

3.1. Strahlungsquellen bei Normalbetrieb und ihre Eigenschaften

Die Strahlenwirkung der Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 gilt als zusätzliche Belastung, die vom bestehenden Kernkraftwerk verursacht wird.

In diesem Abschnitt wird der Normalbetrieb behandelt, die Strahlenwirkung des Kernkraftwerks bei Störfällen wird in Abschnitt 3.5 beschrieben.

Während des Betriebs eines Kernkraftwerks ist die Entstehung von gasförmigen, festen und flüssigen Produkten, die radioaktive Elemente enthalten, unvermeidlich.

Als Strahlungsquellen im Primärkreislauf des Kraftwerksblocks gelten:

- Zerfallsprodukte des Kernbrennstoffes;
- Korrosionsprodukte in Werkstoffen der Konstruktionen;
- Aktivierungsprodukte.

Unter normalen Betriebsbedingungen einer Reaktoranlage führt jede Freisetzung von Elementen aus der Brennstabhülle oder eine teilweise Zerstörung dieser Hülle zum Eindringen einer gewissen Menge von Spaltprodukten ins Primärkühlmittel.

Kleine Mengen von radioaktiven Produkten können auch durch die Neutronenaktivierung von Werkstoffen der Konstruktionen ins Primärkühlmittel gelangen. Die Erosions- und Korrosionsprozesse der Aktivierungsprodukte tragen zum Eindringen dieser Stoffe ins Primärkühlmittel bei.

Als besonders wichtiger Bestandteil dieser Aktivierungsprodukte gilt Tritium, das sich im Primärkühlmittel befindet.

Die Freisetzung von Tritium aus dem Wasser des Primärkreislaufs ist in folgenden Fällen möglich:

- bei kontrollierbaren Leckagen;
- bei Ableitung des Wassers des Primärkreislaufs in die Abwasserbehälter des Primärkreislaufs.

Tritium ³H ist ein radioaktives Isotop des Wasserstoffs mit einer Halbwertszeit von 12,34 Jahren. In Reaktoren der Kernkraftwerke mit einem WWER (Wasser-Wasser-Energie-Reaktor) wird Tritium in folgenden Fällen gebildet:

- unmittelbar bei der Kernspaltung des Brennstoffs als ein Produkt der Dreifachspaltung;
- infolge der Wechselwirkung von Neutronen mit Kernen von Deuterium, das im Primärkühlmittel in Form D2O enthalten ist;
- infolge der unterschiedlichen Reaktionen schneller Neutronen mit Werkstoffen der Konstruktionen des Reaktorkerns;
- infolge der Aktivierung von Borsäure im Primärkühlmittel.

Darüber hinaus führen Aktivierungsprozesse in der Luft in unmittelbarer Nähe des Reaktorbehälters zur Bildung geringer Mengen von radioaktiven gasförmigen Partikeln, einschließlich der Verdampfung von Tritiumwasser und Edelgasen.

In den nachfolgenden Abschnitten wird eine potentielle Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umwelt behandelt.

Die gelösten Spalt- und Aktivierungsprodukte werden durch Ionentauschprozesse aus dem Kühlmittel entfernt, wodurch kontaminierte Ionenaustauscherharze in den Anlagen für spezielle Wasseraufbereitung entstehen. Durch den regelmäßigen Ersatz dieser Harze entstehen sowohl flüssige als auch feste radioaktive Abfälle.

Der Handhabungsvorgang an radioaktiven Medien in den Anlagen für spezielle Wasseraufbereitung, die sich im Spezialgebäude befinden, führt zur Bildung radioaktiver Abfälle aller drei Formen.

Zulässige Leckagen des Kühlmittels aus dem Dampferzeuger des Primärkreislaufes in den Sekundärkreislauf führen zur Bildung von radioaktiv belastetem Wasser in diesem Kreislauf.

Gase, die sich im Primärkreislauf während des Betriebs ansammeln, werden abgeleitet. Dadurch entsteht ein Strom von gasförmigen Freisetzungen. Luftemissionen können auch durch den Abzug der flüchtigen Ausdünstungen des Primärkühlmittels, die durch kleine Leckagen bzw. durch kontrollierbare und nichtkontrollierbare Lecks verursacht sind, entstehen.

Inv.Nr.	Anstatt Inv.Nr.								Bl.
	Unterschrift / Datum								
		Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum	43-814.203.004.OE.13.03	68

Solche Emissionen enthalten in der Regel Tritiumwasserdampf, Edelgase, Aerosole und sonstige gasförmige Partikel.

Während der alljährlichen Abschaltung des Reaktors wird eine Druckentlastung der Kühlsysteme durchgeführt, dabei wird der Reaktordeckel abgenommen, ein Teil der Brennelemente entnommen und in das Abklingbecken zur Lagerung gebracht. Der restliche Teil der Brennelemente wird zwecks Aufrechterhaltung der optimalen Neutronenflussdichte umgruppiert, und in den Reaktorkern wird frischer Brennstoff geladen. Neben der Entnahme des verbrauchten Brennstoffs kann auch die Brennstoffumladung zur erhöhten Emission bzw. Freisetzung von flüssigen radioaktiven Abfällen aus dem Abklingbecken, aus dem Revisionschacht des Apparats und aus dem Revisionschacht des Schutzrohrblocks führen. Diese Abfälle sind in ihren Eigenschaften den Abfällen ähnlich, die aus dem Primärkühlmittel freigesetzt werden.

Darüber hinaus gelten Reparatur- und Wartungsarbeiten, die während des Stillstands des Reaktors durchgeführt werden, ebenfalls als Quellen von unterschiedlichen radioaktiven Abfällen, die infolge der Öffnung und Reparatur der Ausrüstungen entstehen. Einzelne Bestandteile des Primärkreislaufs, die durch Neutronenbestrahlung kontaminiert wurden, sowie die Elemente der Ausrüstungen des Reaktorbereiches und Spezialgebäudes, die der radioaktiven Kontamination ausgesetzt wurden, können ersetzt werden, wodurch zusätzliche feste radioaktive Abfälle entstehen.

Prinzipdarstellungen der Ausbreitung der Radioaktivität außerhalb des Kraftwerksblocks und Spezialgebäudes sind in Abbildungen 3.1 und 3.2 angeführt.

Anzahl Inv.-Nr.							43-814.203.004.OE.13.03	Bl.
								69
Unterschrift / Datum								
Inv.-Nr.	Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum		

Abb. 3.1 – Prinzipdarstellung zur potentiellen Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Luft bei Normalbetrieb des Kraftwerksblocks (Hauptgebäude)

ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ I КОНТУРА	PRIMÄRKÜHLMITTEL
ВЫХОД АКТИВНОСТИ ИЗ ГЦК С ПРОДУВОЧНОЙ ВОДОЙ	AKTIVITÄTSFREISETZUNG AUS DEM HAUPTKREISLAUF DURCH ABSCHLÄMMWASSER
СВО-2	ANLAGE DER SPEZIALWASSERAUFBEREITUNG 2
ДЕАЭРАТОРПРОДУВКИ-ПОДПИТКИ	ZUSPEISEENTGASER
СИСТЕМА СЖИГАНИЯ ВОДОРОДА	WASSERSTOFFVERBRENNUNGSSYSTEM
СГО	GASREINIGUNGSSYSTEM
ГАЗОАЭРОЗОЛЬНЫЕ ВЫБРОСЫ ВАТМОСФЕРУ	GAS- UND AEROSOLEMISSIONEN
ВЫХОД АКТИВНОСТИ ИЗ ГЦК С НЕОРГАНИЗОВАННЫМИ ПРОТЕЧКАМИ	AKTIVITÄTSFREISETZUNG AUS DEM HAUPTKREISLAUF DURCH UNKONTROLLIERBARE LECKAGEN
ПОСТУПЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ В ВОЗДУХ ПОМЕЩЕНИЯ	AKTIVITÄTSFREISETZUNG IN DIE RAUMLUFT
СИСТЕМЫ СПЕЦВЕНТИЛЯЦИИ	SPEZIALLÜFTUNGSSYSTEME
ВЕНТТРУБА РЕАКТОРНОГО ОТДЕЛЕНИЯ	LÜFTUNGSKANAL DES REAKTORBEREICHES
ВЫХОД АКТИВНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЙ ПРОТЕЧКАМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ВО ВТОРОЙ КОНТУР	AKTIVITÄTSFREISETZUNG , VERURSACHT DURCH DIE LECKAGEN IN DEN SEKUNDÄRKREISLAUF
ТРУБОПРОВОДЫ ОСТРОГО ПАРА	HEISSDAMPFROHRLEITUNGEN
ТУРБИНА	TURBINE
КОНДЕНСАТОРНАЯ УСТАНОВКА	KONDENSATORANLAGE
ВЫХОД АКТИВНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЙ ПРОТЕЧКАМИ ЧЕРЕЗ НЕПЛОТНОСТИ ТЕПЛООБМЕННИКА САОЗ ВРЕМЯ РАСХОЛАЖИВАНИЯ	AKTIVITÄTSFREISETZUNG , VERURSACHT DURCH UNDICHTIGKEITEN DES WÄRMETAUSCHERS DES NOTKÜHLSYSTEMS DES REAKTORKERNS WÄHREND DER ABKÜHLZEIT
ТЕПЛООБМЕННИК САОЗ	WÄRMETAUSCHER DES NOTKÜHLSYSTEMS DES REAKTORKERNS
СИСТЕМА ТЕХВОДОСНАБЖЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ РЕАКТОРНОГО	PROZESSWASSERVERSORGUNG DER WICHTIGSTEN VERBRAUCHER DES REAKTORBEREICHES
БРЫЗГАЛЬНЫЙ БАССЕЙН	SPRÜHDÜSENANLAGE
СБРОС АКТИВНОСТИ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ЗА СЧЕТ КАПЕЛЬНОГО УНОСА И ИСПАРЕНИЙ	AKTIVITÄTSFREISETZUNG IN DIE UMWELT, VERURSACHT DURCH DEN TROPFENMITRISS UND DURCH DIE VERDUNSTUNG

Anstalt Inv.Nr.

Unterschrift / Datum

In

Bl.

	Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum		70

A4-Format

43-814.203.004.OE.13.03_Rev.3

78

Abb. 3.2 –Prinzipdarstellung zur potentiellen Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Luft bei Normalbetrieb des Kraftwerksblocks (Spezialgebäude)

ПОСТУПЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ИЗ ГЛАВНОГО КОРПУСА В СПЕЦКОРПУС	AKTIVITÄTSFREISETZUNG AUS DEM HAUPTGEBÄUDE IN S SPEZIALGEBÄUDE
ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ (СВО-2)	FILTERMATERIALIEN (ANLAGE DER SPEZIALWASSERREINIGUNG 2)
С Трапными водами (НА СВО-3)	MIT GULLYABWÄSSER (ANLAGE DER SPEZIALWASSERREINIGUNG 3)
С ВОДОЙ БАССЕЙНА ВЫДЕРЖКИ ОТРАБОТАННОГО ТОПЛИВА (НА СВО-4)	MIT WASSER AUS DEM ABKLINGBECKEN FÜR ABGEBRANNTEN BRENNSTOFF (ANLAGE DER SPEZIALWASSERAUFBEREITUNG 4)
С ПРОДУВОЧНОЙ ВОДОЙ ПГ (НА СВО-5)	MIT ABSCHLÄMMWASSER DES DAMPFERZEUGERS (ANLAGE DER SPEZIALWASSERAUFBEREITUNG 5)
С БОРОСОДЕРЖАЩИМИ ВОДАМИ (НА СВО-6)	MIT BORWASSER (ANLAGE DER SPEZIALWASSERREINIGUNG 6)
С ВОДАМИ СПЕЦПРАЧЕЧНОЙ И ДУШЕВЫХ (НА СВО-7)	MIT DEM ABWASSER AUS SPEZIALWASCHANLAGEN UND HAUSABWASSER (ANLAGE DER SPEZIALWASSERAUFBEREITUNG 7)
СБРОС ДЕБАЛАНСНЫХ ВОД СВО-7 В БРЫЗГАЛЬНЫЙ БАССЕЙН	EINLEITUNG VON WASSERRÜCKSTÄNDEN AUS DER ANLAGE DER SPEZIALWASSERAUFBEREITUNG 7 IN DIE SPRÜHDÜSENANLAGE
ОБОРУДОВАНИЕ СПЕЦКОРПУСА	ANLAGEN DES SPEZIALGEBÄUDES
НЕОРГАНИЗОВАННЫЕ ПРОТЕЧКИ ОБОРУДОВАНИЯ СПЕЦКОРПУСА, СОДЕРЖАЩЕГО Р/А СРЕДЫ	NICHTKONTROLLIERBARE LECKAGEN IN DEN ANLAGEN DES SPEZIALGEBÄUDES, DIE RADIOAKTIVE MEDIEN ENTHALTEN
БРЫЗГАЛЬНЫЙ БАССЕЙН	SPRÜHDÜSENANLAGE
ГАЗОАЭРОЗОЛЬНЫЙ ВЫБРОС В АТМОСФЕРУ	GAS- UND AEROSOLEMISSIONEN
ПОСТУПЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ В ВОЗДУХ ПОМЕЩЕНИЙ	AKTIVITÄTSFREISETZUNG IN DIE RAUMLUFT
СБРОС АКТИВНОСТИ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ЗА СЧЕТ КАПЕЛЬНОГО УНОСА И ИСПАРЕНИЯ	AKTIVITÄTSFREISETZUNG IN DIE UMWELT, VERURSACHT DURCH TROPFENMITRISS UND DURCH DIE VERDUNSTUNG
ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ ТРУБА СПЕЦКОРПУСА	LÜFTUNGSKANAL DES SPEZIALGEBÄUDES

Anstalt Inv.Nr.

Unterschrift / Datum

Inv.Nr.

								Bl.
	Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum	43-814.203.004.OE.13.03	71

A4-Format

3.1.1. Radioaktive Emissionsquellen bei Normalbetrieb. Emissionsmengen und Zusammensetzung

Als Hauptquellen der radioaktiven Emissionen bei Normalbetrieb gelten:

- Lüftungskanäle des Reaktorbereiches und Spezialgebäudes, bei einer Freisetzung in Höhe von 100 m;
- Ejektoren des Turboaggregats mit einer bei einer Freisetzung in Höhe von 0,0 m.

Edelgase reagieren nicht mit anderen Stoffen und werden von Organen des Menschen nicht aufgenommen, weshalb sie einer separaten Gruppe zugeordnet werden. Radioaktive Edelgase stellen bei der äußeren Bestrahlung in einer Gaswolke sowie beim Einatmen eine Gefahr dar.

Die Aktivität von Jod-Isotopen ist relativ hoch. Jod-Isotope werden von der Schilddrüse aufgenommen und gespeichert, wodurch die gefährlichsten Strahlendosen im Vergleich zur Belastung sonstiger Körperorgane durch andere radioaktive Stoffe verursacht werden.

Jod hat eine große Wirkung auf den gesamten Körper. Als kritische Bevölkerungsgruppe in Bezug auf die Strahlenbelastung der Schilddrüse durch radioaktives Jod gelten die Kinder. Jod wird über die Luft sowie Lebensmittel und Wasser in den Körper aufgenommen.

Die Aerosole enthalten langlebige Radionuklide mit einer Halbwertszeit $T_{1/2}$ von über 3 Stunden und kurzlebige Radionuklide mit einer Halbwertszeit $T_{1/2}$ von weniger als 3 Stunden. Die Halbwertszeit bestimmt die Dauer und somit die Dosis der potentiellen Strahlenbelastung der Organe des Menschen. Die Aufnahme der radioaktiven Aerosole erfolgt durch Luft, Wasser und Lebensmittel.

Tritium kann über den Magen-Darm-Trakt in den Körper gelangen. Unabhängig vom Eintrittsweg wird Tritium gleichmäßig in allen Organen und Geweben verteilt. Das in den Körper eingetretene Tritium existiert in Form von zwei getrennten Verbindungen, und zwar, als freies Wasser und als organisch gebundenes Tritium. Die effektive Halbwertszeit bei der Ausleitung des Tritiums aus freiem Körperwasser beträgt 9,7 Tage.

Der normgerechte Wert der radioaktiven Emissionen wird durch folgende notwendige technische Lösungen gewährleistet, die bei der Planung mitberücksichtigt wurden:

- Auswahl der Anlagen und des Verfahrensplans;
- Verfügbarkeit über Normalbetriebssysteme und Notanlagen;
- besondere Maßnahmen beim Umgang mit radioaktiven Stoffen;
- Luftreinigungs- und Luftabsaugungsplan, der grundsätzlich durch folgende Maßnahmen gewährleistet wird:

- die Abluft mit radioaktiven Isotopen wird mit Hilfe von Aerosol- und Jodfiltern gereinigt;
- die Reinigung von technischen Abgasen erfolgt mit Hilfe von Filtern, bei denen der größte Teil von radioaktiven Xenon- und Krypton-Isotopen zerfällt;
- der Luftauswurf aus den Räumlichkeiten des aktiven Kontrollbereiches im Apparatehaus und Spezialgebäude erfolgt kontrolliert über 100 m hohe Lüftungskanäle, die die notwendige Zerstreung der ausgeworfenen Radionuklide in der Atmosphärenluft bis unterhalb des zulässigen Konzentrationsgrenzwerts ermöglichen;
- Einrichtung der sanitären Schutzzone.

In der aus den Lüftungskanälen abgeführten Luft wird kontinuierlich der Gehalt an radioaktiven Gasen kontrolliert.

Darüber hinaus ist eine Kontrolle der Konzentration von radioaktiven Aerosolen vor und nach den Filteranlagen der Lüftungssysteme vorgesehen.

Die Angaben zur Menge und Nuklidzusammensetzung der Freisetzungen aus Lüftungskanälen eines Kraftwerksblocks sowie die Gesamtemission aus Lüftungskanälen des Kernkraftwerks Khmel'nitsky unter Berücksichtigung der Inbetriebnahme der Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 (insgesamt für vier Kraftwerksblöcke) sind in der Tabelle 3.2 [6] aufgeführt. Die Angaben zur Menge und Nuklidzusammensetzung der Freisetzungen aus den Ejektoren des Turbinenkondensators eines Kraftwerksblocks sowie die Gesamtemission aus den Ejektoren der Turboaggregate im Kernkraftwerk Khmel'nitsky sind unter Berücksichtigung der Inbetriebnahme der Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 (insgesamt für vier Kraftwerksblöcke) in der Tabelle 3.3 [6] aufgeführt.

Anstalt Inv.Nr.							Bl.
	/						
Unterschrift Datum							72
	/						
Inv.Nr.	Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum	43-814.203.004.OE.13.03

Die voraussichtliche Betriebsdauer der Kraftwerksblöcke beträgt 45 Jahre.

Tabelle 3.2 – Jahresdurchschnittliche Freisetzung von Radionukliden aus Lüftungskanälen des Kernkraftwerks

Isotop	Halbwertszeit	Freisetzung aus einem Kernkraftwerksblock in Ci/Tag	Freisetzung aus einem Kernkraftwerksblock in Bq/Tag	Gesamtemission des Kernkraftwerks Khmelnitsky in Ci/Tag	Gesamtemission des Kernkraftwerks Khmelnitsky in Bq/Tag
Tritium	12,33 Jahre	8,07E-02	2,99E+09	3,22E-01	1,20E+10
Stickstoff-16	7,13 s	5,34E-01	1,98E+10	2,14E+00	7,92E+10
Stickstoff-17	4,17 s	7,43E-05	2,75E+06	2,98E-04	1,10E+07
Natrium-24	14,97 Std.	8,33E-08	3,08E+03	3,34E-07	1,23E+04
Argon-41	1,82 Std.	2,62E-01	9,69E+09	1,05E+00	3,88E+10
Kalium-42	12,36 Std.	2,51E-06	9,29E+04	1,00E-05	3,72E+05
Chrom-51	27,7 Tage	1,68E-08	6,22E+02	6,72E-08	2,48E+03
Mangan-54	312,2 Tage	4,15E-10	1,54E+01	1,66E-09	6,16E+01
Eisen-55	2,68 Jahre	5,86E-10	2,17E+01	2,34E-09	8,68E+01
Mangan-56	2,58 Std.	1,96E-08	7,25E+02	7,84E-08	2,90E+03
Kobalt-58	70,9 Tage	1,49E-09	5,51E+01	5,96E-09	2,20E+02
Eisen-59	44,5 Tage	2,48E-10	9,18E+00	9,92E-10	3,68E+01
Kobalt-60	5,27 Jahre	1,17E-09	4,33E+01	4,68E-09	1,73E+02
Selen-83m	70 s	3,92E-09	1,45E+02	1,57E-08	5,80E+02
Selen-83	22,4 min	6,88E-09	2,55E+02	2,76E-08	1,02E+03
Brom-83	2,39 Std.	8,34E-07	3,09E+04	3,34E-06	1,24E+05
Krypton-83m	1,83 Std.	6,67E-01	2,47E+10	2,66E+00	9,88E+10
Selen-84	3,2 min	2,38E-08	8,81E+02	9,52E-08	3,52E+03
Brom-84	31,8 min	7,04E-07	2,60E+04	2,82E-06	1,04E+05
Selen-85	31,7 s	5,27E-09	1,95E+02	2,10E-08	7,80E+02
Brom-85	2,9 min	1,38E-09	5,11E+01	5,52E-09	2,04E+02
Krypton-85m	4,48 Std.	7,51E+00	2,78E+11	3,00E+01	1,11E+12
Krypton-85	10,72 Jahre	9,49E-01	3,51E+10	3,80E+00	1,40E+11
Selen-87	5,8 s	1,65E-09	6,11E+01	6,60E-09	2,44E+02
Brom-87	55,7 s	6,72E-08	2,49E+03	2,68E-07	9,96E+03
Krypton-87	76,3 min	1,11E+00	4,11E+10	4,44E+00	1,64E+11
Brom-88	16,6 s	1,09E-08	4,03E+02	4,36E-08	1,61E+03
Krypton-88	2,84 Std.	8,60E+00	3,18E+11	3,44E+01	1,27E+12
Rubidium-88	17,8 min	1,99E-02	7,36E+08	7,96E-02	2,94E+09
Brom-89	4,4 s	3,08E-09	1,14E+02	1,23E-08	4,56E+02
Krypton-89	3,18 min	1,59E-02	5,88E+08	6,36E-02	2,36E+09
Rubidium-89	15,4 min	6,31E-05	2,33E+06	2,52E-04	9,32E+06
Brom-90	1,92 s	8,41E-10	3,11E+01	3,36E-09	1,24E+02
Krypton-90	32,3 s	1,52E-03	5,62E+07	6,08E-03	2,24E+08
Rubidium-90m	4,3 min	1,93E-07	7,14E+03	7,72E-07	2,86E+04
Rubidium-90	2,7 min	1,02E-03	3,77E+07	4,08E-03	1,51E+08
Strontium-90	29,2 Jahre	6,09E-11	2,25E+00	2,44E-10	9,00E+00
Yttrium-90	64,26 Std.	1,03E-11	3,81E-01	4,12E-11	1,52E+00
Krypton-91	8,6 s	2,06E-04	7,62E+06	8,24E-04	3,04E+07
Rubidium-91	58,4 s	1,16E-07	4,29E+03	4,64E-07	1,72E+04

Anstatt Inv.Nr.

Unterschrift / Datum

Inv.Nr.

Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum

43-814.203.004.OE.13.03

Bl.

73

Isotop	Halbwertszeit	Freisetzung aus einem Kernkraftwerks block in Ci/Tag	Freisetzung aus einem Kernkraftwerks block in Bq/Tag	Gesamtemission des Kernkraftwerks Khmelitsky in Ci/Tag	Gesamtemission des Kernkraftwerks Khmelitsky in Bq/Tag
Strontium-91	9,63 Std.	1,94E-07	7,18E+03	7,76E-07	2,88E+04
Yttrium-91m	49,71 min	1,94E-08	7,18E+02	7,76E-08	2,88E+03
Yttrium-91	58,51 Tage	5,72E-09	2,12E+02	2,28E-08	8,48E+02
Rubidium-92	4,5 s	5,96E-09	2,21E+02	2,38E-08	8,84E+02
Strontium-92	2,71 Std.	6,60E-09	2,44E+02	2,64E-08	9,76E+02
Yttrium-92	3,54 Std.	5,28E-09	1,95E+02	2,12E-08	7,80E+02
Rubidium-93	5,85 s	6,68E-09	2,47E+02	2,68E-08	9,88E+02
Strontium-93	7,41 min	5,80E-08	2,15E+03	2,32E-07	8,60E+03
Yttrium-93m	0,82 s	2,26E-08	8,36E+02	9,04E-08	3,34E+03
Yttrium-93	10,2 Std.	2,78E-09	1,03E+02	1,11E-08	4,12E+02
Rubidium-94	2,7 s	1,25E-09	4,63E+01	5,00E-09	1,85E+02
Strontium-94	75,3 Std.	5,53E-07	2,05E+04	2,22E-06	8,20E+04
Yttrium-94	18,7 min	2,58E-07	9,55E+03	1,03E-06	3,82E+04
Strontium-95	23,8 s	1,72E-08	6,36E+02	6,88E-08	2,54E+03
Yttrium-95	10,3 min	5,20E-08	1,92E+03	2,08E-07	7,68E+03
Zirkonium-95	64,02 Tage	1,19E-07	4,40E+03	4,76E-07	1,76E+04
Niobium-95m	3,61 Tage	2,01E-11	7,44E-01	8,04E-11	2,98E+00
Niobium-95	34,98 Tage	2,34E-09	8,66E+01	9,36E-09	3,46E+02
Zirkonium-97	16,9 Std.	2,90E-08	1,07E+03	1,16E-07	4,28E+03
Niobium-97m	1 min	3,29E-08	1,22E+03	1,32E-07	4,88E+03
Niobium-97	72 min	1,03E-07	3,81E+03	4,12E-07	1,52E+04
Niobium-99	15 s	8,00E-10	2,96E+01	3,20E-09	1,18E+02
Molybdän-99	66,02 Std.	1,47E-10	5,44E+00	5,88E-10	2,18E+01
Niobium-101	7,1 s	7,61E-09	2,82E+02	3,04E-08	1,13E+03
Molybdän-101	14,6 min	1,76E-07	6,51E+03	7,04E-07	2,60E+04
Technetium-101	14,2 min	2,46E-07	9,10E+03	9,84E-07	3,64E+04
Molybdän-102	11,3 min	1,38E-07	5,11E+03	5,52E-07	2,04E+04
Technetium-102	5,28 s	1,36E-07	5,03E+03	5,44E-07	2,02E+04
Molybdän-103	67,5 s	3,52E-08	1,30E+03	1,41E-07	5,20E+03
Technetium-103	54,2 s	6,14E-08	2,27E+03	2,46E-07	9,08E+03
Ruthenium-103	39,25 Tage	5,13E-10	1,90E+01	2,06E-09	7,60E+01
Rhodium -103m	56,114 min	4,68E-08	1,73E+03	1,87E-07	6,92E+03
Molybdän-104	60 s	1,72E-08	6,36E+02	6,88E-08	2,54E+03
Technetium-104	18,3 min	5,96E-08	2,21E+03	2,38E-07	8,84E+03
Molybdän-105	30,0 s	5,04E-09	1,86E+02	2,02E-08	7,44E+02
Technetium-105	7,6 min	3,42E-08	1,27E+03	1,37E-07	5,08E+03
Ruthenium-105	4,44 Std.	6,38E-09	2,36E+02	2,56E-08	9,44E+02
Rhodium-105m	45 s	3,48E-09	1,29E+02	1,39E-08	5,16E+02
Rhodium-105	35,36 Std.	9,45E-10	3,50E+01	3,78E-09	1,40E+02
Technetium-106	36 s	2,64E-09	9,77E+01	1,06E-08	3,90E+02
Ruthenium-106	371,6 Tage	2,55E-11	9,44E-01	1,02E-10	3,78E+00
Rhodium-106	30 s	4,18E-10	1,55E+01	1,67E-09	6,20E+01

Anstatt Inv.Nr.	Unterschrift / Datum	Inv.Nr.	Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum	43-814.203.004.OE.13.03	Bl.	74

Isotop	Halbwertszeit	Freisetzung aus einem Kernkraftwerks block in Ci/Tag	Freisetzung aus einem Kernkraftwerks block in Bq/Tag	Gesamtemission des Kernkraftwerks Khmelnitsky in Ci/Tag	Gesamtemission des Kernkraftwerks Khmelnitsky in Bq/Tag
Antimon-129	4,4 Std.	3,13E-09	1,16E+02	1,25E-08	4,64E+02
Tellur-129m	33,6 Tage	3,88E-11	1,44E+00	1,55E-10	5,76E+00
Tellur-129	69,6 min	1,31E-08	4,85E+02	5,24E-08	1,94E+03
Zinn-130	3,7 min	2,36E-08	8,73E+02	9,44E-08	3,50E+03
Antimon-130m	40 min	1,31E-08	4,85E+02	5,24E-08	1,94E+03
Antimon-130	6,5 min	4,40E-08	1,63E+03	1,76E-07	6,52E+03
Zinn-131	39 s	6,64E-09	2,46E+02	2,66E-08	9,84E+02
Antimon-131	23,03 min	7,37E-08	2,73E+03	2,94E-07	1,09E+04
Tellur-131m	30 Std.	4,76E-10	1,76E+01	1,90E-09	7,04E+01
Tellur-131	25 min	8,84E-08	3,27E+03	3,54E-07	1,31E+04
Jod-131	8,01 Tage	4,77E-05	1,76E+06	1,91E-04	7,04E+06
Xenon-131m	11,97 Tage	2,07E+00	7,66E+10	8,28E+00	3,06E+11
Zinn-132	40 s	4,02E-09	1,49E+02	1,61E-08	5,96E+02
Antimon-132m	2,8 min	3,13E-09	1,16E+02	1,25E-08	4,64E+02
Antimon-132	4,2 min	6,74E-08	2,49E+03	2,70E-07	9,96E+03
Tellur-132	78,6 Std.	2,20E-09	8,14E+01	8,80E-09	3,26E+02
Jod-132	2,30 Std.	8,54E-05	3,16E+06	3,42E-04	1,26E+07
Antimon-133	2,7 min	6,01E-08	2,22E+03	2,40E-07	8,88E+03
Tellur-133m	55,4 min	5,98E-08	2,21E+03	2,40E-07	8,84E+03
Tellur-133	12,4 min	1,59E-07	5,88E+03	6,36E-07	2,36E+04
Jod-133	20,9 Std.	9,51E-05	3,52E+06	3,80E-04	1,41E+07
Xenon-133m	2,19 Tage	3,82E-04	1,41E+07	1,53E-03	5,64E+07
Xenon-133	5,25 Tage	1,24E+02	4,59E+12	4,96E+02	1,84E+13
Cäsium-134	2,06 Jahre	1,05E-06	3,89E+04	4,20E-06	1,56E+05
Antimon-134	0,85 s	3,95E-10	1,46E+01	1,58E-09	5,84E+01
Tellur-134	41,8 min	1,38E-07	5,11E+03	5,52E-07	2,04E+04
Jod-134	52,6 min	4,63E-05	1,71E+06	1,85E-04	6,84E+06
Jod-135	6,61 Std.	7,13E-05	2,64E+06	2,86E-04	1,06E+07
Xenon-135m	15,65 min	9,88E-02	3,66E+09	3,96E-01	1,46E+10
Xenon-135	9,1 Std.	1,17E+01	4,33E+11	4,68E+01	1,73E+12
Jod-137	24,5 s	2,78E-07	1,03E+04	1,11E-06	4,12E+04
Xenon-137	3,82 min	8,51E-03	3,15E+08	3,40E-02	1,26E+09
Barium-137m	2,552 min	2,56E-06	9,47E+04	1,02E-05	3,78E+05
Jod-138	6,41 s	8,39E-08	3,10E+03	3,36E-07	1,24E+04
Xenon-138	14,08 min	9,89E-02	3,66E+09	3,96E-01	1,46E+10
Cäsium-138	32,2 min	3,56E-05	1,32E+06	1,42E-04	5,28E+06
Jod-139	2,29 s	9,51E-09	3,52E+02	3,80E-08	1,41E+03
Xenon-139	39,68 s	1,54E-03	5,70E+07	6,16E-03	2,28E+08
Cäsium-139	9,27 min	2,42E-06	8,95E+04	9,68E-06	3,58E+05
Barium-139	83,04 min	5,61E-07	2,08E+04	2,24E-06	8,32E+04
Xenon-140	13,6 s	2,98E-04	1,10E+07	1,19E-03	4,40E+07
Cäsium-140	63,7 s	5,29E-07	1,96E+04	2,12E-06	7,84E+04

Inv.Nr.	Ansatt Inv.Nr.
	Unterschrift/ Datum

Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum	43-814.203.004.OE.13.03

Radionuklid	Freisetzung aus einem Kernkraftwerks block in Ci/Tag	Freisetzung aus einem Kernkraftwerksblock in Bq/Tag	Gesamtemission des Kernkraftwerks Khmelnitsky in Ci/Tag	Gesamtemission des Kernkraftwerks Khmelnitsky in Bq/Tag
Jod-132	1,35E-05	4,99E+05	5,40E-05	2,00E+06
Jod-133	2,53E-05	9,36E+05	1,01E-04	3,74E+06
Xenon-133	8,16E-01	3,02E+10	3,26E+00	1,21E+11
Jod-134	4,59E-06	1,70E+05	1,84E-05	6,80E+05
Jod-135	1,60E-05	5,92E+05	6,40E-05	2,36E+06
Xenon-135m	3,08E-02	1,14E+09	1,23E-01	4,56E+09
Xenon-135	1,74E-01	6,44E+09	6,96E-01	2,58E+10
Radioaktive Edelgase	1,38E+00	5,11E+10	5,52E+00	2,05E+11
Jod	7,04E-05	2,60E+06	2,82E-04	1,04E+07

Die in Tab. 3.2 und Tab. 3.3 aufgeführten Werte sind vorläufig und werden im vorläufigen Bericht über die Sicherheitsanalyse der Kernkraftwerksblöcke unter Berücksichtigung der verfeinerten Daten und Merkmale detailliert behandelt.

3.1.2. Quellen der radioaktiven Freisetzungen bei Normalbetrieb

Als Quellen der radioaktiven Freisetzungen bei Normalbetrieb und bei Auslegungstörfällen der Kraftwerksblöcke Nr.3 und 4 und des Spezialgebäudes gelten:

- radioaktive Freisetzungen in die Sprühdüsenanlagen über die Prozesswasseraufbereitungssysteme der Gruppe A;
- Regenerationsabwasser der Blockentsalzungsanlage;
- Duschabwasser aus der Hygieneschleuse;
- Abwasser aus den Becken der Spezialwäscherei, Anlagen der Spezialwasseraufbereitung und Werkstätten des Spezialgebäudes;
- Abwasser aus Laboren, Abwasser nach der Dekontaminierung von Geräten und Räumlichkeiten;
- Abwasser aus letzten Spülungen der Spezialwäschereien;
- Wasserrückstände.

Die Kontaminierung des Prozesswassers der Gruppe A ist nur infolge des Eindringens von Radionukliden durch die Leckage des Primärkühlmittels im Wärmetauscher des Notkühlsystems des Reaktorkerns bei der planmäßigen Abkühlung des Kraftwerksblocks, im Falle einer Undichtheiten in den Rohren des Wärmetauschers, bei einem Überdruck im Primärkreislauf gegenüber dem Druck im Prozesswasserversorgungssystem möglich. Die Leckage wird mit 1 kg/h angenommen.

Bei der Berechnung der Aktivitätsakkumulation bei der planmäßigen Abkühlung des Reaktors wird angenommen, dass die Abkühlung zwei Mal pro Jahr durchgeführt wird. Die Aktivitätsabnahme, die durch Tropfenmitriss bzw. durch Verdunstung verursacht ist, wird bei der konservativen Abschätzung nicht berücksichtigt. Das Wasservolumen in der Sprühdüsenanlage beträgt 23,65 Tausend m³.

Die spezifische Aktivität des Primärkreislaufs nimmt vor der Wasser-Wasser-Kaltstellung durch den mehrfachen Wechsel des Wassers im Kreislauf mit Reinigung in der Anlage der Spezialwasseraufbereitung 2 ab und beträgt max. 2·10⁻⁵ Ku/dm³.

Der Wärmetauscher des Notkühlsystems des Reaktorkerns muss auf Aktivität des Prozesswassers geprüft werden. Bei der Kontaminierung des Prozesswassers, das für wichtige Verbraucher bestimmt ist, muss der Wärmetauscher des Notkühlsystems des Reaktorkerns für Primärkreislauf und Prozesswasser abgeschaltet werden.

Bei einem vollständigen unfallbedingten Rohrbruch im Wärmetauscher im Notkühlsystem des Reaktorkerns ist es möglich, dass aktives Wasser 5 Minuten lang ins Prozesswasseraufbereitungssystem läuft, bis automatische Absperrrichtungen den Austritt des Wassers des Primärkreislaufs aus dem Wärmetauscher stoppen.

In dieser Zeit gelangen bei beidseitigem Abfließen aus dem Rohr des Wärmetauschers ca. 10 m³ Wasser mit der Aktivität des Primärkreislaufs in die Sprühdüsenanlage. Das Verdünnungsverhältnis beträgt dabei:

Anstatt Inv.Nr.
Unterschrift / Datum
Inv.Nr.

Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum	43-814.203.004.OE.13.03	Bl.
							77

$$K_{\text{verdün.}} = (23,65 \cdot 10^3) / 10 = 2365$$

Die Gesamtaktivität des Wassers in der Sprühdüsenanlage beträgt nach der Verdünnung $1,1 \cdot 10^3 \text{ Ku/dm}^3$.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, dass bei einem Rohrbruch im Wärmetauscher im Notkühlsystem des Reaktorkerns die spezifische Aktivität von ^{131}I in der Sprühdüsenanlage den Wert von $7,9 \cdot 10^{-9} \text{ Ku/dm}^3$ betragen kann. Um die Aktivität des Wassers bis auf max. zulässige Aktivitätskonzentration im Trinkwasser zu verringern, ist in diesem Fall eine Abklingzeit von 31 Tagen erforderlich.

Für jeden Kraftwerksblock sind drei unabhängige Kanäle, über die die Kühlung der Verbraucher erfolgt, vorgesehen. Tritt die Aktivität in einem der Kanäle hinter dem Wärmetauscher des Notkühlsystems des Reaktorkerns auf, wird dieser Kanal abgesperrt. Zwei weitere Kanäle bleiben in Betrieb. Der abgesperrte Kühlkanal wird auf die Reservesprühdüsenanlage umgeleitet, und das Wasser aus der kontaminierten Sprühdüsenanlage wird in speziellen Anlagen gereinigt. Die Wasserdichtigkeit der Sprühdüsenanlagen wird durch die Stahlbetonverkleidung mit mit Gummi abgedichteten Fugen und einer Folienabschirmung mit einem kontrollierten Drainageablass erreicht.

Die Aktivität von ^{131}I , die in die Sprühdüsenanlage während der Trennung des vom Notfall betroffenen Wärmetauschers gelangt, beträgt $0,15 \text{ Ku}$.

Regenerationsabwasser der Blockentsalzungsanlage

Beim Betrieb der Blockentsalzungsanlage werden an den Filtern Korrosionsprodukte, die im Sekundärkreislauf entstehen, sowie Härtebildner, die infolge der Ansaugung in die Turbinencondensatoren gelangen, abgelagert.

Als Grenzwerte, bei denen der Betrieb des Kraftwerksblocks möglich ist, ist der Wert der zulässigen Leckage des Dampfgenerators in Höhe von $5 \text{ dm}^3/\text{h}$ bzw. die gesamte spezifische Aktivität des Wassers des Dampfgenerators (^{131}I -Gehalt) in Höhe von $5 \cdot 10^{-9} \text{ Ku/dm}^3$ oder $9,25 \cdot 10^5 \text{ Bq/m}^3$ festgelegt. Auf diese Weise ist es möglich, dass radioaktive Stoffe in den Sekundärkreislauf gelangen und sich an den Filtern der Blockentsalzungsanlage ablagern.

Der Hauptteil der Korrosionsprodukte wird von einem Elektromagnetfilter aufgefangen und durch regelmäßige auflockernde Spülungen entfernt. Lösbare Stoffe, darunter auch radioaktive Stoffe, die sich an den Ionenaustauscherharzen der Mischbettfilter ansammeln, werden während der regelmäßigen Filterregenerationen entfernt.

Bei Normalbetrieb wird das Regenerationsabwasser von der Blockentsalzungsanlage in die Aufnahme- und Strahlenüberwachungsbehälter eingeleitet, die sich neben dem kombinierten Zusatzgebäude befinden. Bei Nichtvorhandensein der radioaktiven Stoffe nach gegenseitiger Neutralisierung des sauren und alkalischen Wassers wird das Regenerationsabwasser der Blockentsalzungsanlage, wie auch das Regenerationsabwasser nach der chemischen Wasseraufbereitung, ins Abkühlbecken geleitet.

Wird im Regenerationsabwasser der Blockentsalzungsanlage Aktivität festgestellt, bei der die Einleitung des Abwassers nicht zulässig ist (Kontrollstufe $2 \cdot 10^{10} \text{ Ci/dm}^3$ oder $7,4 \cdot 10^3 \text{ Bq/m}^3$), wird alkalisches Regenerationsabwasser in die Abklingbecken eingeleitet, da die Radioaktivität dieses Abwassers durch das Isotop Cs-137 bestimmt wird. Saures Wasser muss bei Vorhandensein der Aktivität ins System der Schmutzwasseraufbereitung im Spezialgebäude eingeleitet werden.

Die Einleitung des Regenerationsabwassers zur Neutralisierung und weiter ins Abkühlbecken erfolgt mit einer speziellen Genehmigung. Die Strahlenüberwachung in den Behältern erfolgt durch regelmäßige Probeentnahmen und die anschließende Auswertung der Messergebnisse im Labor.

Die durchschnittliche von der Blockentsalzungsanlage stammende Abwassermenge während des Betriebs von zwei Kraftwerksblöcken beträgt $45\,500 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ [30]. Somit wird die voraussichtliche Menge des Abwassers, das ins Abkühlbecken nach der Inbetriebnahme der Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 eingeleitet wird, im Durchschnitt ca. $91\,000 \text{ m}^3/\text{Jahr}$ betragen.

Duschabwasser

Das Duschabwasser aus der Hygieneschleuse, Abwasser aus den Becken der Spezialwäscherei, der Anlagen der Spezialwasseraufbereitung und Werkstätten des Spezialgebäudes, Abwasser aus Laboren sowie aus den letzten Spülungen der Spezialwäschereien werden in zwei Strahlenschutzüberwachungstanks eingeleitet, die sich im Sanitärbereich des Spezialgebäudes befinden. Das Volumen jedes Überwachungstanks beträgt 40 m^3 . Das Abwasser aus den Überwachungstanks wird ins Hausabwassersystem des aktiven Kontrollbereichs des Kernkraftwerks mittels einer Pumpe mit einer Förderleistung von $8 \text{ m}^3/\text{h}$ eingeleitet.

Anstatt Inv.Nr.							Bl.
Unterschrift / Datum							78
Inv.Nr.	Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum	43-814.203.004.OE.13.03

Laut dem Bericht der Abteilung Strahlenschutz beträgt das Volumen des ins Abwassersystem des aktiven Kontrollbereichs des Kernkraftwerks eingeleiteten Duschabwassers während des Betriebs von zwei Kraftwerksblöcken monatlich von 750 bis 1350 m³.

Bei einer Überschreitung des Aktivität-Grenzwertes von 2·10⁻¹⁰ Ku/dm³ wird das Duschabwasser zur Anlage der Spezialwasseraufbereitung 7 umgeleitet. Täglich wird max. 30 m³ Wasser zur Spezialreinigung eingeleitet.

Mit der Inbetriebnahme der Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 wird die maximale voraussichtliche Volumenerhöhung des Duschabwasser-Aufkommens nicht mehr als 15000 m³ pro Jahr betragen.

Die Einleitung des Duschabwassers ins Abwassersystem erfolgt erst nach der strahlenschutztechnischen Überwachung und nur mit spezieller Genehmigung der Abteilung Strahlenschutz. Die Absperrarmatur der einleitenden Rohrleitungen ist „verriegelt“. Sie darf nur mit Erlaubnis des Schichtleiters geöffnet werden. Die vorgesehenen Maßnahmen schließen potentielle Einleitung der Abwässer mit erhöhter Aktivität ins Abwassersystem des aktiven Kontrollbereichs des Kernkraftwerks aus.

Wasserrückstände

Die Wasserrückstände werden durch Leckagen im System der technischen Wasserversorgung und Kondensatleitungssystem, durch Abwasser aus Laboren, Abwasser nach der Dekontaminierung sowie durch die Aufbereitung des Abwassers de Spezialwäschereien und des Duschabwassers gebildet. Die Abwässer werden nach der Reinigung in der Anlage der Spezialwasseraufbereitung 3 und in der Anlage der Spezialwasseraufbereitung 7 in die Überwachungstanks dieser Anlagen geleitet. In diesen Tanks wird strahlenschutztechnische Überwachung durchgeführt. Wenn die Aktivität den Grenzwert, der für die Einleitung des Abwassers festgelegt ist, nicht überschreitet, wird das Abwasser aus den Tanks im Kreislauf des Kernkraftwerks wiederverwendet oder als Wasserrückstände in die Sprühdüsenanlage eingeleitet. Planmäßig beträgt das Volumen der Wasserrückstände während des Betriebs eines Kraftwerksblocks ca. 12 Tausend m³/Jahr. Die Einleitung der Wasserrückstände erfolgt mit einer Pumpe, die sich in den Überwachungstanks befindet und eine Förderleistung von 20 m³/h hat.

In den letzten fünf Jahren betrug die jahresdurchschnittliche Menge der eingeleiteten Wasserrückstände während des Betriebs von zwei Kraftwerksblöcken nach Angaben des Kernkraftwerks ca. 12 890 m³/Jahr.

Beim Betrieb der Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 wird die Zunahme der Wasserrückstände den Wert von 12 000 m³/Jahr nicht überschreiten. Das durchschnittliche Jahresvolumen der eingeleiteten Wasserrückstände von vier Kraftwerksblöcken wird 12 000+12 890=24 890 m³/Jahr betragen.

Die Aktivität der Wasserrückstände hat erfahrungsgemäß die in der Tabelle 3.4 aufgeführten Werte nicht überschritten.

Tabelle 3.4 – Isotopenzusammensetzung der Wasserrückstände

Chemisches Element	Aktivität, ·10 ⁻¹² Ku/dm ³	
	Überwachungstank	Duschabwasser
Cr-51	unter KNA ^{*)}	unter KNA ^{*)}
Mn-54	unter KNA ^{*)}	2,02
Co-58	0,93	7,28
Co-60	1,75	30,7
Zn-65	3,81	1,35
As-76	1,08	unter KNA ^{*)}
Zr	3,58	unter KNA ^{*)}
Nb-95	4,00	unter KNA ^{*)}
Ru-106	3,86	2,19
I-131	3,38	unter KNA ^{*)}
Cs-134	2,66	26,4
Cs-137	2,62	31,4

*) KNA steht für kleinste nachweisbare Aktivität

Ansatz Inv.-Nr.	
Unterschrift / Datum	
Inv.Nr.	

Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum	43-814.203.004.OE.13.03	Bl.
							79

Bei unbefriedigenden Ergebnissen der strahlenschutztechnischen Überwachung, bei der Überschreitung des Aktivität-Grenzwertes von $2 \cdot 10^{-10}$ Ku/dm³ wird das Wasser aus Überwachungstanks in die Destillat-Nachbehandlungsfiler der Spezialaufbereitungsanlage 3 und der Spezialaufbereitungsanlagen 7 zur wiederholten Reinigung geleitet.

Die Einleitung der Wasserrückstände aus den Überwachungstanks ins Abwassersystem erfolgt erst nach der strahlenschutztechnischen Überwachung und nur mit spezieller Genehmigung der Abteilung Strahlenschutz. Die Absperrarmatur der einleitenden Rohrleitungen ist „verriegelt“. Sie darf nur mit Erlaubnis des Schichtleiters geöffnet werden. Die vorgesehenen Maßnahmen schließen potentielle Einleitung der Abwässer mit erhöhter Aktivität in die Umgebung aus.

3.1.3. Quellen von flüssigen und festen radioaktiven Abfällen und ihre Mengenänderung im Zeitverlauf bei Normalbetrieb

Flüssige radioaktive Abfälle müssen gesammelt und aufbereitet werden.

Um Korrosionsprodukte und chemische Beimischungen aus flüssigen radioaktiven Abfällen zu entfernen und dadurch einen zuverlässigen und umweltsicheren Betrieb des Kernkraftwerks zu ermöglichen, ist eine Reihe von Anlagen der Spezialwasseraufbereitung vorgesehen.

Die Abwässer mit hohem Salzgehalt, zu denen Gully- und Duschabwässer gehören, werden durch Destillationsverfahren mit anschließender Reinigung des erzeugten Destillats in Ionenaustauschfiltern wiederaufbereitet. Das gereinigte Destillat kommt in den Kreislauf der Anlagen der Spezialwasseraufbereitung zurück. Das nach der Destillation entstandene Konzentrat (Verdampferkonzentrat) kommt in die für das Verdampferkonzentrat vorgesehenen Tanks im Zwischenlager für radioaktive Abfälle.

Das System zur Wiederaufbereitung des Abwassers aus dem Primärkreislauf, das sich durch einen Bohrsäure-Gehalt auszeichnen, weist einige Unterschiede auf. Das beim Verdampfen dieses Abwassers entstandene Konzentrat wird nach der Reinigung in Ionenaustauschfiltern bzw. nach der Entfernung von alkalischen Verbindungen und radioaktiven Beimischungen wieder dem Primärkreislauf als gereinigte konzentrierte Borsäurelösung zugeführt. Das erzeugte Destillat wird mit Ionenaustauschfiltern gereinigt und kommt anschließend in den Kreislauf der Anlagen der Spezialwasseraufbereitung zurück.

Flüssige radioaktive Abfälle mit einem relativ niedrigen Beimischungsgehalt (Abschlammwasser des Kreislaufs, Wasser des Abklingbeckens für den verbrauchten Brennstoff usw.) werden, mit Ausnahme der Borsäuresalze, in Ionenaustauschverfahren wiederaufbereitet und wieder dem Primärkreislauf zugeführt.

Während des Betriebs der Anlagen werden folgende radioaktive Abwässer gebildet:

- Regenerations- und Spülabwasser;
- Abwasser aus radioaktiven Drainagen;
- Abwasser aus den Probeentnahmeleitungen.

Alle oben genannten radioaktiven Abwässer werden zur Behandlung in der Anlage zur Spezialwasseraufbereitung 3 geleitet und gemeinsam als Gullyabwässer bezeichnet.

Zu radioaktiven Abwässern gehören auch:

- Abwässer nach der Dekontamination der Räumlichkeiten, Anlagen und Rohrleitungen;
- Abwässer aus Spezialwäschereien, Duschanlagen und Hygieneschleusen.

Spezielles Entwässerungssystem

Um nicht kontrollierbare Leckagen in Systemen des aktiven Kontrollbereichs sowie das Abwasser aus technischen Drainagen und das Abwasser nach der äußeren Dekontamination von Anlagen und Räumlichkeiten des aktiven Kontrollbereichs zu sammeln und unkontrolliertes Eindringen von radioaktiven Abwässern in die Umwelt auszuschließen, ist ein spezielles Entwässerungssystem angelegt. In jedem Raum des aktiven Kontrollbereichs der Reaktorabteilung und des Spezialgebäudes werden die in ein Spezialabwassernetz führenden Wasserabläufe (Gullys) eingerichtet, in die das auf den Boden gelangende Wasser abfließt.

Die Gullys werden wie folgt eingerichtet:

- in den nicht oder nur zeitweilig begehbaren Räumen werden ventilgesteuerte Gullys mit Fernbedienung montiert;

Ansatt Inv.Nr.	
Unterschrift / Datum	
In	

	Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum			80

A4-Format

43-814.203.004.OE.13.03_Rev.3

88

• in den sauberen begehbaren Räumen (Fluren, Reagenzräumen, Laboren) werden Wasserablaufgitter montiert.

Gullyabwässer werden im Selbstfluss über die Rohre des speziellen Entwässerungssystems den Behältern des speziellen Entwässerungssystems zugeführt. In allen mit Gullys ausgestatteten Räumlichkeiten sind Feuchtigkeitsdetektoren installiert. Die durch die Pumpen des speziellen Entwässerungssystems gesammelten Abwässer werden der Anlage zur Spezialwasseraufbereitung 3 zugeführt.

Zu den flüssigen radioaktiven Abfällen gehören:

- das Verdampferkonzentrat, das durch die Destillation mit Hilfe von Verdampferanlagen zur Reinigung der **Gullyabwässer** und Abwasser der Spezialwäscherei entsteht;
- verbrauchte Ionenaustauscherharze in den Filtern der Anlagen zur Spezialwasseraufbereitung;
- Schlamm aus den Absetz- und Auffangbehältern für **Gullyabwässer**.

Die anfallenden Abfälle werden im Zwischenlager für flüssige radioaktive Abfälle aufbewahrt.

Die Menge der flüssigen radioaktiven Abfälle wird wie folgt geschätzt:

- das zu entsorgende Verdampferkonzentrat aus Verdampferanlagen (umgerechnet auf trockene Salze) beträgt 58 m³/Jahr pro Kraftwerksblock;
- die zu entsorgenden Filtermaterialien pro Kraftwerksblock betragen 23 m³/Jahr, darunter auch schwach radioaktive: 16 m³/Jahr.

In der nachfolgenden Tabelle 3.5 sind die Mengen von angefallenen mittelradioaktiven flüssigen Abfällen für die letzten vier Jahre während des Betriebs von Kraftwerksblöcken Nr. 1 und 2 aufgeführt.

Tabelle 3.5 – Angefallene mittelradioaktive flüssige Abfälle im Kernkraftwerk Khmelnitsky

Bezeichnung	Angefallene flüssige radioaktive Abfälle, m ³ /Jahr						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Mittelwert
Angefallenes Eindampfkonzentrat, m ³	150,2	134,4	122,5	121,8	122,5	139,0	131,73
Angefallene Salzschnmelze, m ³	37,2	36,0	42,0	46,8	34,8	27,6	37,4
Verbrauchte Sorptionsmittel, m ³	3,0	11,2	0	0	8,0	3,0	4,2

Der Bezugsgrenzwert für das anfallende Eindampfkonzentrat während des Betriebs eines Kraftwerksblocks im Unternehmen Kernkraftwerk Khmelnitsky wurde mit 262 m³/Jahr angenommen. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, wurde dieser Wert sogar während des Betriebs von zwei Kraftwerksblöcken nicht überschritten.

Die voraussichtliche maximale Erhöhung der anfallenden Menge des Eindampfkonzentrats wird nach Inbetriebnahme der Kraftwerksblöcke Nr. 3 und 4 den Bezugsgrenzwert nicht überschreiten. In Bezug auf das Salzkonzentrat wird der Wert von 50-60 m³/Jahr nicht überschritten.

Während des Betriebs entsteht ständig radioaktives Öl, das hauptsächlich im Ölsystem der hydraulischen Kreislaufpumpe anfällt. Das Öl wird an Entstehungsorten gesammelt und in speziellen 50-Liter- bzw. 2,5-Liter-Behältern transportiert.

Beschreibung der Quellen radioaktiver Festabfälle

Zu radioaktiven Festabfällen gehören: kontaminierte demontierte Anlagen, Rohrleitungen und Absperrarmaturen, kontaminierte Werkzeuge und Einrichtungen, verbrauchte Filter und Filtermaterialien der Lüftungssysteme, Wärmedämmstoffe, die für die Reparaturarbeiten verwendeten Holzstücke, Reinigungsmaterialien, Gummi, Plastik, Metallspäne, Arbeitskleidung, Papier, gebrauchte persönliche Schutzausrüstung, die nicht behandelt werden kann.

Zu radioaktiven Festabfällen gehören auch verfestigte radioaktive Abfälle. Das sind Eindampfkonzentrate aus Verdampferanlagen der Anlage zur Spezialwasseraufbereitung 3 und der Anlage zur Spezialwasseraufbereitung 7, die nach der Verarbeitung in der Eindampfanlage entstehen.

Anzahl Inv.-Nr.	
Unterschrift / Datum	

Inv.Nr.							43-814.203.004.OE.13.03	Bl.
	Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum		81
								A4-Format

43-814.203.004.OE.13.03_Rev.3

89

Das beim Betrieb der Eindampfanlage entstehende Salzkonzentrat wird in Fässern mit Inhalt von je 0,2 m³ verpackt.

Radioaktive Festabfälle werden an ihren Entstehungsorten gesammelt: im Reaktorbereich des Hauptgebäudes und im Spezialgebäude. Radioaktive Festabfälle werden je nach Aktivitätsklasse – 1. Klasse, 2. Klasse und 3. Klasse – an ihren Entstehungsorten sortiert, in Einwegsäcke aus Papier oder Polyäthylen verpackt und in geeignete Sammelbehälter geladen, deren Aufbau und Größe ihre mechanisierte Be- und Entladung in und aus Fahrzeugen ermöglicht.

Der Transport der radioaktiven Festabfälle von Sammelstellen zu Lagern für radioaktive Festabfälle im Spezialgebäude und im Gebäude für die Aufbereitung radioaktiver Abfälle erfolgt in Containern, die mit speziellen Transportmitteln – Fahrzeugen und Elektrokarren – befördert werden. Dabei werden radioaktive Festabfälle aus der Gebäudehülle des Reaktorbereiches je nach der Aktivitätsklasse in speziellen Elektrokarren mit der Tragfähigkeit von 5 Tonnen bzw. 1 Tonne über eine Brücke zum Lager im Spezialgebäude oder im Gebäude für die Aufbereitung radioaktiver Abfälle transportiert. Die Abfälle aus dem Spezialgebäude werden mit speziellen Elektrokarren mit der Tragfähigkeit von 5 Tonnen bzw. 1 Tonne über eine Brücke zum Lager im Gebäude für die Aufbereitung radioaktiver Abfälle transportiert.

Die Strahlungsleistung im Abstand von 1 m vom Container mit radioaktiven Abfällen liegt nicht über 10 mrem/h.

Sperrige Abfälle, die nicht zerlegt oder zerschnitten werden können und für die keine Behälter vorgesehen sind, werden unter Berücksichtigung der Sicherheitsmaßnahmen entsorgt (Abdichtung, Beschichtung mit einem absorbierenden Überzug, Einhausung), die eine mögliche Freisetzung von Radionukliden in die Umwelt ausschließen.

Alle Operationen, die mit dem Handling und Transport von radioaktiven Festabfällen verbunden sind, werden der Strahlungskontrolle unterzogen (Messung der Gamma-Strahlung auf der Oberfläche der Abfälle oder des Schutzbehälters), um die Strahlensicherheit des Bedienpersonals zu gewährleisten.

In der Tabelle 3.6 sind die Mengen von während des Betriebs von Kraftwerksblöcken Nr. 1 und 2 angefallenen radioaktiven Festabfälle aufgeführt.

Tabelle 3.6 – Angefallene radioaktive Festabfälle während des Betriebs von Kraftwerksblöcken Nr. 1 und 2

Aktivitätsklasse der radioaktiven Festabfälle	Angefallene radioaktive Festabfälle, m ³ pro Jahr					Mittelwert für 2010-2014, m ³ /Jahr	Angefallene radioaktive Festabfälle im Jahre 2015, m ³
	2010	2011	2012	2013	2014		
Schwachradioaktiv	215,0	190,1	156,1	125,2	169,0	171,08	135,67
Mittelradioaktiv	0,25	3,35	0,40	0,65	2,86	1,5	5,83
Hochradioaktiv	0,165	0,340	0,155	0,045	0,325	0,206	0,141
Insgesamt:	215,42	193,79	156,66	125,90	172,19	172,79	141,65

Anstalt Inv.-Nr.								Bl.
	Unterschrift / Datum							
In								

		Rev.	Änderungsbereich	Blatt	Dok.-Nr.	Unterschrift	Datum	