreitenden ökologischen Auswirkungen, und unter den, durch die Direktiven 97/11/EK, 2003/35/EK und 2009/31/EK der Europäischen Gemeinschaft modifizierten Grundsatz über die Untersuchung der Auswirkungen von öffentlichen und privaten Projekten auf die Umwelt. Die verbindliche Umsetzung der Abmachung von Espoo in Ungarn schreibt die Regierungsverordnung 148/1999. (X. 13.) vor. In Anhang I. des Abkommens sind die Tätigkeiten aufgeführt, bei denen die Vorschriften des Abkommens angewandt werden müssen. Bei der Realisierung dieser Tätigkeiten können die Länder, die sich als betroffen betrachten, unabhängig davon die Durchführung des internationalen Folgenabschätzungsverfahrens beantragen, ob wirklich auf ihrem Gebiet wesentliche ökologische Auswirkungen zu erwarten sind. Deshalb ist es wichtig, schon in der vorhergehenden Konsultationsphase die Möglichkeit der grenzüberschreitenden Auswirkungen zu untersuchen (Am nächsten zu den geplanten neuen Blöcken liegt Serbien (63 km), gefolgt von Kroatien (74,5 km), dann Rumänien 119,5 km, Slowakei (132 km), Österreich (183 km), die Ukraine (324 km).) Die Definition der grenzüberschreitenden Auswirkungen beschreibt die Regierungsverordnung 148/1999. (X. 13.). In Abschnitt 4 wurden die von den Umweltauswirkungen betroffenen Gebiete festgelegt, jetzt verknüpfen wir diese Ergebnisse mit der Ermittlung der eventuell grenzüberschreitenden Auswirkungen. Die Rechtsordnung enthält diesbezüglich keine detaillierten Anforderungen für den Inhalt. Diese Umweltauswirkungen müssen auf die gleiche Weise, wie die andere Auswirkungen, eingeschätzt und gewertet werden, mit dem Zusatz, dass die grenzüberschreitende Eigenheit im Weiteren analysiert werden muss. Unter Berücksichtigung der Anforderungen wird in Bezug auf die neuen Blöcke vorgestellt, bei welchen Umweltelementen und Systemen die grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen überhaupt in Frage kommen können. [42]

Um die grenzüberschreitenden Auswirkungen zu definieren, muss man die folgenden Fragen beantworten: können überhaupt solche Faktoren und Prozesse vorkommen, die - bei Kenntnis der konkreten Tätigkeit - die Möglichkeit des Übergreifens in sich bergen. Welches sind die Faktoren, bei denen diese Möglichkeit nicht, oder nur mit sehr kleiner Wahrscheinlichkeit besteht? Wie verbreiten und summieren sich die Wirkungen und Prozesse bei einer eventuellen Belastung? [35] Ein Teil der Fragen ist allgemein, ein anderer Teil ist Tätigkeits- und Gebietspezifisch. Bei der Beurteilung von grenzüberschreitenden Auswirkungen spielen die nächsten drei Faktoren eine entscheidende Rolle: Faktoren, die die Möglichkeit zur Verbreitung auf ein größeres Gebiet voraussetzen, die Verbreitungsmöglichkeit der Auswirkungen und die Empfindlichkeit des betroffenen Gebiets, sowie Gegebenheiten des betroffenen Gebiets, die die Verbreitung fördern oder hindern. Zur Beurteilung der Auswirkungen musste also zu diesen drei Faktoren Informationen gesammelt werden. [42] [90] Die Bewertung der Bedeutung von grenzüberschreitenden Auswirkungen einer gegebenen Tätigkeit auf der Ebene der vorgehenden Analyse und derer behördlicher Beurteilung kann mit Durchführung folgender Schritte geschehen: Anhand des Standorts, dem Charakter der Tätigkeit und der angewandten Technologie ist zu entscheiden, ob theoretisch eine grenzüberschreitende Wirkung zustande kommen kann. Von den Faktoren und Prozessen der gegebenen Tätigkeit (*Abschnitt 4*) müssen die eliminiert werden, von denen wirklich anzunehmen ist, dass von ihnen grenzüberschreitende ungünstige ökologische Vorgänge ausgehen.

Man muss die durch die in Betracht gezogenen Faktoren verursachten Umweltauswirkungsprozesse, ihre Verbreitungsart und -möglichkeiten einschätzen, und daraus beurteilen, ob sie Nachbarländer erreichen könnten. (Also das betroffene Gebiet muss annäherungsweise bestimmt werden.) Wenn überschreitende Auswirkungen möglich sind, muss man die Gegebenheiten der betroffenen Gebiete erforschen, es ist festzustellen, wie sehr das

gegebene Gebiet gegen die Prozesse empfindlich ist. Daraus sind die wirklich grenzüberschreitenden Auswirkungen auszuwählen, und durch Vergleich der Prozesse und der Empfindlichkeit des Gebiets die Bedeutung der grenzüberschreitenden Auswirkungen zu bewerten. [42] [91]

Im Folgenden wird mit Untersuchung dieser Fragen in Bezug auf die neuen Blöcke die Möglichkeit der grenzüberschreitenden Auswirkungen beurteilt. „Bedeutende“ Wirkung unterstellt, dass die Zustandsveränderung nicht vorübergehend ist, sondern endgültige Veränderung oder lang anstehende Umweltbelastung mit sich bringt. Das neue Kernkraftwerk wird im Inneren des Landes, weit entfernt von den Landesgrenzen errichtet. Das bedeutet, dass in Bezug auf den Standort nur in extremen Fällen eine grenzüberschreitende Auswirkung auftreten kann. Die voraussichtlichen Faktoren und Prozesse während des Betriebes der neuen Blöcke, und deren Ausdehnungen wurden im *Abschnitt 4*. bestimmt (Diese können in zwei Gruppen eingeteilt werden: radiologische und herkömmliche Auswirkungen. Es ist zweckmäßig, diese auch in Bezug auf die grenzüberschreitende Auswirkung zu trennen.) Hier wiederholen wir die schon früher vorgestellten Wirkungsprozesse nicht, heben nur die Prozesse hervor, bei denen anhand ihrer Charakter und Stärke grenzüberschreitende radiologische Auswirkungen angenommen werden können. Die Empfindlichkeit der ausländischen Gebiete ist im Detail nicht bekannt. [92] Die Sicherheit des Kraftwerks bestimmt grundlegend den Charakter der grenzüberschreitenden Auswirkungen. Während des Betriebs können vor allem gasförmige und flüssige Freisetzungen (Emissionen) erwartet werden.

Bewertung der Emissionen in die Atmosphäre

Hinsichtlich der *Freisetzungen* während dem *Normalbetrieb* haben wir Quelle [93] in Betracht gezogen. Demnach *ist bei Normalbetrieb nicht mit grenzüberschreitenden radiologischen Folgen zu rechnen*, wenn bei den neuen Blöcken die ungarischen und international akzeptierten, aus den Dosisbeschränkungen für die Anlage abgeleiteten behördlichen Freilassungsgrenzen eingehalten werden. [93]

Für grenzüberschreitende Auswirkungen bei *Auslegungsstörfällen* wurden bei dem EPR Block Typ, als Referenzblock Berechnungen mit dem Programm PC COSYMA durchgeführt. Weiterhin wurden die Feststellungen von Abschnitt 3 berücksichtigt, das heißt, wenn die EUR Anforderungen und die neuen Sicherheitsnormen für Kernenergie eingehalten werden, dann bedeuten die potentiellen Auswirkungen auch kein Risiko für die Bevölkerung der benachbarten Länder (Erfüllung der Kriterien für geringe Umweltauswirkungen). Bei normalen atmosphärischen Verhältnissen werden die Aktivitätskonzentrationen an der Landesgrenze kleiner sein, als die von uns betrachteten (um 100–1000-fach kleinere Werte sind aufgetreten). *Demnach sind radioaktive atmosphärische Freisetzungen jenseits der Landesgrenze sogar bei Auslegungsstörfällen neutral, und können nicht als bedeutend bezeichnet werden.* Diese Feststellungen wurden aufgrund der in Abschnitt 3 beschriebenen EUR Anforderungen und Sicherheitsnormen für Kernenergie, und aufgrund des in Abschnitt 4 detailliert Beschriebenen getroffen.

Die mit dem PC COSYMA Programm durchgeführten Berechnungen für atmosphärische Freisetzungen bei Auslegungsstörfällen von sehr geringer Wahrscheinlichkeit und bei schweren Unfällen basieren auf den für EPR Blöcke zur Verfügung stehenden Daten. Bei den geprüften Emissionsfällen war bei den Blöcken vom Typ EPR die effektive Folgedosis von Referenzpersonen die höchste. Die Ergebnisse werden in *Tabelle 6-1* gezeigt. Es wurden auch Berechnungen für schwere Unfälle vorgenommen, die die Ergebnisse werden in *Tabelle 6-2*. zusammengefasst.

**Tabelle 6-1. Ergebnisse der Berechnungen für EPR Block Typ
 (TA4 – Auslegungsstörfall mit sehr geringer Häufigkeit)**

Umliegendes Land	Entfernung [km]	für die ersten 7 Tage	für einen längeren Zeitraum
		Dosis [Sv]	Dosis [Sv]
Serbien	63	$5,0 \cdot 10^{-9}$	$2,0 \cdot 10^{-8}$
Kroatien	74,5	$4,2 \cdot 10^{-9}$	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Rumänien	119,5	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$
Slowakei	132	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$9,8 \cdot 10^{-9}$
Slowenien	172	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$7,5 \cdot 10^{-9}$
Österreich	183	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$7,1 \cdot 10^{-9}$
Ukraine	324	$7,4 \cdot 10^{-10}$	$3,9 \cdot 10^{-9}$

Tabelle 6-2. Ergebnisse der Berechnungen für EPR Block Typ (TAK2 – schwerer Unfall)

Umliegendes Land	Entfernung [km]	für die ersten 7 Tage	für einen längeren Zeitraum
		Dosis [Sv]	Dosis [Sv]
Serbien	63	$5,8 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
Kroatien	74,5	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$
Rumänien	119,5	$3,4 \cdot 10^{-7}$	$7,4 \cdot 10^{-6}$
Slowakei	132	$3,1 \cdot 10^{-7}$	$6,7 \cdot 10^{-6}$
Slowenien	172	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$5,3 \cdot 10^{-6}$
Österreich	183	$2,3 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$
Ukraine	324	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$3,0 \cdot 10^{-6}$

Entsprechend der Empfehlungen der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEA) und der Einsatz- und Notfallpläne würde es mit großer Wahrscheinlichkeit auch dann nicht zur dringenden Einleitung von Sicherheitsmaßnahmen in den Nachbarländern kommen, wenn die potentiellen Freisetzung eine „bedeutenden Auswirkung“ darstellt, denn die Einleitung dieser Maßnahmen rechtfertigende Dosisebene ist um 3-4 Größenordnungen höher als die hier angegebenen.

Bewertung der Freisetzungen ins Wasser

Es sind keine als bedeutend zu bewertende grenzüberschreitenden radiologischen Auswirkungen auf Gewässer vorhanden, da die Wirkung der in die Oberflächengewässer freigesetzten radioaktiven Stoffe bei der Landesgrenze schon neutral ist. Die Analyse der Wirkung der in die Donau freigesetzten Emissionen wurde mit der in IAEA Safety Report Series 19 [94] beschriebenen einfachen Berechnungsmethode durchgeführt. Wie schon in Abschnitt „Gemeinsame Auswirkungen der vorhandenen und geplanten Blöcke“ beschrieben, betrifft die maximale Dosisbelastung ($8 \mu\text{Sv}$) der in die Donau gelangenden radioaktiven Freisetzung durch Normalbetrieb und durch zu erwartende Betriebsvorfälle die Bevölkerung von Gerjen, 10 km flussabwärts vom Kraftwerk. An der etwa 100 km entfernten Landesgrenze wird dieser Wert um Größenordnungen kleiner sein.

Bewertung nicht radiologischer Auswirkungen

Im Falle der *herkömmlichen (nicht radiologischen) Auswirkungen* muss anhand vorheriger Berechnungen, bei Emissionen von herkömmlichen Verunreinigungen in die Oberflächengewässer, weder in der Bauphase, noch bei Normalbetrieb oder bei Betriebsstörungen und Unfällen mit grenzüberschreitenden Auswirkungen gerechnet werden. *Abschnitt 3.5.2.* beschreibt die Auswirkungen auf Oberflächengewässer in der Bauphase; *Abschnitt 3.5.3.* in der Betriebsphase; *Abschnitt 5* beim Abbau und *Abschnitt 4* befasst sich mit den betroffenen Gebieten dieser Auswirkungen. Die Auswirkungen von zu erwartenden Betriebsvorfällen und Auslegungsstörfällen werden in den zutreffenden Teilen von *Abschnitt 3* geschildert. Das betroffene Gebiet der Auswirkungen auf Oberflächengewässer bleibt innerhalb der Landesgrenze. Beim Austritt von Abwasser muss, mit Berücksichtigung der Industriegewässer, selbst bei Betriebsstörungen mit keinen grenzüberschreitenden Auswirkungen gerechnet werden.

Im Hinblick auf die unterirdischen Gewässer und den Erdboden treten, im Zusammenhang mit dem entstehenden Abfall in jedem Fall lokale Auswirkungen auf; grenzüberschreitende Auswirkungen sind in keinem der Fälle zu erwarten.

Im Falle der Umweltauswirkungen, die die Luftqualität, die Land- und Wasserlebewesen, die Siedlungsumgebung und die Landschaft betreffen, sowie in Bezug auf voraussichtliche Lärm- und Schwingungsbelastungen ist ebenfalls mit keinen grenzüberschreitenden Wirkungen zu rechnen.

7. Zusammenfassung

In Ungarn ist zur Erhaltung der gesicherten Stromversorgung die Schaffung neuer Kraftwerkskapazitäten nötig, weil durch Alterung des bestehenden Kraftwerksparks und durch Anstieg der Verbrauchernachfrage bis zum Jahre 2020 etwa 5000 MW, bis 2030 weitere 4000 MW neuer Produktionskapazität benötigt wird. Der Bau eines neuen Kernkraftwerks könnte eine vorteilhafte Lösung für den Ersatz eines Teils der fehlenden Kapazität sein, da die Stromerzeugung eines Kernkraftwerks bekanntlich eine wirtschaftlich effektive und langfristig nutzbare, sichere Stromversorgung ermöglicht.

Der Schaffung eines Kernkraftwerks muss nach einer politischen Entscheidung ein gründlicher Vorbereitungs- und Genehmigungsprozess vorausgehen. Die prinzipielle politische Entscheidung wurde am 30. März 2009 getroffen, als das Parlament mit seinem Entschluss Nr. 25/2009. (IV. 2.) der Vorbereitung für die Schaffung von neuen Blöcken am Standort Paks zustimmte. Dieser Entschluss ist noch keine endgültige Entscheidung über die Schaffung von neuen Kernkraftwerksblöcken, da nur die nach der prinzipiellen Entscheidung begonnene Arbeit Antwort auf verschiedene Probleme (wie die Konstruktion der Investition und deren Finanzierung, Typ und technische Merkmale der Blöcke, Lieferant, Systemanpassung und Umweltauswirkungen) geben kann.

Das Gesetz Nr. LIII./1995 über die allgemeinen Regeln für Umweltschutz schreibt zur Vorbeugung von ungünstigen Umweltauswirkungen eine Umweltverträglichkeitsprüfung „*vor dem Beginn einer Tätigkeit, die die Umwelt wesentlich bzw. voraussichtlich im wesentlichen Maße beeinflusst*“ vor. Die Art und Weise der Umweltverträglichkeitsprüfung, die ihr gegenüber gestellten Anforderungen sind in der mehrmals geänderten Regierungsverordnung Nr. 314/2005. (XII. 25.) über die Umweltverträglichkeitsprüfung und das einheitliche Umweltnutzungs-Genehmigungsverfahren festgelegt.

Der Verordnung entsprechend kann die Umweltschutzgenehmigung für die Errichtung neuer Kernkraftwerksblöcke am Standort Paks nur anhand einer Umweltverträglichkeitsprüfung erteilt werden. Entsprechend der Regierungsverordnung ist der erste Abschnitt des Genehmigungsverfahrens bei der Errichtung eines Kernkraftwerks nicht Pflicht. Die Ungarischen Elektrizitätswerke AG hat jedoch entschieden, eine vorhergehende Konsultation einzuleiten, da anhand derer die zuständige Aufsichtsbehörde für Umweltschutz, Naturschutz und Wasserwirtschaft Süd-Transdanubien in Pécs unter Einbezug der zuständigen Verwaltungen zu den inhaltlichen Anforderungen der im zweiten Abschnitt des Genehmigungsverfahrens einzureichenden Umweltverträglichkeitsprüfung Stellung nimmt, und somit die erfolgreiche Ausarbeitung dieser erleichtert.

Vorliegendes Dokument ist ein Basisdokument für den Antrag auf eine vorhergehende Konsultation, das im Auftrag der Ungarischen Elektrizitätswerke AG von der Firma PÖYRY ERŐTERV AG und ihren Subunternehmern entsprechend Anlage 4 der Regierungsverordnung Nr. 314/2005. (XII. 25.) erarbeitet wurde.

Die geplante Tätigkeit

Die Firmengruppe der Ungarischen Elektrizitätswerke schuf nach der Entscheidung des Parlamentes am 8. Juni 2009 das Projekt Lévai, dessen Aufgabe die Vorbereitung der Errichtung von neuen Kernkraftwerksblöcken am Standort Paks ist. Seit September 2012 werden die mit der Vorbereitung der Errichtung von neuen Kraftwerksblöcken verbundenen Aufgaben von der durch die Ungarischen Elektrizitätswerke gegründeten Projektgesellschaft MVM Paks II. Kernkraftwerkentwicklungs AG durchgeführt.

Als Standort für die neuen Blöcke wurde das Reserve-Gebiet des sich gegenwärtig in Betrieb befindenden Kernkraftwerks bestimmt, d.h. die zwei geplanten neuen Blöcke würden unmittelbar

nördlich der bestehenden vier Blöcke errichtet werden. Die wesentlichsten Gründe dafür, dass kein neuer Standort, sondern der bestehende Standort Paks für die neuen Kernkraftwerksblöcke vorgeschlagen wurde, sind folgende:

- Es handelt sich um einen bestehenden, schon sicher in Betrieb genommenen nuklearen Standort, so ist es nicht nötig mit wesentlichen Aufwendungen (eventuell im Rahmen einer Greenfield-Investition) einen neuen Standort zu schaffen.
- In den vergangenen 30 Jahren wurde der Standort nach verschiedenen Sicherheits- und Umweltschutz –Gesichtspunkten untersucht, so ist das Gebiet um das Kernkraftwerk das am besten erforschte Gebiet.
- Im Umkreis von 30 km liegt die Bevölkerungsdichte mit Ausnahme der Stadt Paks unter dem Landesdurchschnitt.
- Die notwendige Infrastruktur ist in der Umgebung des Standortes ausgebaut und vorhanden.
- Der Standort kann wirtschaftlich an das schon ausgebaute Landesnetz der Hochspannungsleitungen angeschlossen werden.
- Innerhalb der Bevölkerung der Umgebung wird das Bestehen und der Betrieb des Kernkraftwerks Paks akzeptiert, dieses ist eine günstige Grundlage für die Akzeptanz des weiteren Ausbaus.
- Die für die geplante Tätigkeit notwendigen Erfahrungen und Wissensbasis, sowie die Grundlagen der Fachkräfteausbildung stehen zur Verfügung.

Das Gebiet von insgesamt 106 ha für die neuen Kraftwerksblöcke ist Eigentum der Kernkraftwerks Paks AG. 29,5 ha dieses Gebietes gehört gegenwärtig zum Betriebsgelände des Kernkraftwerks Paks, und 76,3 ha ist das s.g. Gebiet für Baustellenlogistik, beide Territorien sind in den Flächennutzungsplänen auch gegenwärtig schon als Industriegebiete eingestuft.

Die geplanten neuen Blöcke werden unter den über internationale Referenzen verfügenden Blöcken der 3. Generation, bzw. der Generation 3+ ausgewählt werden. Diese wurden in den 90-er Jahren aus den Typen der 2. Generation entwickelt, Ziel der Weiterentwicklung war die Minderung der Wahrscheinlichkeit eines schweren Unfalls, bzw. die Minderung der Auswirkungen eines mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit eintretenden schweren Unfalls. Die Typen der Generation 3+ wenden vor allem passive Sicherheitskomponenten an, beim Betrieb werden natürliche Kraftressourcen (Gravitation, natürliche Zirkulation, Energie komprimierter Gase) genutzt, deshalb besteht keine Notwendigkeit für eine Notstromversorgung von außen.

Die bei der Vorbereitung der Errichtung der neuen Blöcke durchgeführten vorläufigen Untersuchungen schlugen eindeutig die Errichtung von Druckwasserreaktoren vor. Grund dafür ist nicht nur, dass 80% der heute neu errichteten Blöcke zu diesem Typ gehören, sondern auch durch die vorhandene einheimische Wissensbasis und die langjährigen positiven Erfahrungen beim Betrieb des Kernkraftwerks Paks begründet. Voraussichtlich werden die neu zu errichtenden Blöcke unter den folgenden Druckwasserreaktor-Typen ausgewählt:

- Typ AP1000, Lieferant ist die japanisch-amerikanische Firma Toshiba-Westinghouse,
- Typ MIR.1200, der Lieferant ist Atomstroyexport aus Russland,
- Typ ATMEA1, entwickelt und hergestellt von der französisch-japanischen Firma Areva-Mitsubishi,
- Typ EPR, Lieferant ist die französische Firma Areva.
- Typ APR1400, Lieferant ist die südkoreanische Firma KEPCO.

Aufgrund der Untersuchung der anwendbaren Kühlungsmöglichkeiten wurde eine Zweistufen-Frischwasser-Kühlung mit Nutzung des Donauwassers für die geplanten neuen Blöcke ausgewählt. Die geplante Tätigkeit ist also Errichtung und Betrieb von zwei Kernkraftwerksblöcken mit einer Nettoleistung von je 1000–1600 MW am Standort Paks zur kommerziellen Stromerzeugung

Gegenwärtiger Zustand der Umwelt des neuen Kernkraftwerk-Standortes

Im vorliegenden Fall wird der Umweltzustand der Umgebung des Standortes in erster Linie von der Nähe der vorhandenen vier Kernkraftwerksblöcke und des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente bestimmt. Die in die Umwelt freigesetzten (vor allem radiologischen) Emissionen dieser Anlagen werden seit ihrer Errichtung durch ein Monitoring-System überwacht.

Anhand der Messergebnisse kann festgestellt werden, dass das Kraftwerk bei normalen Betriebsbedingungen keine die Umwelt über die Grenzwerte hinaus belastende Wirkung zeigt. Die meisten Wirkungen sind entweder nicht, oder kaum nachweisbar, und übersteigen nicht die Hintergrundbelastung. Bei normalem Betrieb verursachen die radiologischen Emissionen keine Belastung der Bevölkerung außerhalb der Sicherheitszone.

Die herkömmlichen Umweltauswirkungen des Kernkraftwerks sind auch nicht signifikant und nur in der unmittelbaren Umgebung nachweisbar, Ausnahme ist nur die Wärmebelastung der Donau durch die Rückführung des gewärmten Kühlwassers, dessen Auswirkung bis zur Mündung der Donau reichen kann. Die einzige bestimmende, vom vorherigen ohne Kraftwerk untersuchten Zustand abweichende Auswirkung ist neben der Bebauung und dem durch die Präsenz des Kraftwerks sich ändernden Landschaftsbild die Belastung der Wasserumwelt. Durch den Betrieb des Kraftwerks wird die Donau als aufnehmendes Oberflächengewässer durch radiologische und herkömmliche Verschmutzung belastet, durch die Kühlung mit Frischwasser entsteht eine Wärmebelastung. Auch für diese Belastungen gilt, dass vom Kraftwerk die behördlich vorgeschriebenen Grenzwerte eingehalten werden.

Der neue Standort ist ein schon früher als Industriegebiet eingestuftes Gebiet für ergänzende Tätigkeiten des vorhandenen Kraftwerks, teilweise bebaut und befestigt, zum größten Teil geschädigte Grasflächen, der unseren gegenwärtigen Kenntnissen nach über keine bedeutenden natürlichen, kulturgeschichtlichen oder andere Werte verfügt. Die detaillierte Erforschung erfordert jedoch noch weitere Untersuchungen.

Die zu erwartenden Auswirkungen auf die Umwelt

Die Untersuchung der mit den neuen Kernkraftwerksblöcken verbundenen Umweltauswirkungen wird auf die Bau-, Betriebs- und Stilllegungs (Demontage)phase bezogen durchgeführt. Die radiologischen und herkömmlichen Umweltauswirkungen wurden gleichermaßen untersucht. Die Auswirkungen der neuen Anlage wurden selbständig geschätzt, und danach zusammen mit den Auswirkungen aus der Umgebung, d.h. es wurde auch die gemeinsame Umweltauswirkung aller drei anwesenden – radioaktive Emissionen verursachenden – Anlagen (neue Blöcke, vorhandene vier Blöcke und das Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente) geschätzt.

Bei der vorläufigen Untersuchung der *radiologischen* Auswirkungen führten wir die Bestimmung der Strahlenbelastung, die durch atmosphärische und Flüssigemissionen verursacht wird unter Berücksichtigung des Normalbetriebs aller 5 in Betracht gezogener Blöcke und der zu erwartenden Betriebsvorfälle (deren Häufigkeit den Wert von 10^{-2} /Jahr übersteigt) durch. Die begleitende Dosis der Emissionen berechneten wir mit Hilfe international akzeptierter Modelle. Anhand der erhaltenen Ergebnisse bei der Berücksichtigung des Normalbetriebs von zwei Blöcken und unter der Annahme von je einem Betriebsvorfall bedeutet die Auswirkung des Betriebs der neuen Blöcke keine erhebliche Belastung für die Bevölkerung.

Aus radiologischer Sicht bleibt die flächenmäßige Ausbreitung der Auswirkung bei normalem Betrieb anhand der durch atmosphärische und Flüssigemissionen verursachten Dosen, sowie anhand der Dosen aus direkter und diffuser Strahlung innerhalb der Kontrollzone des Kraftwerks.

Bei der Untersuchung von Störfällen mit radiologischen Auswirkungen führten wir die Analysen anhand internationaler Vorschriften unter Nutzung der zur Verfügung stehenden Daten durch. Es wurde gezeigt, dass die radioaktiven Emissionen verschiedener Störfälle und Unfälle der in Betracht gezogenen Blöcke unter den EUR (European Utility Requirements - von Betreibern der westeuropäischen Kernkraftwerke ausgearbeitetes Anforderungssystem) und ICRP Anforderungen

(International Commission on Radiological Protection – Internationale Strahlenschutzkommission) bleiben.

In Bezug auf *die konventionellen Umweltfaktoren* haben wir festgestellt, dass die meisten Faktoren während der Bauphase wesentlich größere Auswirkungen haben, als während des Normalbetriebs. Die Bauphase ist beim Bau eines Kernkraftwerks lang, voraussichtlich 5–6 Jahre. Es sind wesentliche, jedoch nur lokale (einige hundert m, höchstens einige km im Umkreis des Standortes) Änderungen in der Luftqualität und dem Zustand von Boden und Wasser zu erwarten, sowie auch erhebliche Lärm- und Vibrationsbelastung. Nach unseren jetzigen Kenntnissen haben diese aber – mit Ausnahme der Transporttätigkeit – keine erheblichen Auswirkungen auf bewohnte Gebiete.

Die konventionellen Umweltauswirkungen in der Betriebsphase bleiben auch unter gemeinsamer Berücksichtigung aller drei Anlagen meistens unter den Auswirkungen der Bauphase. Anhand der Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Frischwasserkühlung - der Faktor mit den bedeutendsten konventionellen Umweltauswirkungen - bei den gegenwärtigen Umgebungsbedingungen auch realisierbar ist.

In der gegenwärtigen Arbeitsphase stehen noch keine technischen Details für die einzelnen Blocktypen zur Verfügung, bei unsere Schätzungen bezogen wir uns auf konkrete Daten (wenn vorhanden), bzw. wenn nur für einige Varianten Daten zur Verfügung standen, auf die kritische Belastungen. Wo solche Daten nicht zur Verfügung standen, führten wir basierend auf unsere fachlichen Erfahrungen vorläufige Schätzungen durch.

Aufgrund der Dokumentation zum Antrag auf vorherige Konsultation kann zusammengefasst beim heutigen Stand der Kenntnisse gesagt werden, dass keine solche ausschließende Gründe für Umwelt-, Natur- und Landschaftsschutz gefunden wurden, die die Realisierung der in Betracht gezogenen Blöcke bzw. der geprüften Kühlvarianten unmöglich machen. Die meisten Umweltauswirkungen der geplanten Tätigkeit sind unerheblich, bewirken keine wesentlichen Änderungen und treten nur in der Nähe des Standortes, außerhalb bewohnter Gebiete auf.