

Antrag

der Abg. Dr. Gisela Splett u. a. GRÜNE

und

Stellungnahme

des Umweltministeriums

Sanierung des Linkenheimer Altrheins

Antrag

Der Landtag wolle beschließen,
die Landesregierung zu ersuchen,

I. zu berichten,

1. welchen ökologischen und chemischen Zustand der Linkenheimer Altrhein aufweist und welche Maßnahmen im Rahmen der Umsetzung der Wasser-rahmenrichtlinie für dieses Gewässer zur Erreichung welchen Zustands geplant sind;
2. welche Gewässerunterhaltungsmaßnahmen in welcher Zuständigkeit am Linkenheimer Altrhein durchgeführt werden bzw. in den vergangenen Jahren durchgeführt wurden und welche Maßnahmen notwendig wären, um den nach Ziffer 1 anzustrebenden Zustand zu erreichen;
3. welche naturschutzfachliche Bedeutung dem Linkenheimer Altrhein insbesondere im Hinblick auf seine Lage innerhalb eines FFH- und Vogelschutzgebietes zukommt und bei verbessertem Gewässerzustand zukommen könnte;
4. welche Erkenntnisse sie zu den Auswirkungen der Einleitung von Abwässern aus dem Forschungszentrum Karlsruhe in den Rheinniederungskanal hat, insbesondere welche Radionuklide in welchen kumulierten Mengen insgesamt in den Rheinniederungskanal eingeleitet wurden, welche Anteile hiervon im Schlamm fixiert wurden (inkl. radioaktiver Zerfallsprodukte wie Americium 241) und wie hoch die jeweiligen spezifischen Aktivitäten und Gesamtdosiswerte im Schlamm in den am stärksten belasteten Bereichen und Sedimenttiefen sowie bei Pflanzen und Tieren sind;

5. wie groß die im Linkenheimer Altrhein bzw. im Rheinniederungskanal sedimentierte Schlammmenge insgesamt ist und welche Schadstoffe wie z. B. Schwermetalle und PCB in welchen Konzentrationen und Mengen in den Sedimenten sowie bei Pflanzen und Tieren zu finden sind;
6. wie der Schlamm abfallrechtlich aufgrund welcher Inhaltsstoffe einzustufen ist, ob eine Aufbringung auf land- oder forstwirtschaftlich genutztes Gelände – wie von Landesbehörden 1988 für möglich erklärt – weiterhin für zulässig gehalten wird bzw. welche Deponien bei welchen geschätzten Entsorgungskosten für die Aufnahme des Schlammes in Frage kämen;
7. inwieweit ein extremes Hochwasser den abgelagerten Schlamm remobilisieren könnte;
8. wie viel Klärschlamm im Forschungszentrum selbst in den vergangenen Jahrzehnten angefallen ist und wo dieser entsorgt/deponiert wurde;

II.

unverzüglich ein Umsetzungskonzept zur Sanierung des Linkenheimer Altrheins inklusive der Entsorgung der radioaktiv belasteten Schlämme zu entwickeln und zeitnah umzusetzen.

17. 09. 2009

Dr. Splett, Untersteller, Rastätter,
Sckerl, Schlachter GRÜNE

Begründung

Während mehrerer Jahrzehnte wurden ab 1963 Abwässer aus dem Forschungszentrum Karlsruhe einerseits in den Hirschkanal (Kühl- und Oberflächenwasser), andererseits in den Rheinniederungskanal (alle anderen Abwässer) eingeleitet. Bis 2001 wurde der Linkenheimer Altrhein – als Teilabschnitt des Rheinniederungskanals – außerdem als Vorfluter für die Eggenstein-Leopoldshafener Kläranlage genutzt.

Das Forschungszentrum Karlsruhe emittierte mit dem Abwasser verschiedene Radionuklide, die zu einem großen Teil in den anaeroben Sedimenten fixiert wurden. So wurden laut einer Veröffentlichung des KfK von 1979 im Altrhein 94 % des mit dem Abwasser emittierten Plutoniums wiedergefunden. Lediglich das mit dem Wasser mobile Tritium, das in hohen Konzentrationen in den Altrhein geleitet wurde, reichte sich nicht an, sondern wurde mit den Grund- und Oberflächenwasserströmen verteilt.

Als Jahresfrachten waren dem Kernforschungszentrum ca. 20 m³ absetzbare Stoffe genehmigt worden; hinzu kamen die Schwebstoffeinleitungen der Kläranlage Eggenstein-Leopoldshafen. Aufgrund der geringen – und im Trend abnehmenden – Fließgeschwindigkeit des Gewässers sedimentierte ein Großteil der eingeleiteten Inhaltsstoffe. Das Gesamtvolumen des heute im Linkenheimer Altrheins vorzufindenden Schlammesediment wird auf ca. 70.000 m³ geschätzt. Neben der Belastung mit Radionukliden sind Schwermetallbelastungen (u. a. Quecksilber) und organische Schadstoffe (u. a. PCB) im Sediment und in Fischen nachgewiesen.

Im Jahr 2006 wurde im Rahmen des EU-LIFE-Projekts „Lebendige Rheinauen“ eine Machbarkeitsstudie zur Sanierung des Linkenheimer Altrheins/Toten Rheins erstellt. Diese ging jedoch nur bei einer der betrachteten Varianten von einer Entsorgung des Schlammes aus, obwohl die Entsorgung des Schlammes die einzige Möglichkeit darstellt, um zukünftige Gewässerunterhaltungsmaßnahmen ohne besondere Auflagen hinsichtlich der Radionuklid-Belastung durchführen zu können.

Die Unterzeichnerinnen und Unterzeichner fordern eine Sanierung des Linkenheimer Altrheins, bei der die radioaktiv kontaminierten Schlämme einer ordnungsgemäßen Entsorgung zugeführt werden.

Stellungnahme

Mit Schreiben vom 9. Oktober 2009 Nr. 5–0141.5/299/1 nimmt das Umweltministerium im Einvernehmen mit dem Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum zu dem Antrag wie folgt Stellung:

Der Landtag wolle beschließen,

die Landesregierung zu ersuchen,

I. zu berichten,

1. welchen ökologischen und chemischen Zustand der Linkenheimer Altrhein aufweist und welche Maßnahmen im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie für dieses Gewässer zur Erreichung welchen Zustands geplant sind;

Der Linkenheimer Altrhein ist ein Teilgewässer des Oberflächenwasserkörpers „Pfinz-Saalbach-Rheinniederungskanal (Oberrheinebene)“. Dieser Wasserkörper verfehlt den guten ökologischen Zustand aufgrund hydromorphologischer Defizite und von Defiziten bei der biologischen Gewässergüte sowie wegen Überschreitungen des maßgeblichen Zielwertes für den Nährstoff Ortho-Phosphat. Der gute chemische Zustand wird hingegen erreicht. Der Linkenheimer Altrhein selbst weist anhand der vorliegenden Überwachungsdaten ein Defizit bezüglich der biologischen Gewässergüte sowie auf Teilabschnitten Beeinträchtigungen der Gewässermorphologie auf.

Im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie sind für den Wasserkörper „Pfinz-Saalbach-Rheinniederungskanal (Oberrheinebene)“ zur Reduzierung der stofflichen Belastung abwassertechnische Maßnahmen sowie Maßnahmen zur Verringerung der diffusen Phosphoreinträge aus der Landwirtschaft geplant. Im Linkenheimer Altrhein soll das vorhandene Defizit bei der biologischen Gewässergüte durch Anpassungsmaßnahmen bei Regenüberlaufbecken sowie durch Optimierung der Betriebsweise einer Kläranlage im Einzugsgebiet behoben werden. Zudem ist an weiteren zehn Regenüberlaufbecken die Messung, Dokumentation und Einordnung des Entlastungsverhaltens der bestehenden Anlagen als Grundlage für die Festlegung konkreter Maßnahmen vorgesehen.

Maßnahmen zur Strukturverbesserung sind im ersten Bewirtschaftungsplan nicht geplant.

2. *welche Gewässerunterhaltungsmaßnahmen in welcher Zuständigkeit am Linkenheimer Altrhein durchgeführt werden bzw. in den vergangenen Jahren durchgeführt wurden und welche Maßnahmen notwendig wären, um den nach Ziffer 1 anzustrebenden Zustand zu erreichen;*

Der Rheinniederungskanal durchfließt als Gewässer I. Ordnung die Rheinniederung auch im Bereich des Linkenheimer Altrheines. Für die Unterhaltung ist damit das Land Baden-Württemberg zuständig.

Gewässerunterhaltungsmaßnahmen werden am Linkenheimer Altrhein durchgeführt, soweit dies zur Gewährleistung des Abflussquerschnittes erforderlich ist. In den vergangenen Jahren wurden hierzu wegen der Verkrautung des Gewässers Mähbooteinsätze durchgeführt. Für weitere Gewässerunterhaltungsmaßnahmen wird derzeit kein Handlungsbedarf gesehen.

3. *welche naturschutzfachliche Bedeutung dem Linkenheimer Altrhein insbesondere im Hinblick auf seine Lage innerhalb eines FFH- und Vogelschutzgebietes zukommt und bei verbessertem Gewässerzustand zukommen könnte;*

Der Linkenheimer Altrhein liegt in einem Bereich mit meist grundwassernahen Flächen innerhalb der Mäanderzone des Rheins. Dieser Bereich gehört zum FFH-Gebiet „Rheinniederung von Karlsruhe bis Phillipsburg“ und zum Vogelschutzgebiet „Rheinniederung Karlsruhe–Rheinsheim“. Wegen der besonderen Vielfalt nebeneinander liegender und verzahnter, von Wassereinfluss geprägter Biotopstrukturen und Pflanzengesellschaften enthält das Gebiet überregional bedeutsame Vorkommen selten gewordener, an feuchte und z. T. auch nährstoffarme Standorte angepasste Tier- und Pflanzenarten. Schutzwürdig sind darüber hinaus die besonderen Flachmoorstandorte.

Der Linkenheimer Altrhein selbst ist Lebensstätte der FFH-Fischarten „Groppe“, „Steinbeißer“ und „Bitterling“. Der Erhaltungszustand der FFH-Art „Steinbeißer“ ist hervorragend („A“), der der FFH-Arten „Groppe“ und „Bitterling“ durchschnittlich („C“). Die aktuelle Wasserqualität und Gewässerstruktur beeinträchtigt den Steinbeißerbestand im Gebiet nur sehr geringfügig. Als Bewohner der Gewässersohle ist die Groppe auf vielfältige Substrate in Form von Kiesen, Steinen, Totholz oder Wurzeln angewiesen. Für den Bitterling stellen insbesondere die Barrierewirkungen von Gewässerverbauungen, die Verschlammung und Verlandung eine Beeinträchtigung dar. Daher wäre für den Bitterling aus naturschutzfachlicher Sicht eine partielle Entschlammung im Bereich der Lebensstätten günstig, auch die Groppe würde hiervon profitieren.

Hinsichtlich der im umgebenden Vogelschutzgebiet vorkommenden Vogelarten werden geeignete Bereiche grundsätzlich auch am und im Linkenheimer Altrhein z. B. für die Nahrungsaufnahme oder als Brutstätte genutzt. Nähere Kenntnisse zum Vorkommen melderelevanter Vogelarten am Linkenheimer Altrhein liegen jedoch nicht vor.

Von einer Entschlammung des Altrheins könnten generell Bewohner und Nutzer tieferer Wasserflächen profitieren, während z. B. Watvögel und Schlamm bewohnende Arten dadurch Lebensräume verlieren würden.

4. welche Erkenntnisse sie zu den Auswirkungen der Einleitung von Abwässern aus dem Forschungszentrum Karlsruhe in den Rheinniederungskanal hat, insbesondere, welche Radionuklide in welchen kumulierten Mengen insgesamt in den Rheinniederungskanal eingeleitet wurden, welche Anteile hiervon im Schlamm fixiert wurden (inkl. radioaktiver Zerfallsprodukte wie Americium 241) und wie hoch die jeweiligen spezifischen Aktivitäten und Gesamtdosiswerte im Schlamm in den am stärksten belasteten Bereichen und Sedimenttiefen sowie bei Pflanzen und Tieren sind;

Auswirkungen auf den Rheinniederungskanal, die spezifisch den Einleitungen des Forschungszentrums Karlsruhe (FZK) zugeschrieben werden können, sind nur bezüglich des Radionuklidgehalts in den Sedimenten des Rheinniederungskanals, insbesondere des als Linkenheimer Altrhein bezeichneten Streckenabschnitts, festzustellen.

Seit Mai 2001 werden die Abwässer des FZK nicht mehr in den Rheinniederungskanal, sondern direkt in den Rhein eingeleitet. Demzufolge endet die als *Anlage* dieser Stellungnahme beigefügte Tabelle über die seit 1968 nuklidspezifisch bilanzierten, jährlich in den Rheinniederungskanal abgegebenen Mengen radioaktiver Stoffe im Mai 2001.

Wie eine Untersuchung der Plutonium-Kontamination der Sedimente im Altrhein im Jahr 1979 zeigte, ist davon auszugehen, dass 94 % des mit dem Abwasser emittierten Plutoniums (Pu-238; Pu-239/240; aber auch das nicht im Abschlussbericht des Kernforschungszentrums Karlsruhe, KfK-Bericht 2892, untersuchte Pu-241) im Schlammsediment fixiert wurde. Gemäß dem Abschlussbericht spielt die Resuspension einmal im Schlammsediment abgelagerter Plutonium-Isotope nur eine untergeordnete Rolle und kann vernachlässigt werden. Über die übrigen in der *Anlage* tabellierten Radionuklide und deren an Schwebstoffen sedimentierten Anteile der jeweiligen Ableitungen liegen der Landesregierung keine weiteren detaillierten Untersuchungen vergleichbar derjenigen über die Plutonium-Kontamination vor. Bei den im Rahmen mehrerer wasserrechtlicher Gutachten und der routinemäßig durchgeführten Immissionsüberwachung erhaltenen Messergebnissen zu spezifischen Aktivitäten von emittierten Radionukliden handelt es sich um Stichproben und Momentaufnahmen. Aus ihnen lassen sich keine belastbaren Anteile der radioaktiven Ableitungen ermitteln, die in das Sediment gelangten. Hierzu reicht die Datenbasis nicht aus.

Unter der Annahme, dass die in der Zeit von 1968 bis zum Ende der Einleitung im Mai 2001 abgeleiteten Radionuklide quantitativ – also zu 100 % – im genannten Sedimentkörper fixiert wären (30 % Feststoffanteil in 70.000 m³ Sediment mit einer Dichte von 2 g/cm³ entspricht ca. 42.000 Tonnen [to] Trockensubstanz), ergäbe sich unter Zugrundelegung der gemäß StrlSchV anzuwendenden Summenformel eine Aktivitätskonzentration im Schlammsediment, die ca. 30 % des in einem Freigabeverfahren nach § 29 StrlSchV zu Grunde zu legenden Grenzwertes für eine uneingeschränkte Freigabe von > 1000 to/a Bauschutt bzw. Bodenaushub ausschöpfen würde. Berücksichtigt man ferner noch den Zerfall des relativ kurzlebigen Plutonium-241 in das längerlebige Americium-241, würde sich der o. g. Ausschöpfungsgrad eines Freigabeverfahrens lediglich um weitere rund 4 % erhöhen. Dieser Betrachtung liegen, mit Ausnahme des Tritiums alle in der *Anlage* abgeleiteten und bilanzierten Radionuklide zugrunde, unabhängig davon, ob sie von Sedimenten gebunden werden oder nicht. Tritium folgt als Wasserstoffisotop dem Wasserpfad und wird nicht an Sedimente gebunden. Aufgrund des über die Jahre hinweg stattgefundenen radioaktiven Zerfalls sind bei der Betrachtung des potenziellen Radionuklidinventars heute noch die Radionuklide Kohlenstoff-14, Kobalt-60, Strontium-90, Cäsium-137, die Plutonium-Isotope Pu-238, Pu-239/240 und Pu-241 sowie das Americium-241 relevant.

Die Aktivitätsgehalte variieren auch kleinräumig zu stark, um aufgrund zeitlich versetzter Stichproben repräsentative Aussagen über den Gehalt im Sediment angeben zu können. Gleiches gilt für Pflanzen und Tiere (Fische), die im Rahmen der Immissionsüberwachung nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen (REI) stichprobenartig in der Umgebung des FZK durchgeführt wurden und werden. Aufgrund der zusätzlichen Überwindung des Transfers vom Wasser bzw. Boden in Pflanzen und Tiere liegen die Aktivitätsgehalte unterhalb oder marginal oberhalb dessen, was messtechnisch nachgewiesen werden kann. Die Dosisbelastung der Bevölkerung liegt weit unterhalb der nach StrlSchV zulässigen Grenzwerte und ist im Vergleich zur natürlicherweise vorhandenen Strahlenexposition vernachlässigbar gering. Sie ist um ein Vielfaches kleiner als deren Schwankungsbreite.

Aus radiologischer Sicht ist eine Sanierung des Linkenheimer Altrheins nicht erforderlich. Aufgrund der vernachlässigbaren Remobilisierung der im Schlamm sediment fixierten Plutonium-Isotope und des Americiums-241 ist eine Gefährdung des Grundwassers nicht zu besorgen.

5. wie groß die im Linkenheimer Altrhein bzw. im Rheinniederungskanal sedimentierte Schlammmenge insgesamt ist und welche Schadstoffe wie z. B. Schwermetalle und PCB in welchen Konzentrationen und Mengen in den Sedimenten sowie bei Pflanzen und Tieren zu finden sind;

Die Sedimentbildung selbst ist weitgehend natürlichen Ursprungs. Von den in der Begründung zum Antrag genannten ca. 70.000 m³ Sediment können ca. 10 % der Einleitung der kommunalen Kläranlage Eggenstein-Leopoldshafen und weniger als 1 % der Einleitung des FZK zugeschrieben werden. Der genannte Schätzwert für das im Linkenheimer Altrhein vorzufindende Schlamm sediment stammt aus dem Jahre 1997 und bezieht sich auf den Bereich bis ca. 2,3 km nach der Einleitungsstelle des FZK. In der Zwischenzeit ist die Verlandung weiter fortgeschritten.

Dem Gutachten aus dem Jahre 1997 sind für die Sedimente folgende Werte in mg/kg TS zu entnehmen:

Blei	18,7 bis	172,0
Cadmium	0,6 bis	3,8
Chrom	16,7 bis	56,0
Kupfer	16,0 bis	143,0
Nickel	11,8 bis	37,0
Quecksilber	0,17 bis	3,4
Zink	75,6 bis	1287,0
Arsen	11,7 bis	27,6
PCB gesamt	0,5	

Weiter sind in dem Gutachten die Belastungen der Fische (Aale, Brachsen, Hecht) mit folgenden Ergebnissen (bis auf PCB jeweils bezogen auf Frischsubstanz; PCB bezogen auf Trockensubstanz TS) untersucht worden:

Quecksilber:	kleiner Nachweisgrenze bis 1,309 mg/kg
Arsen:	kleiner Nachweisgrenze bis 1,25 mg/kg
Antimon:	kleiner Nachweisgrenze bis 0,436 mg/kg
Zink:	1,33 bis 45,71 mg/kg
Cadmium:	kleiner Nachweisgrenze bis 0,201 mg/kg
Nickel:	kleiner Nachweisgrenze bis 0,21 mg/kg
Chrom:	0,037 bis 0,212 mg/kg
Kupfer:	0,245 bis 6,736 mg/kg
PCB:	0,019 (bei PCB 28) bis max. 3,421 mg/kg TS (bei PCB 153).

Untersuchungen von Pflanzenmaterial sind nicht bekannt.

6. *wie der Schlamm abfallrechtlich aufgrund welcher Inhaltsstoffe einzustufen ist, ob eine Aufbringung auf land- oder forstwirtschaftlich genutztes Gelände – wie von Landesbehörden 1988 für möglich erklärt – weiterhin für zulässig gehalten wird bzw. welche Deponien bei welchen geschätzten Entsorgungskosten für die Aufnahme des Schlammes in Frage kämen;*

Vorliegende Analysenergebnisse zur Bestimmung nichtradioaktiver Schadstoffe aus dem Jahre 1995 erforderten für das Sediment bezüglich der Parameter Arsen, Kupfer und Quecksilber eine Einstufung in die damals geltende LAGA-Zuordnungsklasse Z 1, bezüglich der Parameter Cadmium, Zink und PCB/Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in die Klasse Z 2. Eine bodenbezogene Anwendung (Verwertung) kommt damit aus abfall- und bodenschutzrechtlicher Sicht nicht mehr in Betracht.

Bezüglich der Behandlung des Schlammes aus radiologischer Sicht wird auf die Stellungnahme zu Ziffer 4 verwiesen.

Sollte eine Deponierung ins Auge gefasst werden, ist voraussichtlich aufgrund des Parameters Total Organic Carbon (TOC) eine Vorbehandlung erforderlich. Nach der Behandlung (Reduzierung der abbaubaren Organik und des Wassergehaltes) ist der Abfall erneut einzustufen und einer Deponieklasse zuzuweisen. Erfahrungsgemäß ist nach der Behandlung die Ablagerung auf einer Deponie der Klasse II (DK II) möglich. Für Vorbehandlung und Ablagerung ist mit Kosten zwischen 150 und 300 €/t zu rechnen.

7. *inwieweit ein extremes Hochwasser den abgelagerten Schlamm remobilisieren könnte;*

Der durchgehende Rheinniederungskanal wurde in erster Linie zum Abführen von Druckwasser nach Rheinhochwasser angelegt. Das Einzugsgebiet mit den Zuflüssen Reblach und Bachkanal im südlichen Bereich ist sehr begrenzt. Extreme Niederschläge in der Rheinniederung führen lediglich zu leicht erhöhten Wasserständen im Bereich des Linkenheimer Altrheines. Bei Rheinhochwasser werden alle Verbindungen zwischen Rhein und Rheinniederungskanal ab einem Wasserstand von 6,50 m am Pegel Maxau unterbrochen. Extreme Hochwasserabflüsse sind damit im Rheinniederungskanal nicht zu erwarten.

8. *wie viel Klärschlamm im Forschungszentrum selbst in den vergangenen Jahrzehnten angefallen ist und wo dieser entsorgt/deponiert wurde;*

Bis zum Inkrafttreten der aktuellen Strahlenschutzverordnung am 20. Juli 2001 bestand keine Verpflichtung über den Verbleib von Stoffen, die aus der atomrechtlichen Bindung entlassen wurden, Nachweise zu führen. Die folgenden Angaben beziehen sich daher nur auf die zurückliegenden 15 Jahre:

In den Jahren 1993 bis 2008 wurden insgesamt 624,3 to Chemieschlamm deponiert. Hiervon wurden bis zum Jahr 2000 in zwei Entsorgungsaktionen rund 312 to der Hausmülldeponie Bruchsal zugeführt. Ab dem Jahr 2001 erfolgte die komplette Beseitigung auf der Sonderabfalldeponie Billigheim.

Die entsorgten Mengen an Fäkalschlamm des Forschungszentrums Karlsruhe betragen 1993 bis 2008 insgesamt 1907 to. Bis zum Jahr 2002 wurden unterschiedliche Entsorgungswege gewählt. In diesem Zeitraum wurden rund 425 to einer landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt, 330 to auf der Hausmülldeponie Bruchsal deponiert und 423 to in die Klärschlammverbrennung gebracht. Ab dem Jahr 2003 wurde der gesamte Fäkalschlamm (729 to) der thermischen Verwertung in einer Klärschlammverbrennungsanlage zugeführt.

II. unverzüglich ein Umsetzungskonzept zur Sanierung des Linkenheimer Altrheins inklusive der Entsorgung der radioaktiv belasteten Schlämme zu entwickeln und zeitnah umzusetzen.

Wie sich aus der Stellungnahme zu Ziffer I. ergibt, ist eine Sanierung des Linkenheimer Altrheins nicht erforderlich. Deshalb erübrigt sich die Entwicklung eines Sanierungskonzeptes.

Gönner
Umweltministerin

ANLAGE

Bilanzierte Ableitungen mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe
1968 - 2001

Jahr	H-3 Bq	C-14 Bq	Na-22 Bq	Mn-54 Bq	Co-56 Bq	Co-57 Bq	Co-60 Bq	Se-75 Bq	Rb-83 Bq	Sr-89 Bq	Sr-90 Bq	Ru-103 Bq	Ru-106 Bq	Sb-125 Bq	I-131 Bq	Cs-134 Bq	Cs-137 Bq	Ce-144 Bq	
1968	7,53E+12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969	1,63E+13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970	2,23E+13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	2,72E+13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972	8,24E+13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1973	5,85E+13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1974	2,85E+13	-	-	-	-	-	7,77E+07	-	-	-	4,22E+08	-	3,74E+08	-	1,25E+09	5,44E+09	2,48E+08	-	
1975	1,04E+14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,84E+08	-	7,77E+07	-	7,77E+07	7,29E+08	-	-	
1976	1,48E+14	-	-	-	-	-	-	-	-	8,88E+07	2,33E+08	-	-	-	-	1,96E+08	-	-	
1977	1,48E+14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,41E+08	-	-	-	-	1,85E+07	-	-	
1978	8,51E+13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,11E+08	-	-	-	-	4,44E+07	-	-	
1979	1,22E+14	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22E+07	1,26E+08	-	-	-	-	2,59E+07	-	-	
1980	6,66E+13	-	-	-	-	-	3,70E+06	-	-	2,22E+07	5,55E+07	-	-	-	-	6,29E+07	-	-	
1981	4,44E+13	-	-	-	-	-	1,11E+07	-	-	8,88E+07	1,63E+08	-	9,62E+07	1,48E+08	2,22E+07	2,70E+08	1,11E+07	-	
1982	6,88E+13	-	-	3,70E+06	-	-	9,60E+06	-	-	1,72E+07	3,49E+07	-	-	1,37E+07	5,90E+06	1,35E+08	-	-	
1983	1,28E+14	-	-	-	-	-	2,80E+07	-	-	1,76E+07	8,87E+07	-	-	1,97E+07	-	7,14E+07	-	-	
1984	1,02E+14	-	-	-	3,10E+06	-	-	6,90E+06	-	5,15E+07	2,22E+08	-	-	1,97E+07	-	9,17E+07	-	-	
1985	9,63E+13	-	-	-	-	-	8,00E+05	-	-	9,10E+06	3,20E+07	-	-	2,80E+06	-	8,33E+07	-	-	
1986	9,01E+13	-	-	-	-	-	-	-	-	3,92E+07	8,05E+07	2,81E+07	-	4,80E+07	3,03E+07	1,90E+08	-	-	
1987	9,55E+13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,03E+07	-	-	-	6,10E+06	1,19E+08	-	-	
1988	5,53E+13	-	-	-	-	-	-	-	1,11E+07	-	1,01E+07	-	-	-	1,16E+07	5,76E+07	-	-	
1989	5,77E+13	-	-	-	-	-	2,96E+06	-	-	-	1,83E+07	-	-	1,21E+07	-	2,34E+07	-	-	
1990	3,10E+13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,91E+06	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	1,60E+13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00E+06	-	-	-	-	3,20E+06	-	-	-
1992	8,60E+11	-	-	-	-	3,60E+05	8,40E+05	-	-	-	1,10E+06	-	-	-	2,20E+05	1,40E+07	-	-	-
1993	1,20E+13	6,20E+08	-	-	-	-	-	-	-	7,50E+05	4,80E+06	-	-	-	-	1,90E+07	-	-	-
1994	4,40E+13	1,80E+09	-	-	-	-	-	-	-	-	7,80E+06	-	-	-	-	2,20E+07	-	-	-
1995	1,40E+13	7,30E+07	-	-	-	-	-	-	-	-	3,20E+06	-	-	-	-	1,10E+07	-	-	-
1996	7,20E+12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,90E+06	-	-	-	-	1,50E+07	-	-	-
1997	5,90E+12	-	-	-	-	-	3,20E+05	-	-	1,90E+05	3,90E+07	-	-	-	-	2,00E+07	-	-	-
1998	2,50E+12	1,10E+09	-	-	-	-	1,10E+05	-	-	2,30E+05	4,90E+07	-	-	-	-	2,70E+07	-	-	-
1999	1,20E+13	4,00E+08	-	-	-	-	1,20E+05	-	-	1,50E+06	2,70E+07	-	-	-	-	1,90E+07	-	-	-
2000	1,50E+12	-	8,30E+04	-	-	-	-	-	-	-	1,20E+07	-	-	-	-	1,40E+07	-	-	-
2001***	1,00E+11	-	2,42E+04	3,42E+04	-	1,94E+06	1,51E+05	-	-	1,02E+06	1,60E+06	-	-	-	-	5,40E+06	-	-	-
*	In den Jahren 1974, 1975, 1977 und 1978 wurden Gesamt-Radiostromium-Bestimmungen durchgeführt.																		
**	Von Juli bis Dezember, Emission im 1. Halbjahr nicht ermittelt																		
***	Einleitung in den Rheinniederungskanal bis Anfang Mai 2001																		

ANLAGE

Bilanzierte Ableitungen mit dem Abwasser des Forschungszentrums Karlsruhe
1968 - 2001

Jahr	Pu-238 Bq	Pu-239+240 Bq	Pu-241 Bq	Am-241 Bq																				
1968	-	-	-	-																				
1969	-	-	-	-																				
1970	-	-	-	-																				
1971	-	-	-	-																				
1972	-	-	-	-																				
1973	1,37E+07**	4,03E+07**	-	-																				
1974	5,18E+06	1,07E+07	-	-																				
1975	3,70E+06	7,40E+06	-	-																				
1976	1,85E+07	1,48E+07	-	-																				
1977	7,40E+06	7,40E+06	-	-																				
1978	1,85E+06	2,59E+06	-	-																				
1979	4,44E+06	5,18E+06	-	-																				
1980	9,62E+06	9,25E+06	-	-																				
1981	5,92E+06	1,30E+07	3,21E+08	-																				
1982	7,70E+06	4,60E+06	1,11E+08	-																				
1983	1,72E+07	2,72E+07	9,65E+07	-																				
1984	5,00E+06	5,90E+06	1,09E+09	3,70E+07																				
1985	5,50E+06	6,90E+06	2,49E+08	1,39E+07																				
1986	4,30E+06	5,90E+06	2,25E+08	-																				
1987	8,00E+05	1,00E+06	-	-																				
1988	1,10E+06	9,00E+05	4,70E+07	-																				
1989	1,11E+06	1,17E+06	-	-																				
1990	2,81E+05	6,81E+05	-	-																				
1991	7,70E+05	6,90E+05	-	-																				
1992	6,70E+05	1,80E+05	1,60E+07	-																				
1993	3,90E+05	4,50E+05	1,60E+07	-																				
1994	4,50E+05	2,40E+05	2,80E+07	-																				
1995	1,20E+05	2,20E+05	3,30E+07	-																				
1996	5,90E+04	2,30E+05	3,80E+07	-																				
1997	4,10E+05	1,60E+05	4,40E+07	-																				
1998	9,30E+04	2,00E+05	1,10E+07	-																				
1999	9,40E+04	6,70E+05	8,30E+06	-																				
2000	9,80E+04	5,40E+04	1,10E+06	-																				
2001***	5,00E+04	-	2,10E+06	-																				