

4. UMWELTZUSTAND DES GEBIETES IM BEREICH DES AKW VOR DEM BETRIEB

Inhaltsverzeichnis

4. UMWELTZUSTAND DES GEBIETES IM BEREICH DES AKW VOR DEM BETRIEB	2
4.1. Allgemeine Beschreibung der geographischen Umgebung.....	2
4.2. Charakterisierung der Radioaktivität der Umgebung.....	7
4.2.1. Regulativer Hintergrund.....	7
4.2.2. Ergebnisse der Untersuchungen bezüglich des Grundpegels	7
4.3.2. Klimatische Verhältnisse, meteorologische Charakteristika	11
4.3.2.1. Regionale klimatische Verhältnisse.....	11
4.3.2.2. Lokale Charakteristika	12

4. UMWELTZUSTAND DES GEBIETES IM BEREICH DES AKW VOR DEM BETRIEB

(...)

4.1. Allgemeine Beschreibung der geographischen Umgebung

Die Präsentation der naturgeographischen und wirtschaftsgeographischen Gegebenheiten des unmittelbaren Umkreises des Atomkraftwerkes erfolgt auf der Grundlage der Arbeit "Kataster der ungarischen Mikrolandschaften" (Herausgeber: S. Marosi und S. Somogyi, 1990) [1] in tabellarischer Form. (Diese Arbeit ist schon vor einiger Zeit entstanden – und unseres Wissens ist auch eine Neuauflage in Vorbereitung – dennoch sind deren Informationen keineswegs veraltet, sind doch solche natur- und wirtschaftsgeographischen Parameter in der Regel sehr beständig und verändern sich nur sehr langsam.)

Der Umkreis von dreißig Kilometer des Atomkraftwerks ist die **Große Ungarische Tiefebene** (Makrolandschaft), innerhalb derer in erster Linie die **Mesolandschaft der Ebene entlang der Donau und das Mezőföld** (zu deutsch in etwa: Wiesengrund). Zur Ebene entlang der Donau gehören im weiteren **die Ebene von Solt, das Sárköz** (zu deutsch in etwa: Schlammzwischenland) **von Kalocsa, das Sárköz von Tolna**, zum Bereich des Mezőfölds wiederum gehören das **mittlere und südliche Mezőföld** als Mikroregionen. **Die Stadt Paks selbst ist am nördlichen Rand der Mikrolandschaft des südlichen Mezőfölds situiert.**

Die am ehesten betroffenen Mikrolandschaften sind daher folgende:

- **Sárköz von Kalocsa** (befindet sich auf dem Gebiet der Komitate Bács-Kiskun und Tolna, ist eine überschwemmungsgebietsartige Ebene auf 88-112 Meter baltischer Seehöhe. Am rechten Ufer erhebt sich ein höhergelegenes Inundationsgebiet, das mit Flugsand bedeckt ist (die Terrassen bei Madocs). Im östlichen Bereich ist es sehr häufig ein Sumpf- und Moorgebiet. Auf den verstreuten, unerheblichen Waldgebieten sind in erster Linie junge Laub- und Tannenbäume zu finden. Aus landwirtschaftlicher Sicht bedeutend sind Weizen, Gerste, Kukuruz, Zwiebel und Paprika.)
- **Sárköz von Tolna** (befindet sich auf dem Gebiet des Komitats Tolna, ist eine überschwemmungsgebietsartige Ebene auf 88-162 Meter baltischer Seehöhe. Das Gebiet ist binnenwassergefährdet, vor der Flussregulierung befanden sich hier ausgedehnte Sümpfe. Die Gegend ist in der Regel von Schlamm und Ton bedeckt, im Süden manchmal auch von Löss. Waldwirtschaftlich gesehen sind in erster Linie junge und mittel alte Laub- und Tannenbäume zu finden. Aus landwirtschaftlicher Sicht bedeutend sind Weizen, Gerste, Kukuruz und Paprika.)
- **Südliches Mezőföld** (befindet sich auf dem Gebiet der Komitate Fejér und Tolna, ist eine mittel hohe, gegliederte Ebene auf 96-214 Meter baltischer Seehöhe. Geröllkegelebene mit Flugsand und Löss bedeckt, die Oberfläche wird von halbgebundenem Flugsand bedeckt, waldwirtschaftlich gesehen sind in erster Linie junge und mittel alte Laub- und Tannenbäume zu finden. Aus landwirtschaftlicher Sicht bedeutend sind Weizen und Kukuruz)
- **Tal von Sárvíz** (befindet sich auf dem Gebiet der Komitate Fejér und Tolna, ist ein, Terrassen gegliedertes Flusstal auf 89-161 Meter baltischer Seehöhe, Geröllkegelebene abwechselnd mit Flugsand oder Löss bedeckt, die Oberfläche wird von halbgebundenem Flugsand bedeckt, waldwirtschaftlich gesehen sind in erster Linie junge Laubbäume zu finden. Aus landwirtschaftlicher Sicht bedeutend sind Weizen und Kukuruz)
-

Eine genauere Charakterisierung der betroffenen Mikrolandschaften gibt im folgenden Tabelle 4.1. gemäß Mikrolandschaftskataster wieder.

Tabelle 4.1: Wichtigere geographische Faktoren der untersuchten Mikrolandschaften

Mikrolandschaft	Wiesengrund						Ebene entlang der Donau					
	Mittel 1430 km ²		Süd 500 km ²		Sárvíz Tal 400 km ²		Ebene bei Solt 700 km ²		Kalocsai-Sárköz 1050 km ²		Tolnai-Sárköz 600 km ²	
Raumnutzung												
Verteilung	Binnengebiet:	5,4%	Binnengebiet:	3,5%	Binnengebiet:	4,4%	Binnengebiet:	3,4%	Binnengebiet:	3,7%	Binnengebiet:	3,7%
	Feld:	84,2%	Feld:	74,7%	Feld:	74,1%	Feld:	71,2%	Feld:	75,5%	Feld:	70,9%
	Garten:	0,8%	Garten:	1,6%	Garten:	0,2%	Garten:	1,0%	Garten:	0,3%	Garten:	0,2%
	Wein:	1,9%	Wein:	3,6%	Wein:	0,5%	Wein:	2,0%	Wein:	0,6%	Wein:	0,4%
	Wiese, Weide:	1,4%	Wiese, Weide:	9,8%	Wiese, Weide:	7,3%	Wiese, Weide:	12,9%	Wiese, Weide:	9,7%	Wiese, Weide:	1,5%
	Wald:	5,6%	Wald:	6,4%	Wald:	5,2%	Wald:	3,0%	Wald:	5,5%	Wald:	21,2%
	Gewässer:	0,6%	Gewässer:	0,2%	Gewässer:	5,7%	Gewässer:	6,5%	Gewässer:	3,7%	Gewässer:	1,5%
	Bergbau:	0,1%	Bergbau:	0,2%	Bergbau:	2,6%	Bergbau:	0,1%	Bergbau:	1,0%	Bergbau:	0,6%
	geschützt:	0,2%	geschützt:	0,7%	geschützt:	0,1%	geschützt:	56,0%	geschützt:	0,5%	geschützt:	30,0%
Geländebeziehungen												
Seehöhe	97 - 204 m		96 - 214 m		89 - 161 m		93 - 141 m		88 - 112 m		88 - 162 m	
Typ	Ebene mit Löss		Ebene mit Sand und Löss		Terrassenflusstal		Überschwemmungsgebiet		Überschwemmungsgebiet		N: Überschwemmungsgebiet tief. S: Überschwemmungsgebiet	
Durchschnittrelief	NO: 10 m/km ² , SW: um 20 m/km ²		12 m/km ² , ill. 4 - 6 m/km ²		Überschwemmungsgebiet: 3 - 6 m/km ² , sonst: 10 - 12 m/km ²		4 - 6 m/km ²		1 - 2 m/km ²		1 - 2 m/km ²	
Geologische Gegebenheiten												
unterirdisch	Pannonische Tonsedimente		Pannonische Sedimente		Pannonische Sedimente		pannon üledék		Pannonische Tonsedimente		Pannonische Sedimente	
oberirdisch	Äolischer Löss, Schlamm- und Schlamm- sedimente		Sand, Löss		Überschwemmungssedimente, Sand Löss		Grobe Flussanschwellungen		Holozänsedimente, Sand, Schotter		Holozänsedimente	
Pot. max. seism.	6o MS		6o MS		7o MS		6 - 7o MS		6o MS		6o MS	

Geologische Gegebenheiten						
Haupttypen	64 % kalkhaltige Schwarzerde, 16 % in dessen ungarisch-tiefändischer Form, 9 % Wiesenschwarzerde	gemischt, 29% Braunerde, 20% kalkhaltige Schwarzerde, 18% schwarzerdeartiger Sand., 13%Wiesenschwarzerde	41% Flachwiesen, 14% Wiesen 9% Wiesenaufschüttungen, 6% flache Platten Wiesen- und kalkhaltige Schwarzerde,	gemischt, 27% Wiesenschwarzerde 21% salzhaltige Schwarzerde 20% salzhaltiger Boden	41% Wiesenaufschüttungen 27 % Wiesenschwarzerde, 9% Wiesengründe	94% Wiesengrundbildungen
Fertilität	Größtenteils gut (Klasse II-III.)	Gemischt, gut und schlecht	Mehrheitlich mittel, oder schlechter (Klasse III.-IX.)	Überwiegend ungünstig	Überwiegend schlechter als mittel Klasse VI	Klasse V und schlechter
Wichtigere klimatische Verhältnisse						
Allg. Merkmale	Gemäßigt warm, trocken	An der Grenze zwischen gem. warm-warm, trocken, gemäßigt trocken	Im N gemäß. warm an der Grenze zu kühl, im S warm; trocken	Gemäßigt warm, trocken	gemäßigt warm, trocken	gemäßigt warm, gemäßigt trocken
Sonnenscheindauer	Im N 2000 Stunden, Im S 2050 Stunden	Um 2050 Stunden	Im N unter 2000 Stunden, im S 2050 Stunden	2050 – 2070 Stunden	Um 2070 Stunden	2050 - 2060 Stunden
Mittlere Temperatur	Im N 9,8 - 9,9 °C, Im S 10,2 - 10,3 oC	Im N 10,2 - 10,3 °C, Im S um 10,5 oC	Im N 9,6 - 9,8 °C, in der Mitte 9,9-10,0oC, Im S 10,2 - 10,3 oC	10,4 – 10,5 °C	10,5oC	10,5 oC, Im S 10,6 - 10,7 °C
Mittlere Temperatur im Vegetationsstadium	16,1 - 17,0 °C	17,2 - 17,3 °C	16,5 -16,8oC ill. 16,3 - 17,0 oC	17,2 °C	17,2-17,3oC	17,2 - 17,3 °C
Durchschnittsniederschlag	550 - 600 mm	Im N 560 - 570 mm, im S um 630 mm	580 – 610, aber im N nur 560 mm	550 – 580 mm	570 - 590 mm	Im N600 mm, sonst 620 - 650 mm
Niederschlagsmenge in der Vegetationszeit	320 - 340 mm	320 - 360 mm	330 - 350 mm	320 – 330 mm	320 - 350 mm	Im N 320 - 340 mm, sonst 360 - 380 mm
Schneetage	30 - 32 Tage	33 - 34 Tage	32 -35 Tage	30 - 32 Tage	32 - 33 Tage	33 - 35 Tage
Ariditätsindex	O und W um 1,3 sonst 1,17 - 1,28	Im Mittelteil um 1,17, im N 1,24-1,26, im S 1,12	1,15 - 1,21, im N 1,25	1,21 - 1,28	1,19 - 1,24	Im N 1,17, sonst 1,08 - 1,14
Hersch. Wind	NW	N, NV aber auch S	N-NW (auch Si)	NW	NW (bzw. SW)	NW (sonst S)
Windgeschwindigkeit	wenig über 2,5 m/s	wenig über 3 m/s a	2,5 - 3,0 m/s	Um 2,5 m/s	Bei 3,0 m/s	Bei ,5 m/s
Hydrologische Merkmale						
Charakteristika	Trocken, Wassermangel	Kein Abfluss, trocken	Im N trocken, im S gemäßigt trocken, schwacher Abfluss	Wassermangel, kein Abfluss	Wassermangel, kein Abfluss	gemäßigt trocken, schwacher Abfluss

Flussläufe	Nur kleinere Dinnyés-Kajtor Kanal., Sárosd-Wasser, Baracsi-ér, Nagykarácson-Gartenkanal, Dunakömlöd-Hauptkanal. Lók- Wasser, Gewässer von Tinód, Klausenburger Kanal	vorübergehende: Hauptkanal Paks-Faddi., Csámpa, Foker Kanal., Flusslauf bei Györkönyi, Éri-Bach	Sárvíz-Kanal, Nádor-Malom- Kanal	Donau, Vadas-Kanal, Sákör- Kanal, Donautalhauptkanal	Donau, Dunakömlöd- Hauptkanal, Donautalhauptkanal	Donau, Paks-Fadd- Hauptkanal, Sió, Kleine Donau-kanal, Szekszárd-Báta Hauptkanal
Seen	16 natürliche Seen (mit 100 ha Oberfläche), 11 Reservoirs (420 ha), 11 Fischteiche (975 ha)	Fünf kleine Seen(19 ha)	12 Seen, 5 natürliche (21 ha), 4 Fischteiche (213 ha)	27 in der Regel salzhältige Seen(294 ha), 2 Fischteiche (27 ha)	13 Seen(2544 ha)	36stehende Gewässer, davon 26 tote Flussarme
Überschwemmungsgebiet, Binnengewässer	106,7 km ² Überschwemmungsgebiet	3,7 km ² Überschwemmungsgebiet	250 km ² Überschwemmungsgebiet	-	-	Überschwemmungsgebiet der Donau
Grundwasser	Tiefe unter Lössschichten 4-6 m, sonst 2-4 m, Menge nirgendwo beträchtlich, Charakter in erster Linie Kalzium-Magnesium- Hydrogen-Karbonate, Härtegrad 15-25 nko	In höheren Bereichen 4-6 m, sonst 2-4 m, Menge erreicht nur an den Rändern 1 l/s.km ² , Kalzium-Magnesium- Hydrogen-Karbonate, Härtegrad 25-35 nko	Tiefe im N erreicht kein 2 m, im S 2-4 m, Menge 1-3 l/s.km ² , Kalzium-Magnesium- Hydrogen-Karbonate, Härtegrad 15-25 nko	Tiefe im allgemeinen 2-4 m, Menge beträchtlich (3-5 l/s.km ²), Kalzium-Magnesium- Hydrogen-Karbonate, Härtegrad 15-25 nko	Durchschnittliche Tiefe 2-4m, im O über 2 m, Menge beträchtlich (3-5 l/s.km ²), Kalzium-Magnesium- Hydrogen-Karbonate, Härtegrad 25-35 nko	überall 2-4 m tief, Menge unerheblich (5 l/s.km ²), hauptsächlich Kalzium- Magnesium-Hydrogen- Karbonate, Härtegrad 25-35 nko
Schichtgewässer	Menge erreicht nicht 1 l/s.km ² -t, viele artesische Brunnen, 50-200 m tief, 200 l/p Wasser, hoher Eisengehalt, hart	Menge erreicht nicht 1 l/s.km ² -t, Wasserertrag wechselnd, hoher Eisengehalt, hart	Menge erreicht nicht 1 l/s.km ² -t, Tiefe der artesischen Brunnen erricht selten 100 m-t, geringer Ertrag	Menge 1-1,5 l/s.km ² , durchschnittliche Tiefe der artesischen Brunnen über 100 m Ertrag 200 l/p, hoher Eisengehalt, hart	Menge 1-1,5 l/s.km ² , viele artesische Brunnen,, Tiefe im Durchschnitt 100 m, Ertrag 200 l/p, hoher Eisengehalt, hart	Menge 1-1,5 l/s.km ² , viele artesische Brunnen,, Tiefe im Durchschnitt über 100 m, Ertrag dafür 100 l/p
Ausnutzungsgrad unterirdischen und oberirdischen Geässer	theoretisch 40 %, der Brunnen bei 100 %	40 %, der Brunnen bei 80 %	40 %, der Brunnen um 80 %	Oberirdisch 40%, unterirdisch 20%	Oberirdisch 40%, unterirdisch 20%	oberirdisch über 40 %, der Brunnen über 80 %
Flora						
Flora	Alföld (Eupannonicum) Flora und Mezöföld (Colocense) Flora	Alföld (Eupannonicum) Flora und Mezöföld (Colocense) Flora	Alföld (Eupannonicum) Flora und Mezöföld (Colocense) Flora	Alföld (Eupannonicum) Flora und Mezöföld (Colocense) Flora	Alföld (Eupannonicum) Flora und Mezöföld (Colocense) Flora	Alföld (Eupannonicum) Flora und Mezöföld (Colocense) Flora
Wichtigere Wälder	Eichenarten	Eichenarten	Eichenarten	Eichenarten	Eichenarten	Eichenarten

Waldwirtschaft	jung und mittel alter, größtenteils Laubwald mit weichen und harten Blättern, zum geringeren teil Tannenwald (Fließwachstum im Jahr 3,0 - 3,7 m3/ha)	jung und mittel alter, in erster Linie hartblättriger, geringfügiger weichblättriger Wald (Fließwachstum im Jahr 3,7 - 4,5 m3/ha)	jung und mittel alter, in erster Linie hartblättriger, geringfügiger weichblättriger Wald und Tannenwald (Fließwachstum im Jahr 3,0 - 4,5 m3/ha)	in erster Linie hartblättriger, geringfügiger weichblättriger Wald unerheblichen Ausmaßes (Fließwachstum im Jahr unter 3,0 m3/ha)	in erster Linie hartblättriger, geringfügiger weichblättriger Wald unerheblichen Ausmaßes ((Fließwachstum im Jahr unter 3,0 m3/ha)	jung und mittel alter weichblättriger Laubwald und Tannenwald (Fließwachstum im Jahr unter 3,0 m3/hat)
Landwirtschaft	Charakteristisch Weizen (30-50 q/ha), Mais (30-60 q/ha), Siomais (120-250 q/ha), Paradeiser (100-200 q/ha), Pfirsich (20-40 q/ha)	Charakteristisch Weizen (25-30 q/ha), Mais (30-50 q/ha), Silomais (150-250 q/ha)	Charakteristisch Weizen (20-30 q/ha), Mais (25-35 q/ha), Silomais (150-200 q/ha)	Charakteristisch Weizen (20-35 q/ha), Roggens (15-25 q/ha), Mais (30-50 q/ha), Luzerne (45-60 q/ha), Róben (400-700 q/ha)	Charakteristisch Weizen (20-35 q/ha), Gerste (20-35 q/ha), Mais (30-50 q/ha), (40-70 q/ha), Zwiebel (75-125 q/ha)	Charakteristisch Weizen (20-35 q/ha), Gerste (20-35 q/ha), Mais (20-50 q/ha), Zwiebel (50-125 q/ha) Paradeiser (100-250 q/ha), Marille (15-40 q/ha)

(Quelle: Kataster der ungarischen Mikrolandschaften, hg. Institut für Geographie der ungarischen Akademie der Wissenschaften/Hg.: Dr. Marosi S. - Dr. Somogyi S.)

4.2. Charakterisierung der Radioaktivität der Umgebung

4.2.1. Regulativer Hintergrund

Die internationale Praxis erachtet im Falle des Betriebes eines Atomkraftwerkes eine laufende Kontrolle der Umgebung hinsichtlich des Strahlenschutzes für unerlässlich. Dementsprechend wurde bereits in der Phase der Planung und des Baus des Atomkraftwerkes in Paks auch in Ungarn seitens der Regierung und der Regierungsbehörden entsprechende Maßnahmen bezüglich des Strahlenschutzes der Bevölkerung und der Umwelt im Zusammenhang mit dem Betrieb eines Atomkraftwerkes getroffen. Anbetracht der Tatsache dass die Kontrolle der Emission von radioaktivem Material, die Kontrolle des Strahlenschutzes der Umgebung, die Auswertung der so erhaltenen Ergebnisse von den jeweils gültigen Rechtsvorschriften, Verordnungen, Beschlüssen, externen und internen Regeln reguliert werden, wird im folgenden der in den vergangenen dreißig Jahren maßgebliche rechtliche Hintergrund – gemeinsam mit den wichtigsten in diesem Zusammenhang zu erwähnenden Rechtsvorschriften – kurz zusammengefasst.

Mit Beschluss 3296/1976 vom 17. VI. verfügte der Ministerrat die Zuständigkeitsverteilung der unterschiedlichen Fachministerien und präziserte schließlich mit der Verordnung 10/1987 vom 2. II. die Aufgaben der Behörden bzw. regelte auch die Kompetenzverteilung neu. Unter anderen ist hier festgehalten: Die "Koordinierung der Umweltschutzmaßnahmen im Zusammenhang mit dem Atomkraftwerk ... und den dem Atomkraftwerk entstammenden radioaktiven Stoffen ist Aufgabe des Vorsitzenden des Landesrats für Natur- und Umweltschutz – OKTT, die Initiierung von komplexen Umweltschutzkontrollen jene des Präsidenten des Landesbüros für Natur- und Umweltschutz – OKHT."

Das Gesetz I. aus dem Jahr 1980 über die Atomenergie schrieb die Voraussetzungen der Nutzung der Atomenergie fest, die Verantwortlichkeiten derer, die ein Atomkraftwerk betreiben, regelte die Art und Weise der Bestimmung der Menge der in die Umwelt emittierbaren radioaktiven Stoffe sowie deren Kontrollbedingungen. Die Ministerratsverordnung 12/1980 vom 5. IV. schließlich legte die Durchführungsbestimmungen, die einzelnen Aufgaben der Fachministerien fest.

Die Beilage der Verordnung 4/1979 vom 29. V. über die gesundheitspolitischen Bestimmungen im Zusammenhang mit dem Atomkraftwerk des Gesundheitsministeriums führte umweltschützerisch-gesundheitlichen Bedingungen im Detail aus und schrieb hier vor: "Eine Messung und Auswertung der aus natürlichen und künstlichen radioaktiven Isotopen resultierenden Strahlenbelastung der in der Umgebung des Kraftwerkes lebenden Bevölkerung hat noch vor dessen Inbetriebnahme zu erfolgen."

4.2.2. Ergebnisse der Untersuchungen bezüglich des Grundpegels

Noch vor dem Bau des AKW Paks bzw. noch vor der Inbetriebnahme von Block 1 erfolgten zum Zwecke der Ausmessung der Strahlendosisleistung der Umgebung und der Konzentration radioaktiver Isotopen in den unterschiedlichsten Trägerstoffen – also zum Zweck der Bestimmung des sog. Grundpegels – über Jahre hinaus sehr breit angelegte Untersuchungen [2], [3], [4.I.] (siehe Literaturverzeichnis). Diese radiometrischen Untersuchungen wurden weiters von anderen Messungen ergänzt: der meteorologischen Merkmale, der hydrologischen Charakteristika der Donau, über die Art und Weise der landwirtschaftlichen Tätigkeit, die Verteilung der Bevölkerung, deren Gesundheitszustand, Ernährungsgewohnheiten usw. [4.III.]. Das gemeinsame Ziel dieser Untersuchungen war es, dass man im Zuge der Inbetriebnahme des AKW die aus dem laufenden Betrieb resultierende Strahlenmehrbelastung der Bevölkerung – als wichtigste Aufgabe und wichtigstes Ziel der Umweltkontrolle – so weit wie möglich präzise feststellen kann [4.II.], [5], [6], [7], [9], [10].

Tabelle 4.2. fasst die Ergebnisse der im Umkreis des AKW Paks in den Jahren 1981 bis 1982 durchgeführten Untersuchungen zur Erfassung dieses Grundpegels [4.IV.] zusammen – in erster Linie bezüglich der künstlichen und der aus dem Atomkraftwerk emittierten Radionuklide. Die Proben aus Boden und Gras sowie die Dosismessungen erfolgte auf den damals bereits zum Teil ausgebauten Umweltkontrollstationen, die Grundwasserentnahme erfolgte in der Betriebsstätte selbst, während die anderen Proben (Milch, Fische, Donausedimente) aus einem dreißig Kilometer Umkreis des AKW stammten. Die Untersuchungsmethoden entsprachen größtenteils den in Zukunft anzuwendenden Umweltkontrollen des Kraftwerkes, ja ein Großteil dieser Kontrollen wurde sogar schon vom zukünftigen Laboratorium des Kraftwerkes ausgeführt. Die so

gewonnenen Daten können damit von den Ergebnissen der Proben, die einem größeren Gebiet, mehreren Punkte oder einem längeren Zeitraum entnommen sind, abweichen, dennoch können diese Daten für einen späteren Vergleich sehr zielführend eingesetzt werden.

Da seit der Festlegung des Grundpegels vor der Inbetriebnahme des Kraftwerkes inzwischen zwei Jahrzehnte vergangen sind, muss der Aktivitätsrückgang der Radionuklide gemäß Halbwertszeit auf jeden Fall in Betracht gezogen werden. Unter den bedeutendsten Radionukliden beträgt dieser heutige Wert bei ^3H – abgesehen vom eventuellen Nachschub und von anderen Eventualitäten – ein Viertel des Wertes von 1980, im Falle von ^{90}Sr und von (Vor-Tschernobyl) ^{137}Cs ungefähr sechzig Prozent.

In der zwanzigjährigen nuklearen Umweltkontrolle des AKW Paks ist es zur Durchführung mehrerer solcher Untersuchungen gekommen, die zum Zeitpunkt der Ermittlung des Grundpegels noch nicht oder nicht oder eben nur stark eingeschränkt in anderen Regionen des Landes durchgeführt worden sind. In anderen Fällen ist es zu einer wesentlichen Verbesserung der Untersuchungstechnik gekommen bzw. wurde diese Methode auch in Paks heimisch – womit auch die Ergebnisse sicherer wurden.

Als Anspruch ergab sich daraus, dass gewisse Umweltmedien (Grundwasser, Tiefenschichten der Böden) bzw. bezüglich einiger, möglicherweise aus dem Kraftwerk entweichenden einzelner Radionuklide ebenfalls einen maßgeblichen "Grundpegel" im Bereich der Betriebsstätte erhalten sollen. Anbetracht der Tatsache, dass die Festlegung dieser Werte neben einem bereits in Betrieb befindlichen Kraftwerk erfolgen, wurden diese nicht als Grundpegel, sondern als sog. Bezugsebenen definiert.

In seinem Beschluss Nr. RE-2553, mit dem er Beschluss RE-2537 (Beilage 1, Punkt 42) novellierte, hielt das OAH NBI bezüglich des Abschlusses der Regelmäßigen Sicherheitsüberprüfung (IBF) der Blöcke 3 und 4 von Paks fest:

Die Hintergrunddaten müssen bezüglich der Siedlung komplettiert werden, in erster Linie mittels Alfa- sowie detaillierteren Gammaskpektrometrie-Messungen, weiters – wo es einen Mangel gibt – bei den Gesamtbetauntersuchungen für ^{90}Sr , ^3H , ^{14}C . Zur Realisierung dieser Ergänzungen sowie für die weiteren, berechtigten regelmäßigen Kontrollen der ergänzten Hintergrunddaten muss der Behörde ein Vorschlag unterbreitet werden.

Die von der AKW Paks AG als Vorschlag eingereichte Studie als auch später das detaillierte Untersuchungsprogramm wurde – nach einigen Veränderungen – von der Behörde angenommen. Sie verordnete schließlich deren Umsetzung mit Anfang 2002. Diese Untersuchungen fanden ihren Abschluss an Probennahmestellen, wo mit großer Wahrscheinlichkeit keine aus dem Kraftwerk emittierten Radionuklide gelangt waren. Die Entnahme der atmosphärischen Proben geschah in einer in Dunaföldvár installierten, als Kontrolle zu erachtenden Probeentnahmestelle mit dem Zeichen B24 (hierher weht der Wind aus Richtung Kraftwerk am seltensten und im Gefolge der Entfernung ist auch die Verdünnung beträchtlich), bei der Festlegung der Stelle für die Tiefenbodenprobenentnahmen und bei der Musterentnahme des Grundwassers wurde – neben anderen Gesichtspunkten – in erster Linie die Strömung des Grundwassers berücksichtigt. Das Programm kam mit Beendigung 2004 praktisch zu einem Abschluss, die Tabelle 4.3. fasst seine Ergebnisse zusammen.

Tabelle 4.2.: Charakteristische Radioaktivitätskonzentrationswerte in der Umwelt, in der Milch, im Fischfleisch im Bereich des AKW Paks in den Jahren 1980 bis 1982 – Grunddaten (Durchschnittswerte und typische Extremwerte in Klammern angeführt)

Umweltkomponenten (Ort)	Maßeinheit	Aktivitätskonzentration						
		³ H (HTO)	¹⁴ C (Kohlenwasserstoff)	⁹⁰ Sr		¹³⁷ Cs	¹³⁷ Cs 1986	⁴⁰ K
Luftproben (Aerosol, andere) (A1-A7)	Bq/m ³	—	—	—	(<10) •10 ⁻⁶	(<10) •10 ⁻⁶	(10 ⁻⁵ –1,2)	—
Ausfall (A1-A7)	Bq/m ² •Monat	.	.	.	—	—	(1–2100)	.
Boden (0-5 cm) (A1-A7)	Bq/kg (Trockenstoff)	.	.	1,5 (0,1–7)	<1 (<1)	4,0 (1,0–14)	21 (13–31)	340 (240–670)
Gras (A1-A8)	Bq/kg (Trockenstoff)	.	.	4,3 (0,1–18)	<1 (<1)	<2,7 (1–5)	130 (17–530)	620 (120–2110)
Donauwasser (V1)	Bq/l	7,2 (5–10)	—	4,0 (1,2–6) •10 ⁻³	—	3,0 (0,6–5,6) •10 ⁻³	(10 ⁻³ –0,5)	0,9 (0,02–0,17)
Donausedimente	Bq/kg (Trockenstoff)	.	.	1,3 (0,3–4)	—	5,7 (0,6–12)	390 (13–1320)	420 (300–700)
Grundwasser (im Bereich des Kraftwerkes)	Bq/l	7,6 (5–16)	—	5 (<0,7–10) •10 ⁻³	—	2,2 (<0,7–4,1) •10 ⁻³	<0,002 (<0,002)	0,26 (0,08–0,48)
Milch	Bq/l	.	.	.	—	—	(0,1–25)	—
Fisch	Bq/kg	.	.	.	—	<1 (<1)	—	—
Dosisleistung	nGY/h	—	—	—	(<10) •10 ⁻⁶	(<10) •10 ⁻⁶	(10 ⁻⁵ –1,2)	—

"_": Studien dieser Art nicht ausgeführt (nicht bewertet)

Tabelle 4.3.: Charakteristische Radioaktivitätskonzentrationswerte im Bereich des AKW Paks in den Jahren 1996 bis 2004 – Bezugsdaten (Durchschnittswerte und typische Extremwerte in Klammern angeführt)

Umweltkomponenten (Ort)	Maßeinheit	Aktivitätskonzentration					
		³ H (HTO)	¹⁴ C (Kohlendioxid)	¹⁴ C (Kohlenwasserstoff)	⁹⁰ Sr	⁵⁴ Mn, ⁶⁰ Co, ^{110m} Ag ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	Transurane
Luftproben (Aerosol, andere) (B24)	Bq/m ³	20 (0,7-76. 10 ⁻³)	44 (43-46).10 ⁻³	0,5 (1-1,4).10 ⁻³	16 (<1,9-26).10 ⁻⁶	-	-
Boden (1 – 8 m) (Meteor. Turm)	Bq/kg (Trockenmasse)	-	-	-	<0,39 (<1,11-0,39)	0,7 (<0,1-<0,7)	<0,01 (<0,01)
Boden (Betriebsbereich, 0-3 cm an der Oberfläche)	Bq/kg (Trockenmasse)	-	-	-	<0,30 (<0,10-0,66)	⁵⁴ Mn, ^{110m} Ag, ¹³⁴ Cs: (<0,09- <0,068) ⁶⁰ Co: <1,6 (<0,08-6,3) ¹³⁷ Cs: 4,8 (<0,08-15,0)	²⁴³ Am, ²³⁸ Pu, ²⁴² Cm, ²⁴⁴ Cm: (>0,01) ²³⁹ Pu: (<0,01-0,08) ²⁴¹ Am (<0,01-0,06)
Grundwasser (T58, T205, T32)	Bq/l	3,1 (1,4-5,4)	(Karbonat) (6,9-13,8).10 ⁻³	-	<0,33 (<0,12-0,33).10 ⁻³	<11 (<4-<11).10 ⁻³	.1<0,1 (<0,1-0,1).10 ⁻³

"-": Studien dieser Art nicht ausgeführt (nicht bewertet)

Bezüglich der Ergebnisse der Untersuchungen zum Basisniveau bzw. zum Bezugsniveau kann zusammenfassend festgestellt werden:

- Die sich über Jahre erstreckenden Untersuchungen haben – den Erfordernissen des gegebenen Zeitraumes entsprechend – ausreichend Daten bereitgestellt, um das Basisniveau bzw. das Bezugsniveau festzulegen.
- Der natürliche Radionuklidgehalt des Bodens – obwohl dies vom Standpunkt eines späteren Betriebs irrelevant ist – entspricht dem Bodentyps, d.h. die Werte in den in der Umgebung des Kraftwerks häufigeren Sandböden sind die Werte geringer, in den Humusböden höher (charakteristische Daten für den Sandboden: U-Reihe und Th-Reihe 10-15 Bq/kg, ⁴⁰K 250-300 Bq/kg in der Trockenmasse, während in den Humusböden die entsprechenden Konzentrationen um das anderthalbfache höher sind).
- Dem folgt auch die Gammastrahlungsdosisleistung der Umgebung: über den Sandböden 60 ± 7 , an allen Stationen 67 ± 8 nGy/h gemessen nach der im Umweltkontrolllabor angewandten Thermoluminiszenzdosismessung (TL) (wobei 30 nGy/h der kosmischen Strahlung zuzurechnen sind). Natürlich wird es zielführend sein, im weiteren die gemessenen Werte immer mit dem Basisniveau der gegebenen Stelle zu vergleichen. (Bezüglich der Dosismessung der Umgebung gehört angemerkt, dass die frühere Messeinheit [nGy/h] in der Zwischenzeit laut Gesetz von der Definition "Umweltdosisgleichwert" und dessen Messeinheit [nSV/h] abgelöst worden ist, was bei denselben Verhältnissen einen zahlenmäßigen Anstieg von fast zehn Prozent bedeutet.)
- Aus dem – globalen – fall-out von vor 1963 ist heute nur ⁹⁰Sr und ¹³⁷Cs in den Boden-, Pflanzen und Wasserproben geblieben, in einem territorial sehr unterschiedlichem Verhältnis. Die ³H-Aktivitätskonzentration der Donau bzw. die ³H-, ¹⁴C- und ⁸⁵Kr-Aktivitätskonzentration in der Luft kann an allen Punkten des Landes als gleich angesetzt werden.
- Aus dem fall-out von Tschernobyl kann ein größenmäßiger Unterschied in einzelnen Landesteilen beobachtet werden. Der Raum Paks wie auch die Landesmitte gehört zu den am geringsten verschmutzten Teilen. Das ¹³⁷Cs-fall-out war hier 1,5-2 kBq/m³, das ⁹⁰Sr-fall-out ist ungefähr mit einem Zehntel anzusetzen (letzterer ist so gering, dass er neben dem globalen Beitrag signifikant kaum ausgewiesen werden kann). Viele andere Spaltprodukte des fall-outs vom Mai 1986 sind inzwischen wegen der geringen Halbwertszeit nicht mehr ausweisbar.
- Andere, Gammastrahlungsspaltprodukte oder sog. Korrosionsprodukte können weder in den Untersuchungen zum Basisniveau noch zum Bezugsniveau anhand der Feststellbarkeitsgrenze ausgewiesen

werden. Dies bedeutet, dass ihr eventuell späteres Auftreten – wenn man andere Ursachen ausschließen kann – dem Betrieb des AKW Paks zuzuschreiben werden sein müssen.

Bezüglich der Vergleiche zu den Basisniveaus als auch zu den Bezugsniveaus muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass bei einer Bewertung der aktuellen Messproben, für den Entscheid der Anzahl der Radionuklide nicht nur der Vergleich der beiden Daten eine Rolle spielt. Bei einer in Betrieb befindlichen nuklearen Einrichtung – dem AKW Paks – sind auch die Emissionsdaten, die meteorologischen und hydrologischen Merkmale, die Berechnungen und Analysen zur Ausbreitung, die Zusammensetzung der Radionuklide und andere Messungen in betracht zu ziehen, aber auch die Kenntnis über einen eingetretenen Störfall usw. Im Falle des Verdachts auf Emissionen kann der Vergleich mit Daten anderer Einrichtungen, Labors, ein nationaler wie internationaler Datenaustausch wertvolle Hinweise liefern.

4.3.2. Klimatische Verhältnisse, meteorologische Charakteristika

Bei der Analyse der Luftqualität einer Region reicht es nicht aus, über die Emissionen genauestens Bescheid zu wissen, es müssen auch die Möglichkeiten des Transports und der Ausbreitung des Verschmutzungsmaterials bekannt sein. Die Ausbreitung wird von mehreren Faktoren gemeinsam beeinflusst, von denen im besonderen die meteorologischen Gegebenheiten, die topographischen und baulichen Gegebenheiten sowie die Flora des gegebenen Gebietes hervorgekehrt gehören.

Bei der Charakterisierung der klimatischen Zustände sind wir bestrebt sowohl die regionalen als auch die lokalen Merkmale aufzubereiten. Die Ergebnisse der regionalen Messpunkte des Meteorologischen Landesdienstes – OMSZ – wurden in diese Studie ebenso eingearbeitet wie die uns zur Zeit zur Verfügung stehenden Informationen der im Rahmen des Programms zur Charakterisierung der Betriebsstätte aufgestellten neuen Messpunkte, die in erster Linie die lokalen Verhältnisse aufzeigen sollen [8].

Bereits in den Jahren vor der Inbetriebnahme des AKW wurden im Bereich des Kraftwerkes Messstellen zur Messung der meteorologischen Parameter aufgestellt, vorerst nur provisorisch, dann ständig. Diese Messungen hatten zweierlei Ziele: einerseits Informationen zu bieten für die Berechnung der möglichen Ausbreitung des verschmutzenden Materials, andererseits die Auswirkungen des Kraftwerkes auf das Mikroklima zu verfolgen (Unter den meteorologischen Charakteristika legen die Wind- und Niederschlagsbedingungen die Ausbreitung in Umwelt und Atmosphäre fest, Temperatur und Feuchtigkeit sind wiederum zur Bestimmung und Bewertung der Wärmebelastung notwendig.)

4.3.2.1. Regionale klimatische Verhältnisse

Das Gebiet Ungarns gehört zum Bereich des leicht feuchten Kontinentalklimas, das man trotz der relativen kleinen Flächenausmaße klimatisch dennoch in vier Hauptzonen einteilen kann. Grundlage für diese Gliederung ist seitens der beeinflussenden Faktoren die Topographie, die Sonnenbestrahlung, die Luftzirkulation und die geographische Breite bzw. deren aller Ergebnisse, deren charakteristisches Elementkomplexität. Die vier Hauptzonen im genauen:

- Große Ungarische Tiefebene
- Kleine Ungarische Tiefebene
- Transdanubien
- Nördliches Gebirgsland

Das untersuchte Gebiet des Kraftwerks Paks gehört in die Zone Große Ungarische Tiefebene-Mezőföld, dessen Hauptcharakteristika sich wie folgt darstellen: Erste Hauptzone ist die **Große Ungarische Tiefebene** und das mit ihr zusammenhängende **Mezőföld**. Hauptcharakteristikum dieser Zone ist deren Kontinentalität, hier wurden die höchsten Jahres- und Tageserwärmungen festgestellt, und hier zeigt sich auch sowohl im Durchschnitt als auch in der Mehrzahl der Fälle die stärkste Abkühlung. Deshalb ergeben sich hier sowohl im Tages- als auch im Jahresbezug auch die Maximalwerte bezüglich von Temperaturschwankungen, aber auch bei allen anderen Indices, die die Kontinentalität meteorologisch prägen.

Das Klima entspricht dem typischen Mikroklima eines Flachlandes, ist sehr einförmig, zeigt auch zonal kaum Veränderungen, die klimatischen Verhältnisse am Rand gehen langsam, schrittweise ineinander über. Die erste Hauptzone erhält sowohl zeit- als auch energiemäßig die meiste Einstrahlung, aber hier ist wiederum sowohl im Laufe eines Tages als auch eines Jahres der Energieverlust des Bodens durch Abstrahlung auch am höchsten.

Frost im späten Frühjahr oder im frühen Herbst ist hier recht häufig. Die Hauptluftströmung ist Nord. Die Niederschlagsverhältnisse sind über deren Unsicherheit hinausgehend auch nicht recht bescheiden.

4.3.2.2. Lokale Charakteristika

Das Klima von Paks und der unmittelbaren Umgebung der Stadt ist warm, trocken, den Bedingungen eines Flachlandes entsprechend, die häufigste Windrichtung ist Nordwest.

Die klimatischen Bedingungen des engeren Gebietes wurde von meteorologischen Stationen aufgezeichnet, die auf der Betriebsstätte installiert sind. Die ersten Daten wurden noch von einer provisorischen Messstelle aufgenommen, die die OMSZ – der Landesdienst für Meteorologie – sechs Jahre lang, zwischen 1967 und 1972 in der Ortschaft Csampapuszta betrieb. Die Auswertungen erfolgten internationalen Maßstäben entsprechend mit Geräten, die dem internationale Standard entsprachen, dreimal täglich um 7, 13 und 19 Uhr. Einige meteorologischen Parameter (z. B. Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und im Sommerhalbjahr die Niederschlagsmenge) wurden laufend registriert. Die Hauptstation Paks des Landesdienstes für Meteorologie – OMSZ – wurde 1979 eingerichtet, den Meteorologischen Weltnormen entsprechend. Die Beobachtungen geschahen im Normalfall jede Stunde und erstreckten sich auf folgende Parameter:

- Windgeschwindigkeit, Windrichtung
- Lufttemperatur
- Bodentemperatur zwischen zwei bis zweihundert cm
- Luftfeuchtigkeit
- Luftdruck
- Niederschlag
- Sonnenscheindauer
- Menge und Höhe der Wolken
- Sichtentfernung
- Dicke der Schneedecke
- Andere meteorologische Erscheinungen
- Zeitdauer der Erscheinungen

Wenn es bei irgendeinem wichtigen meteorologischen Parameter plötzlich zu einer größeren Veränderung kommt oder im Fall einer Betriebsstörung des Kraftwerkes, erfolgen die Datenaufnahmen entsprechend der Situation öfter. Im Betreibebereich des AKW Paks ist auch ein 120 Meter Hoher meteorologischer Turm in Betrieb. Die meteorologischen Parameter werden auf den drei Etagen des Turms (20, 50 und 120 Meter), die bodennahen Daten in der meteorologischen Messstation gemessen.

Aus den Daten dieser Geräte können folgenden sekundären Mengen berechnet werden:

- Gradient und Profil der Lufttemperatur
- Gradient und Profil der Windgeschwindigkeit
- Fluktuation der Windgeschwindigkeit
- Fluktuation der Windrichtung
- Fluktuation der vertikalen Windgeschwindigkeit

Die Betriebsstätte des AKW Paks wird damit von einem warmen, trockenen, kontinentalen, für Ebenen charakteristischen Klima charakterisiert, womit die hohen Schwankungen im Bereich der Lufttemperatur und des Niederschlags und die häufigen Veränderungen der klimatischen Elemente nicht überraschend kommen.

Die Betriebsstätte ist **eine der trockensten Regionen des Landes**, die im Niederschlagsschatten des Bakony- und des nördlichen Mittelgebirges liegt. **Im landesweiten Durchschnitt liegt es an der Grenze zu jenem Gebiet, das die meiste Sonneneinstrahlung erhält**, aber dementsprechend hoch ist auch der **Verlust durch die Abstrahlung**. Es ist durch starke Erwärmung untertags und starke Abkühlung in der Nacht gekennzeichnet, Die **Hauptwindrichtung auf der Betriebsstätte ist Nordwest**.

Die charakteristischsten – und die für die geplante Tätigkeit wichtigsten – meteorologischen Datenreihen bezüglich des Mesoklimas werden in Punkt 2.1. der Beilage angeführt.

Windgeschwindigkeit, Windrichtungen

Gemäß den Messdaten der meteorologischen Station Paks kann festgestellt werden, dass die geringeren Windgeschwindigkeiten (0-3,3 m/sec), die zu einer schlechteren Verdünnung führen, am häufigsten auftreten und in der Regel in eine Richtung auftreten, die parallel zur Donau verläuft (S, SO, N, NW). Bei höheren Windgeschwindigkeiten sind N-, NW-Winde die häufigsten.

Bezüglich von Paks werden die Daten zu Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Pasquillschen Stabilitätskategorien zwischen 1997 und 2003 in Beilage 2.2. angeführt.

Zur Bewertung der starken maximalen Windstöße wurden neben den Daten der meteorologischen Hauptstation Paks auch jene weiterer vier Referenzstationen aufgearbeitet. Demgemäss sind die statistisch prognostizierbaren, alle 10.000 Jahre wiederkehrenden Werte wie folgt, die auf die Messdaten des Kraftwerkes bezogen festgestellt wurden:

Windstöße max. m/s	Paks	Baja	Kecskemét	Szeged	Szarvas
Zu erwartende Werte ± SD	50,4±7,4	39,5±3,3	46,1±5,6	50,6±3,5	77,1±10,5

Zur Untersuchung der Datenreihe von Szarvas ist es gekommen, weil in diesem Ort der größte jemals in Ungarn aufgetretene Windstoß gemessen worden ist: am 3. August 1988 mit 44,4 m/s. Die Windgeschwindigkeit des auf der meteorologischen Station in Paks je gemessenen stärksten Windstoß in Höhe des Windmessgerätes betrug 31,6 m/s.

Stabilitätsverhältnisse

Der wichtigste Parameter für die Stabilität der Atmosphäre ist die vertikale Veränderung der Lufttemperatur. Die vertikale Schichtung wird vom Verhältnis der Insolation (Sonnenbestrahlung) und der Erdatstrahlung sowie der Windgeschwindigkeit bestimmt. Einer normalen Schichtung der Atmosphäre entspricht jener Zustand, wenn die Lufttemperatur alle einhundert Meter nach oben um 0,65 Grad C fällt und der Gradient der adiabatischen Temperatur dem neutralen Gleichgewicht der Luftteilchen entspricht (-1,0 Grad C/100 Meter). Im Falle labiler Verhältnisse ist das Ausmaß des Temperaturabfalls höher (z. B. bei stärkerem Sonnenschein oder geringen Windgeschwindigkeiten.) Bei stabiler Schichtung ist der Abfall geringer und der Temperaturgradient weist in eine andere Richtung (Inversion).

Die Verdünnung der Luftverschmutzung geht bei labilen Verhältnissen schneller voran, bei stabiler Schichtung langsamer. Die atmosphärischen Zustände werden vom Gesichtspunkt der Stabilität in Kategorien eingeteilt. Für die Umweltschutzberechnungen bei Atomkraftwerken hat sich in der internationalen Praxis die Kategorisierung nach Pasquill verbreitet, und diese wird auch von der IAEA empfohlen. (In der ungarischen Praxis geschieht die Bemessung der atmosphärischen Schichtung nach einer anderen Kategorie.)

Windgeschwindigkeit, Windrichtung und die Wahrscheinlichkeit atmosphärischer Schichtungstypen

Zur Berechnung der Verbreitung radioaktiven Materials in der Atmosphäre ist die Angabe der gemeinsamen Häufigkeit der drei oben genannten Faktoren notwendig. In Ermangelung direkter Messungen ist diese Aufgabe nur vereinfachend zu lösen – ausgehend von der Erfahrung, dass bei höheren Windgeschwindigkeiten das Vorkommen neutraler Schichtungstypen wahrscheinlicher ist, während stabile oder instabile Schichtungen eher bei geringeren Windgeschwindigkeiten anzunehmen sind.