

## **Gehobene wasserrechtliche Erlaubnis zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen im Endlager Konrad**

### **I. Entscheidung**

Auf Antrag des Bundesamtes für Strahlenschutz vom 09.02.1995 sowie unter Berücksichtigung der im Planfeststellungsverfahren zur Errichtung und zum Betrieb des Endlagerbergwerkes Konrad für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung ausschließlich für den nationalen Bedarf vorgelegten Unterlagen, insbesondere der im Antrag genannten /EU 023, EU 73.2 und EU 050, ergänzt durch EU 509 Revision 03, der EU 36.01, EU 117, EU 327, EU 366/, und des Planes Konrad 4/90, wird der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesamt für Strahlenschutz, Willy Brandt-Str. 5, 38226 Salzgitter, gemäß § 3 Abs. 1, § 4 Abs. 2 Nr. 2, § 11, § 137 Abs. 2 Niedersächsisches Wassergesetz (NWG/28/) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. März 1998 (Nds. GVBl. S. 347) zuletzt geändert durch Art. 10 des Haushaltbegleitgesetzes 2002 vom 18. Dezember 2001 (Nds. GVBl. Nr. 35/2001 S. 806) und der Grundwasserverordnung /71/ vom 18. März 1997 (BGBl. I S. 542) die gehobene Erlaubnis erteilt,

radioaktive Abfälle und die damit verbundenen nichtradioaktiven Stoffe im Endlager Konrad nach Maßgabe der nachfolgend aufgeführten Beschränkungen und unter Einhaltung der Nebenbestimmungen II. 1 und II. 2 endzulagern.

1. Das **radioaktive Inventar** bleibt antragsgemäß entsprechend der /EU 117/ begrenzt auf:

<u>Radionuklid/Radionuklidgruppe</u>	<u>Aktivität in Bq</u>
H 3	$6,0 \times 10^{17}$
C 14	$4,0 \times 10^{14}$
I 129	$7,0 \times 10^{11}$
Ra 226	$4,0 \times 10^{12}$
Th 232	$5,0 \times 10^{11}$
U 235	$2,0 \times 10^{11}$
U 236	$1,0 \times 10^{12}$
U 238	$1,9 \times 10^{12}$
Pu 239	$2,0 \times 10^{15}$
Pu 241	$2,0 \times 10^{17}$

Alpha-Strahler, gesamt	$1,5 \times 10^{17}$
Beta-/Gamma-Strahler, gesamt	$5,0 \times 10^{18}$

**2. Die Einlagerung von Stoffen gemäß Liste I der Anlage zur Grundwasserverordnung /71/ zusätzlich zum radioaktiven Inventar (I.1) ist nur zulässig, soweit sie im Folgenden ausdrücklich angeführt sind. Die jeweiligen Mengen sind nur in der festgelegten Höhe zulässig.**

Nr. 1 der Liste I

Halogenierte Naphthaline	8,6 g
Halogenierte Phenole	8,6 g
Biphenyle	1,72 g
Hexachlorbenzol	1,72 g
$\gamma$ -Hexachlorcyclohexan (Lindan)	1,72 g

Nr. 2 der Liste I

Phosphorsäureester	65.500 kg
Tributylphosphat	821 kg
Dibutylphosphat	789 kg
Hexamethylphosphorsäuretriamid	8,6 g

Hinweis:

Eine Ablagerung von Stoffen nach Nr. 3 der Liste I wurde nicht beantragt und ist daher auch nicht zulässig.

Nr. 4 der Liste I

Na-Ethylendiamintetraessigsäure	21.000 kg
Ethylendiamintetraessigsäure	3.960 kg
Na-Nitrilotriessigsäure	19,4 kg
Gold	1.470 kg
Caesium	3.870 kg
Lithium	66.300 kg
Platin	10,3 g

Rubidium	71.000 kg
Strontium	808.000 kg

Hinweis:

Stoffe, die nur aufgrund ihrer Radioaktivität eine Krebs erregende, mutagene oder teratogene Wirkung haben, werden hier nicht erfasst. Die Regelungen für diese Stoffe sind unter I.1 dieser Erlaubnis getroffen.

Nr. 5 der Liste I

Quecksilber	43,7 kg
-------------	---------

Nr. 6 der Liste I

Cadmium	182.000 kg
---------	------------

Nr. 7 der Liste I

Ölrückstände	73.900 kg
Öl	48.400 kg
Alkane (Paraffine)	2.770 kg
Toluol	979 kg
Xylol	979 kg
Kerosin	71,4 kg
Polystyrol	2.450.000 kg
Polyethylen (PE)	144.000 kg
Polypropylen (PP)	35.000 kg
PE/PP	99.900 kg
Divinylbenzol	50.500 kg
<u>Nr. 8 der Liste I</u>	
Cyanide	27.400 kg

**3. Die Einlagerung von Stoffen gemäß Liste II der Anlage zur Grundwasserverordnung /71/ zusätzlich zum radioaktiven Inventar (I.1) ist nur zulässig, soweit sie im Folgenden ausdrücklich angeführt sind. Die jeweiligen Mengen sind nur in der festgelegten Höhe zulässig.**

Nr. 1 der Liste II

Zink	539.000 kg
Kupfer	2.630.000 kg
Nickel	5.530.000 kg
Chrom	3.050.000 kg
Chrom (VI)	80.000 kg
Blei	33.400.000 kg
Selen	48,7 kg
Arsen	337 kg
Antimon	31.600 kg
Molybdän	169.000 kg
Titan	18.400.000 kg
Zinn	72.400 kg
Barium	774.000 kg
Beryllium	24,5 kg
Bor	844.000 kg
Uran	23.500 kg
Vanadium	1.340.000 kg
Kobalt	86.200 kg
Thallium	64,9 kg
Tellur	32,4 kg
Silber	103.000 kg

Nr. 2 der Liste II

Biozide, Mikrobiozide	4.650 kg
-----------------------	----------

Nr. 3 der Liste II

Aluminium	32.000.000 kg
Chlor	292.000 kg
Eisen	632.000.000 kg
Mangan	2.650.000 kg
Natrium	5.860.000 kg

Sulfat (SO <sup>4</sup> )	1.310.000 kg
Tenside	434.000 kg
Nichtionische Tenside	
Anionische Tenside	130.000 kg
Benzalkoniumchlorid	258 kg
Calcium	180.000.000 kg
Kalium	3.480.000 kg
Magnesium	7.650.000 kg
NO <sup>3</sup>	632.000 kg
SiO <sup>2</sup>	743.000 kg

Nr. 4 der Liste II

Organische Siliziumverbindungen	74.800 kg
Silikonöl	3.010 kg

Nr. 5 der Liste II

Phosphate	165.000 kg
Calciumpyrophosphat	202.000 kg
Komplexphosphate	20.600 kg
Zn-Phosphat/Oxid	64.600 kg
Na <sub>5</sub> -Tripolyphosphat	43.200 kg
Phosphonate	16.100 kg
Kaliumpyrophosphat	11.600 kg
Natriumdihydrogendiphosphat	1.890 kg
Phosphorpentoxid	739 kg

Nr. 6 der Liste II

Fluoride (anorganisch)	290.000 kg
Fluoride (organisch)	59.600 kg

Nr. 7 der Liste II

Ammoniak, angegeben als NH <sub>4</sub>	816.000 kg
Nitrite	12.900 kg

**4. Die Einlagerung sonstiger Stoffe, die schädliche Verunreinigungen im Sinne des § 137 NWG /28/ bewirken können, ist zusätzlich zum radioaktiven Inventar (I.1) nur bis zu folgenden Mengen zulässig:**

Wismut	36.400 kg
Thorium	11.600 kg
Oxalsäure	741 kg
Na <sub>2</sub> -Oxalat	121.000 kg
Citronensäure	1.550 kg
NH <sub>4</sub> -Citrat	95.300 kg
Trinatriumcitrat	23.700 kg
Dinatriumhydrogencitrat	12.900 kg
Na <sub>2</sub> -Tartrat	19.500 kg
Asbest	1.500.000 kg

## **II. Nebenbestimmungen**

1. Der Betreiber hat die endzulagernden Abfälle in ihrer Zusammensetzung zu überwachen. Die tatsächlich eingelagerten Radionuklide, die unter I.1 aufgeführt sind, und die nicht radioaktiven schädlichen Stoffe ( I.2, I.3, I.4 ) sind nach Art und Menge fortlaufend zu erfassen und zu bilanzieren. Schädliche Stoffe, die nachteilige Veränderungen im Sinne des § 137 NWG /28/ bewirken können, die nicht in der Erlaubnis erfasst sind, dürfen nicht zur Endlagerung gelangen.

Für die bereits vorhandenen konditionierten Abfälle (sog. Altabfälle) sind die Inhaltsstoffe der Gebinde abzuschätzen. Die Ergebnisse der Abschätzung sind in Abfalldatenblätter zu den Gebinden einzutragen.

2. Der Bezirksregierung Braunschweig als zuständiger Wasserbehörde ist der Beginn des Einlagerungsbetriebes vier Wochen vorher anzuzeigen. Ihr sind die jährlichen Daten über die tatsächliche Einlagerung in Form eines Jahresberichtes jeweils bis zum 31. März des nachfolgenden Jahres vorzulegen. Hierbei sind für das eingelagerte radioaktive Inventar nuklidspezifisch Aktivität und Masse und für die nichtradioaktiven schädlichen Stoffe die Massen für jeden einzelnen Stoff anzugeben.

### III. Fristen

Die gehobene Erlaubnis wird auf 40 Jahre befristet erteilt. Die Frist beginnt mit der Bestandskraft des Planfeststellungsbeschlusses für das Endlager Konrad.

### IV. Begründung

#### 1. Sachverhalt

Das ehemalige Bergwerk Konrad ist als Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung zugelassen. Der Planfeststellungsbeschluss hierfür ist zeitgleich mit dieser Entscheidung ergangen. Die Regelung wasserrechtlicher Erlaubnisse wird von der Konzentrationswirkung atomrechtlicher Planfeststellungen nicht erfasst und ist daher auch nicht inhaltlicher Bestandteil des Planfeststellungsbeschlusses. Gemäß § 14 WHG /46/, § 31 NWG /28/ entscheidet jedoch bei erlaubnispflichtigen Benutzungen die Planfeststellungsbehörde im Einvernehmen mit der zuständigen Wasserbehörde, auch über die Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis.

Der radioaktive Abfall wird in Tiefen von ca. 1000 m in eigens dafür hergestellten Grubenbauen abgelagert. Nachdem der jeweils zur Endlagerung anstehende Teil eines Grubenbaus mit Abfallgebinden befüllt ist, wird er zum Grubengebäude hin abgedämmt. Die Hohlräume zwischen den Gebinden und dem Gebirge werden durch Pumpversatz verschlossen. Die Strecken werden nach Ende ihrer Nutzung mit Schleuderversatz, z.B. aus Haufwerk verfüllt. Die Schächte werden zum Abschluss des Betriebes verschlossen.

Die geologischen Schichten des Endlagerbereiches bestehen aus zwei erzführenden Kalkoolithschichten, die durch eine Tonmergelsteinschicht getrennt sind. Im Hangenden und im Liegenden sind die Endlagerhorizonte von tonigen und kalkigen Gesteinen umgeben, die als Grundwassergeringleiter gelten.

Während der Betriebszeit des Endlagers wird das anfallende Grubenwasser, soweit es nicht unter Tage verwendet wird, nach über Tage gefördert und abgeleitet. Mit Einstellung des Endlagerbetriebes wird auch diese Wasserhaltung eingestellt. Das Grundwasser aus dem den Endlagerbereich umgebenden Gebirge wird dann in die Resthohlräume des verfüllten Grubengebäudes eindringen. Dieser Vorgang wird mit einer Dauer von ca. 1000 Jahren abgeschätzt. Nachdem der Grundwasserstand im verfüllten Grubengebäude das Niveau des umgebenden Gebirges erreicht hat, beginnt eine Durchströmung des Grubengebäudes mit Grundwasser. Das aus dem Endlager austretende salzhaltige Tiefengrundwasser kann entsprechend den hydrogeologischen Gegebenheiten und den Ergebnissen hydraulischer Modellrechnungen im Bereich Calberlah, ca. 50 km nordöstlich des Endlagers, in oberflächennahe Grundwasserhorizonte gelangen.

Für die radioaktiven Abfälle sind auf dem hydrogeologischen Modell basierende Ausbreitungsrechnungen vorgenommen worden. Dabei wurde der Salzgehalt des kontaminierten Grundwassers vernachlässigt, was zu höheren Grundwasserfließgeschwindigkeiten führt. Als Einflussgrößen für die Ausbreitungsrechnungen

sind weiterhin der radioaktive Zerfall, Verdünnung im Grundwasser, Sorption, Dispersion und Diffusion berücksichtigt. Nach diesen Rechnungen wird die durch die Kontamination des oberflächennahen Grundwassers resultierende potentielle effektive Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung durch radioaktive Nuklide geringer als 0,3 mSv im Jahr sein. Dieser Wert wird heute international (ICRP; IAEA, NEA) bei der Endlagerung radioaktiver Stoffe als Bewertungsmaßstab herangezogen; er ist im Übrigen identisch mit dem Grenzwert für die effektive Dosis gemäß § 47 Abs. 1 StrlSchV /35/, der die Strahlenexposition durch Ableitungen im bestimmungsgemäßen Betrieb regelt. Die Transportzeit des Grundwassers vom Endlagerhorizont bis in das oberflächennahe Grundwasser beträgt mindestens ca. 300.000 Jahre.

Zu den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen im Endlagerbereich liegt ein im Auftrag der Planfeststellungsbehörde erstelltes Gutachten des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (NLfB) als eine wesentliche Grundlage der atomrechtlichen Langzeitsicherheitsbetrachtung vor /1/. Das Gutachten des Technischen Überwachungsverein Hannover/ Sachsen-Anhalt (TÜV) zum Endlager Konrad /2/ greift insbesondere in dem Teil 2: Langzeitsicherheit hierauf zurück.

Mit den radioaktiven Abfällen werden auch große Mengen nichtradioaktiver Stoffe ins Endlager verbracht. Von den nichtradioaktiven Stoffen ist ein erheblicher Teil geeignet, nachteilige Veränderungen des Grundwassers (§ 137 NWG /28/) zu bewirken. Diese einzulagernden nichtradioaktiven schädlichen Stoffe sind aufgelistet und mengenmäßig erfasst. In der Nachbetriebsphase nach Abschluss der Einlagerung werden die Resthohlräume im Endlagerbereich mit salzhaltigem Poren- bzw. Kluftgrundwasser aufgefüllt werden. Dabei wird in dieser Betrachtung konservativ unterstellt, dass das gesamte Abfallgebindevolumen in dem mit einer Menge von 1 Mio. m<sup>3</sup> abgeschätzten Grundwasser vollständig gelöst sein wird und dass dadurch das saline Grundwasser mit Radionukliden und anderen schädlichen Stoffen kontaminiert wird. Gemäß den Ergebnissen der Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit werden Radionuklide und andere Stoffe in einem Zeitraum von mindestens ca. 300.000 Jahren mit dem salinen Grundwasser in das oberflächennahe Grundwasser transportiert. Für diesen Transport wird eine Verdünnung zugrundegelegt, die mit den Verdünnungsfaktoren aus den atomrechtlichen Langzeitsicherheitsbetrachtungen im Einklang steht.

## 2. Gehobene Erlaubnis

Die Voraussetzungen zur Erteilung einer gehobenen Erlaubnis gemäß §11 Abs. 1 NWG /28/ sind erfüllt. Gemäß § 11 Abs.1 NWG /28/ kann auf Antrag eine Erlaubnis als gehobene Erlaubnis erteilt werden, wenn daran ein öffentliches Interesse oder ein berechtigtes Interesse des Unternehmers besteht.

Da diese Erlaubnis notwendiger Bestandteil für die Errichtung und den Betrieb des planfestgestellten Endlagers für radioaktive Abfälle gemäß § 9a Abs.3 AtG /4/ ist, hat der Antragsteller ein berechtigtes Interesse an der Erteilung einer gehobenen Erlaubnis. Es kann in Anbetracht des Umfangs des Vorhabens und der mit der Verwirklichung des Vorhabens zu erfüllenden Aufgabe dem Antragsteller nicht zugemutet werden, sein Vorhaben ohne gesicherte Rechtsstellung auf Benutzung des Gewässers gegenüber Dritten durchzuführen.



Zur Sicherung der Rechtsstellung des Antragstellers als Benutzer sind durch die Rechtswirkung der gehobenen Erlaubnis gemäß § 11 Abs. 2 NWG /28/ gegenüber dem Erlaubnisinhaber Ansprüche auf Unterlassung wegen nachteiliger Wirkungen der Benutzungen ausgeschlossen. Nach Ermittlung und Berücksichtigung der im Verfahren geltend gemachten Einwendungen soll der Erlaubnisinhaber privatrechtlichen Ansprüchen auf Unterlassung der Benutzung, die dem Vorhaben nachträglich die Grundlage entziehen würden, nicht mehr ausgesetzt sein.

Privatrechtliche Ansprüche auf Beseitigung der Störung und Herstellung von Schutzeinrichtungen sind damit nicht ausgeschlossen; der Anspruch auf Schadensersatz bleibt unberührt.

Gemäß § 11 NWG /28/ gelten für Verfahren zur Erteilung gehobener Erlaubnisse § 13 Abs. 3 bis 5 und § 24 NWG /28/ entsprechend. Das atomrechtliche Planfeststellungsverfahren hat die hierin geregelten Verfahrensschritte für die wasserrechtlichen Erlaubnisse eingeschlossen.

### 3. Erlaubnispflicht

Die geplante Endlagerung radioaktiver Abfälle im Bergwerk Konrad ist eine Benutzung von Gewässern im Sinne des § 4 Abs. 2 Nr. 2 NWG /28/, die der Erlaubnis gemäß § 3 Abs. 1 NWG /28/ bedarf. Danach gelten als Benutzung auch folgende Einwirkungen:

Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen.

Nach Angaben des Gutachters der Planfeststellungsbehörde /2/ ist eine Kontamination des salzhaltigen Grundwassers mit Radionukliden und sonstigen Stoffen im Endlagerbereich zu erwarten und als Ergebnis der durchgeführten Modellrechnungen ein Eintrag von Radionukliden und schädlichen Stoffen in das oberflächennahe Grundwasser nicht auszuschließen.

Die Tatbestandsmerkmale des § 4 Abs. 2 Nr. 2 NWG /28/ sind erfüllt. Die Ablagerung radioaktiver Abfälle ist eine Maßnahme, die geeignet ist, schädliche Veränderungen der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen.

Geeignet ist eine Maßnahme, die schädliche Wirkungen hervorruft, wenn der Eintritt der Folgen möglich ist oder nicht nur eine ganz entfernt liegende theoretische Möglichkeit einer schädlichen Veränderung des Wasser besteht. Diese Voraussetzung ist vorliegend gegeben.

Zudem ist auch mit einer dauerhaften, im Sinne des § 4 Abs. 2 Nr. 2 NWG /28/ schädlichen Veränderung zu rechnen; die Modellrechnung geht von kalkulierbaren Zeiträumen von mehr als 300.000 Jahren aus. Die mögliche Belastung kann nicht von vornherein als nur von unerheblichem Ausmaß gewertet werden, da zumindest im Bereich des tiefen Grundwassers eine erhebliche Kontamination stattfindet.

Durch die Zusammensetzung der radioaktiven Abfälle aus Radionukliden und sonstigen schädlichen Stoffen, die geeignet sind, nachteilige Veränderungen herbeizuführen, ergibt sich die Erlaubnispflicht für die Endlagerung der Abfälle aufgrund der vorgenannten Einwirkungen gleich mehrfach. Zu den sonstigen schädlichen Stoffen werden hier die Stoffe gerechnet, die in der Anlage zur Grundwasserverordnung, Liste I und Liste II, aufgeführt sind, sowie darüberhinaus

die Stoffe, für die in der Trinkwasserverordnung oder anderen Regelwerken Prüf-/Grenzwerte (IV.4.3.2) festgesetzt sind. Die von den Radionukliden, den Stoffen der Liste I und den Stoffen der Liste II der Anlage zur Grundwasserverordnung sowie den weiteren schädlichen Stoffen ausgehenden möglichen Veränderungen des Grundwassers begründen jeweils für sich betrachtet eine Erlaubnispflicht.

- Die geplante Endlagerung von Radionukliden bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis, da auf der Grundlage der Modellrechnungen eine radioaktive Kontamination des Grundwassers zu erwarten ist.
- Die geplante Endlagerung von Stoffen der Liste I, die als Bestandteile des radioaktiven Abfalls neben den Radionukliden anfallen, ist als Benutzung im Sinne des § 4 Abs. 2 Nr. 2 NWG /28/ erlaubnispflichtig.

Die Stoffe der Liste I, die mengenmäßig bestimmt sind (o.g. unter I.2), machen bereits ca. 4.100 Tonnen aus. Bei der zugrunde liegenden Annahme, dass der gesamte Endlagerinhalt in 1 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser gelöst wird, ergibt sich aus diesen 4.100 Tonnen an Stoffen insgesamt eine Konzentration von ca. 4,1 g/l (gelöste Stoffe je Liter Grundwasser). Dieser Wert liegt selbst bei Einrechnung einer 10.000-fachen Verdünnung noch weit über dem Referenzsummenwert von 0,5 Mikrogramm/Liter (g/l) bzw. dem Einzelstoffgrenzwert von 0,1 g/l, die für Trinkwasser gemäß der Anlage 2 Lfd. Nr. 13 zur Trinkwasserverordnung /70/ für die Unschädlichkeit von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln herangezogen werden, so dass keine Maßnahme von nur unerheblichem Ausmaß vorliegt.

- Auch für Stoffe der Liste II bedarf es einer Erlaubnis, da sie zum Teil als Bestandteile des radioaktiven Abfalls anfallen, oder als Material zur Fixierung und zur Verpackung der radioaktiven Abfälle in das Endlager gelangen.
- Die sonstigen schädlichen Stoffe, die nicht in Liste I oder II erfasst sind, sind in den unter IV.4.3.2 aufgeführten Regelwerken durch Prüf-/Grenzwerte festgesetzt oder im Einzelfall begründet. Auch durch diese Stoffe ist die Möglichkeit einer nachteiligen Veränderung der Beschaffenheit des Wassers gegeben.

Die Auffassung des Antragstellers im Antragsschreiben vom 09.02.95 und im Schreiben vom 08.10.97, ET-E 1.4/Hä 9K/1320/BA/AC/0233/00, ein erlaubnispflichtiger Tatbestand sei nicht gegeben, weil dem Formationswasser kein Nutzwert zukomme und es derzeit und in den kommenden 300.000 Jahren von der Biosphäre ausgeschlossen sei, ist für den Gesichtspunkt der Erlaubnispflichtigkeit nicht von Belang.

Der Antragsteller hat auf Anregung der Planfeststellungsbehörde die gehobene Erlaubnis beantragt. Da für das Vorhaben ein Planfeststellungsverfahren nach Atomrecht notwendig war, hat gemäß § 31 Abs. 1 NWG /28/ die verfahrensführende Behörde im Einvernehmen mit der zuständigen Wasserbehörde auch über die wasserrechtliche Erlaubnis entschieden.

#### 4. Bewertung

Gemäß § 137 Abs. 2 Satz 1 NWG /28/ dürfen Stoffe nur so gelagert oder abgelagert werden, dass eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften nicht zu besorgen ist. Mit nachteiligen Veränderungen ist im vorliegenden Fall hinsichtlich des Eintrags radioaktiver Stoffe, sonstiger schädlicher Stoffe sowie auch des Eintrags gefährlicher Stoffe, die in der Anlage zur Grundwasserverordnung /71/ in den Listen I und II benannt sind, nicht zu rechnen.

##### 4.1 Endlagerung

Eine Besorgnis der nachteiligen Veränderung des Grundwassers gemäß § 137 Abs. 2 NWG /28/ durch die Kontamination mit Radionukliden und gefährlichen Stoffen ist nicht gegeben. Schutzgut des § 137 Abs. 2 NWG /28/ ist das Grundwasser, wobei das gesamte Grundwasser, das infolge der Ablagerung radioaktiver Abfälle im Bergwerk Konrad kontaminiert werden kann, in die Betrachtung einbezogen werden muss.

Die Ablagerung radioaktiver Abfälle ist nur dann erlaubnisfähig, wenn eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften des Grundwassers nicht zu besorgen ist, d.h., wenn sich die Eigenschaften des Wassers im Vergleich zur vorherigen Beschaffenheit nicht verschlechtern. Zur Besorgnis einer nachteiligen Veränderung genügt es, wenn die Möglichkeit eines entsprechenden Schadenseintritts nach den gegebenen Umständen und im Rahmen einer sachlich vertretbaren, auf konkreten Feststellung beruhenden Prognose nicht von der Hand zu weisen ist.

##### 4.2 Nachteilige Veränderung des „Tiefengrundwassers“

Aufgrund der vorliegenden hydrogeologischen Verhältnisse ist eine Unterscheidung zwischen dem tiefen Grundwasser und dem oberflächennahen Grundwasser zulässig. Das oberflächennahe Grundwasser liegt in den quartären, teils tertiären Porengrundwasserleitern und in den oberflächennahen Kluftgrundwasserleitern der oberkretazischen Kalk- und Mergelschichten vor. Dieses Grundwasser ist meist nur gering mineralisiert, steht in Verbindung mit oberirdischen Gewässern und wird unmittelbar durch den hydrologischen Kreislauf (mit Niederschlag, Verdunstung, Abstrom) beeinflusst. Das oberflächennahe Grundwasser reicht nach den örtlichen geologischen Verhältnissen bis in die Tiefen von weniger als 10 m bis unter 100 m unter Geländeroberfläche hinab. Es wird durch den Menschen nach Menge und Qualität mehr oder minder stark beeinflusst.

Das Tiefengrundwasser liegt, vom oberflächennahen Grundwasser abgetrennt durch die äußerst gering durchlässigen Unterkreideschichten, in gering bis geringst leitenden Horizonten vor. In diesen Grundwassergeringleitern ist das Tiefengrundwasser generell mit der Tiefe zunehmend stärker mineralisiert. Dieses salzhaltige Tiefengrundwasser ist weitgehend stagnierend. Hydro- und isotopenchemische Untersuchungen deuten auf ein hohes Alter des Tiefengrundwassers hin. Eine Nutzung dieses Tiefengrundwassers findet nicht statt und steht unter Berücksichtigung von Beschaffenheit, Gewinnbarkeit und Ergiebigkeit auch nicht zu erwarten.

In Anbetracht der besonderen Umstände des konkreten Falls kann die Anwendbarkeit des § 137 Abs. 2 NWG /28/ im Hinblick auf die Bewertung nachteiliger Veränderungen des oberflächennahen Grundwassers beschränkt bleiben.

Es ist ein komplexer Sachverhalt über einen Zeitraum von mehreren Hunderttausend Jahren zu betrachten. Die Wirkungen, die unter dem Blickwinkel der Besorgnis nachteilige Veränderungen des Grundwassers zu bewerten sind, werden erst nach den genannten langen Zeiträumen auftreten. Die Langzeitsicherheit des Endlagers wird wesentlich bestimmt durch das Zusammenwirken verschiedener natürlicher und technischer Barrieren. Angesichts dieses komplexen, durch Langzeitbetrachtung, Prognose und Sicherheitsanalyse geprägten Sachverhalts galt es, Kriterien zu finden, nach denen beurteilt werden konnte, ob eine nachteilige Veränderung der Eigenschaft des Grundwassers zu besorgen ist. Zu diesem Zweck wurde die Rechtsprechung zum Atom- und Strahlenschutzrecht herangezogen und die Übertragbarkeit auf die wasserrechtliche Fragestellung geprüft.

Das Atomrecht schreibt vor, dass "die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist (§ 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG /4/)". Es besteht das Erfordernis, im Sinne der Vorsorge auch potentielle Gefahren aufgrund von Wissenslücken, einen Gefahrverdacht oder ein Besorgnispotential auszuschließen.

Vergleicht man diese zu § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG /4/ entwickelten Anforderungen mit denen, die zur Auslegung des § 34 Abs. 2 WHG /46/ § 137 Abs. 2 NWG /28/ aufgestellt sind, so zeigen sich deutliche Ähnlichkeiten. Eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften ist immer schon dann zu besorgen, wenn die Möglichkeit eines entsprechenden Schadeneintritts nach gegebenen Umständen und im Rahmen einer sachlich vertretbaren, auf konkreten Feststellungen beruhenden Prognose nicht von der Hand zu weisen ist (BVerwG, U.v. 12.09.1980, ZfW 1981, 87, (89)). Sowohl das Atomrecht als auch das Wasserrecht stellen einen äußerst strengen Maßstab auf, was die Besorgnis eines Schadeneintritts angeht. Das Atomrecht bezieht sich dabei auf die schädliche Wirkung ionisierender Strahlen auf Leben, Gesundheit und Sachgüter (§ 1 Nr. 2 AtG/4/). Schutzgut des Wasserrechts ist demgegenüber der Wasserhaushalt, mit dem Ziel, die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes zu schützen.

Zwar umfasst die Prüfung der nachteiligen Veränderung auch die Veränderungen durch ionisierende Strahlung, Grenzwerte für bestimmte Strahlendosen oder Konzentrationen gibt es im Wasserrecht jedoch nicht. Die im Atomrecht festgelegten Grenzwerte haben für die wasserrechtliche Entscheidung nicht unmittelbare Geltung, so dass der dem Atomrecht zugrundegelegte Schadensbegriff, der in Abhängigkeit zur Einhaltung der Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung zu sehen ist, nicht automatisch auch Maßstab zur Prüfung des Vorliegens "nachteiliger Veränderungen" im Sinne des § 137 Abs. 2 NWG /28/ ist. Auch wenn atomrechtliche Grenzwerte eingehalten werden, bedarf es einer gesonderten Betrachtung der möglichen Beeinträchtigungen des Wasserhaushaltes am Maßstab des Wasserrechts.

Im vorliegenden Fall ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Gesetzgeber mit dem Stand von Wissenschaft und Technik - § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG /4/- einen äußerst anspruchsvollen Standard vorgesehen hat, wonach diejenige Vorsorge gegen Schäden zu treffen ist, die nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen für erforderlich gehalten wird. Im Rahmen der Betrachtung der atomrechtlichen Langzeitsicherheit ist dementsprechend bei der Risikoermittlung und Risikobewertung nach Maßgabe des sich daraus ergebenden Besorgnispotentials durch hinreichend konservative Annahmen diesen Anforderungen Rechnung getragen worden. Dies vorausgesetzt

führt dazu, dass im Rahmen der wasserrechtlichen Prüfung nach § 137 Abs. 2 NWG /28/ eine differenzierende Betrachtung des Tiefengrundwassers und des oberflächennahen Grundwassers zulässig ist.

Zwar ist bei der wasserrechtlichen Prüfung nach § 137 Abs. 2 NWG /28/ dem Grunde nach das gesamte Grundwasser zu betrachten, so dass Gesichtspunkte wie

- mit der Ausbreitung des mit Radionukliden und gefährlichen Stoffen kontaminierten Grundwassers im Endlager (Nahbereich) wird innerhalb von 1000 Jahren gerechnet, mit der Ausbreitung im Deck- und Nebengebirge (Fernbereich) über mehr als 300.000 Jahre;
- die betroffene, das Tiefengrundwasser einschließende Gesteinsschicht ist ein "Grundwassergeringleiter";
- der betroffene Bereich ist ein geohydraulisch weitgehend selbständiges Gebiet, die betroffene Gesteinsschicht (Endlagerformation) ist weitgehend von tieferen und höheren wasserführenden Schichten hydraulisch abgetrennt;

einzelnen für sich betrachtet Relevanz besitzen. Das Zusammentreffen all dieser Gesichtspunkte sowie ihre Bewertung lassen jedoch eine Unterscheidung zu, die zur Folge hat, dass das Tiefengrundwasser für sich allein betrachtet aus den genannten Gründen im vorliegenden Fall nicht in den Schutzbereich des § 137 Abs. 2 NWG /28/ fällt.

Das Tiefengrundwasser in dem Grundwassergeringleiter befindet sich in einem geohydraulisch weitgehend selbständigen Gebiet, so dass auch unter pessimistischen Annahmen keine weiteren als die in der Langzeitsicherheitsbetrachtung dargestellten Kontakte zu weiteren Grundwasservorkommen entstehen können. Da das Tiefengrundwasser aufgrund seiner geringen Menge in Verbindung mit seiner Tiefenlage, seiner hohen Mineralisierung und der weitgehenden Abgeschlossenheit schlechterdings keinen Ge- oder Verbrauchswert für Mensch, Tier oder Pflanze besitzt, ist die Unterscheidung zwischen Tiefengrundwasser und oberflächennahem Grundwasser zulässig. Das Tiefengrundwasser ist im Hinblick auf eine mögliche nachteilige Veränderung im Sinne des § 137 Abs. 2 NWG /28/ nur insoweit zu betrachten, als von diesem Tiefengrundwasser die Auswirkungen auf das oberflächennahe Grundwasser ausgehen. Darüber hinaus ist im vorliegenden Fall das Tiefengrundwasser für sich allein nicht zu betrachten.

#### 4.3 Nachteilige Veränderung des oberflächennahen Grundwassers

Wie bereits im Sachverhalt dargestellt, kann das aus dem Endlager austretende salzhaltige Grundwasser aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten und der Ergebnisse hydraulischer Modellrechnungen im Bereich Calberlah, ca. 50 km nordöstlich des Endlagerstandortes, in oberflächennahe Grundwasserhorizonte gelangen. Die Transportzeit beträgt mindestens ca. 300.000 Jahre.

Auch für das oberflächennahe Grundwasser ist nach Prüfung des Gesamtablaufs eine schädliche Verunreinigung oder eine sonstige nachteilige Veränderung der Grundwassereigenschaften nicht zu besorgen. § 137 Abs. 2 NWG /28/ steht einer Benutzungserlaubnis gemäß § 3 Abs. 1 NWG /28/ nicht entgegen.

Es sind im Folgenden vier Sachverhalte näher zu betrachten.

Mit der Ablagerung des radioaktiven Abfalls werden Radionuklide sowie nichtradioaktive Stoffe in das Grundwasser gelangen. Die unterschiedlichen Gefährdungspotentiale durch die Radionuklide, die Stoffe der Liste I und die Stoffe der Liste II der Anlage zur Grundwasserverordnung /71/ sowie der sonstigen schädlichen Stoffe bedingen jeweils eigenständige Prüfungen und Bewertungen der möglichen nachteiligen Veränderungen.

#### 4.3.1 Nachteilige Veränderung des oberflächennahen Grundwassers durch den Eintrag von Radionukliden

Aufgrund der nach den Modellrechnungen ermittelten möglichen Kontaminationen des oberflächennahen Grundwassers mit Radionukliden ist eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften dieses Grundwassers nicht gegeben.

Ein Vergleich zwischen der Beschaffenheit des oberflächennahen Grundwassers zum heutigen Zeitpunkt und nach der Kontamination infolge der vom Endlager ausgehenden radioaktiven Belastung hat ergeben, dass die Zusatzbelastung in hinreichendem Maße geringer ist als die vorhandene Ist-Belastung. Eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften des oberflächennahen Grundwassers durch die Einlagerung von Radionukliden ist bei dem ermittelten Abstand zu den Grenzwerten bzw. der ohnehin vorhandenen natürlichen Radionuklidkonzentration nicht anzunehmen.

Ausgangspunkt dieser Überlegungen ist die Tatsache, dass Grundwasser eine natürliche Radioaktivität in erheblich schwankenden Größenordnungen enthält. Hier ist nicht wie im Falle einer gezielten Einleitung von radioaktiven Stoffen ins Grundwasser nur die dadurch bedingte Zusatzbelastung zu betrachten. In Anbetracht der hier zugrundegelegten konservativen Berechnung der im oberflächennahen Grundwasser möglichen Zusatzbelastung ist auch die verbleibende Ungewissheit der tatsächlich zu erwartenden Belastung im Rahmen des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes zu berücksichtigen. Dies geschieht in der Weise, dass zwar die im Modell errechneten ungünstigen Belastungen zugrundegelegt werden, aber bei der Beurteilung, ob sie eine nachteilige Veränderung bewirken, auch die Ungewissheit ihres tatsächlichen Eintretens unter Bezugnahme auf die vorhandene Ist-Belastung berücksichtigt wird.

Welche Werte für potentielle zusätzliche Belastungen des oberflächennahen Grundwassers in diesem rechtlichen Rahmen noch als erlaubnisfähig gelten, wird im Folgenden näher betrachtet. Dabei werden für die Bewertung der Belastung des oberflächennahen Grundwassers durch den Eintrag von Radionukliden folgende Betrachtungen angestellt.

- Die natürlich vorhandene Radionuklidkonzentration im Grundwasser wird mit der errechneten endlagerbedingten Zusatzbelastung im oberflächennahen Grundwasser verglichen.
- Die Radionuklidkonzentration im oberflächennahen Grundwasser ist die Ausgangsgröße für die Berechnung der potentiellen Strahlenexposition. Die errechnete potentielle Strahlenexposition wird an den Grenzwerten der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung, StrlSchV /35a/) in der Fassung

der Bekanntmachung vom 30. Juni 1989, BGBl. I S. 1321 sowie der Neufassung der StrlSchV /35/ vom 20.07.2001, gemessen.

- International besteht Konsens, dass eine jährliche individuelle effektive Dosis in der Größenordnung von 10 Mikrosievert/Jahr ( $\mu\text{Sv/a}$ ) als Minimierungsgrenze geeignet ist, unter der jede Minimierungsmaßnahme aus radiologischer Sicht nur noch vernachlässigbaren Nutzen bringt. Dies entspricht dem international anerkannten "de-minimis-Konzept" der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) und den Grundsätzen der EURATOM für die Festsetzung von Freigrenzen. Vorgänge, die nicht mehr als diese Wirkung auslösen, bedürfen heute keiner zusätzlichen strahlenschutzrechtlichen Kontrolle und Maßnahme mehr. Diese Minimierungsgrenze ist auch für die wasserrechtliche Bewertung anwendbar, da andere wasserrechtliche Grenzwerte nicht vorhanden sind und dieser im Hinblick auf zu betrachtende Schutzgüter dem Minimierungsgebot des Wasserrechts entspricht.

Die Betrachtung der radioaktiven Zusatzbelastung und der sich hieraus ergebenden Strahlenexposition ist bereits im Planfeststellungsbeschluss aus atomrechtlicher Sicht vorgenommen worden. Die atomrechtliche Bewertung hat zu dem Ergebnis geführt, dass aus radiologischer Sicht keine unzulässigen Freisetzungen von Radionukliden in die Biosphäre zu erwarten sind. Die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden ist danach nachgewiesen. Auf diese Betrachtung wird hier zurückgegriffen. Für die wasserrechtliche Bewertung wird jedoch eine ergänzende Betrachtung zusätzlich vorgenommen.

Als Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen werden zwei signifikante Maxima an Radionuklidkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser erwartet. Das erste Maximum wird nach ca. 300.000 Jahren auftreten. Hier ist I 129 gemäß § 45 StrlSchV /35a/ und der zugehörigen AVV /6/ mit einer jährlichen effektiven Äquivalentdosis von 14  $\mu\text{Sv}$  für Erwachsene und 11  $\mu\text{Sv}$  für Kleinkinder das bestimmende Nuklid; Cl 36, Ca 41, Se 79 und - zeitlich später erwartet - Tc 99 erbringen Äquivalentdosen, die um zwei bis fünf Zehnerpotenzen geringer sind. Nach ca. 8,7 Millionen Jahren wird das zweite Maximum auftreten. Das für dies Maximum signifikante Nuklid ist Ra 226, ein Folgeprodukt von U 238. Wegen der bereits im Planfeststellungsbeschluss vorgenommenen umfassenden atomrechtlichen Bewertung ist die ausführliche wasserrechtliche Betrachtung auf die beiden Nuklide I 129 und Ra 226 zu beschränken. Da die nuklidspezifischen Dosismaxima zeitlich versetzt im oberflächennahen Grundwasser auftreten, ist eine Kumulierung nicht zu betrachten. Iod 129 ist von Natur aus im Grundwasser praktisch nicht vorhanden. Dieser Ist-Belastung von nahe Null steht die errechnete Zusatzbelastung im oberflächennahen Grundwasser infolge des Endlagers Konrad von 40  $\text{Bq/m}^3$  gegenüber.

Die aus der Zusatzbelastung errechnete potentielle Strahlenexposition als effektive Dosis beträgt für Erwachsene 14  $\mu\text{Sv/a}$  und 11  $\mu\text{Sv/a}$  für ein Kleinkind. Eine vergleichende Betrachtung von natürlicher Ist-Belastung und Zusatzbelastung ist für dies Nuklid nicht durchführbar. Hier ist die Wirkung des Nuklideintrages zu bewerten. Die effektive Dosis als Maß für die potentielle Strahlenexposition durch I 129 mit 14  $\mu\text{Sv/a}$  für Erwachsene und 11  $\mu\text{Sv/a}$  für Kleinkinder liegt weit unterhalb des Grenzwertes nach § 45 Abs. 1 StrlSchV

/35a/ von 300  $\mu\text{Sv/a}$ . Darüberhinaus liegt die potentielle Strahlenexposition mit diesen Werten in der Größe der Minimierungsgrenze von 10  $\mu\text{Sv/a}$ , so dass hieraus eine nachteilige Veränderung des oberflächennahen Grundwassers nicht abzuleiten ist. Mit dem vorhandenen Sicherheitsabstand zu dem strahlenschutzrechtlichen Grenzwert und der unmittelbaren Nähe zur Minimierungsgrenze ist vielmehr eine nachteilige Veränderung auszuschließen.

Die weiteren sicherheitlich relevanten Nuklide (I.1) neben I 129 und Ra 226 führen nur zu unerheblichen Belastungen des Grundwassers.

Die nach ca. 300.000 Jahren gemeinsam mit I 129 auftretenden Nuklide (Cl 36, Ca 41 und Se 79) sowie das später folgende Nuklid Tc 99 führen gegenüber I 129 zu einer so geringen Dosis, dass deren Wirkungen hier nicht gesondert zu betrachten sind. Mit der Bewertung der Wirkungen des Nuklids I 129 ist die Bewertung insoweit abdeckend.

Der Ist-Gehalt (natürliche Konzentration) an Ra 226 im Grundwasser liegt in Niedersachsen überwiegend im Bereich zwischen 1 und 10  $\text{Bq/m}^3$ , der Medianwert beträgt 4,5  $\text{Bq/m}^3$ . Als maximale Zusatzbelastung durch das genehmigte radioaktive Inventar (I.1) im Endlager Konrad sind 1,6  $\text{Bq/m}^3$  errechnet worden. Damit liegt die Zusatzbelastung im unteren Bereich der natürlich vorgegebenen Schwankungsbreite und beträgt etwa ein Drittel des Medianwertes. Auch eine Einbeziehung des Urangehaltes aus I.3 ändert hieran praktisch nichts.

Mit diesen Konzentrationswerten für Radium errechnen sich mit den Modellen und Parametern der StrlSchV /35a/ und der AVV /6/ zu § 45 StrlSchV /35/ folgende Strahlenexpositionen:

Strahlenexposition durch Grundwasser in Niedersachsen (Medianwert) ergibt eine effektive Dosis Ra 226 für einen Erwachsenen von 76  $\mu\text{Sv/a}$ , für ein Kleinkind von 84  $\mu\text{Sv/a}$ . Die Zusatzbelastung durch das Endlager Konrad ist mit einer effektiven Dosis von 27  $\mu\text{Sv/a}$  für einen Erwachsenen und von 30  $\mu\text{Sv/a}$  für ein Kleinkind errechnet. Der entsprechende Grenzwert für die effektive Dosis beträgt nach § 45 Abs. 1 StrlSchV /35a/ 300  $\mu\text{Sv/a}$ . Die Zusatzbelastung ist zwar um etwa den Faktor drei größer als der Minimierungsgrenze von 10  $\mu\text{Sv/a}$  (IAEA und EURATOM), aber in der gleichen Größenordnung.

Die endlagerbedingte Zusatzbelastung durch Ra 226 ist gegenüber der natürlichen Ist-Belastung vergleichsweise gering. Die effektive Dosis hierdurch beträgt etwa ein Drittel der für Niedersachsen von Natur aus im Mittel vorhandenen Effektivdosis durch Ra 226 im Grundwasser und liegt weit unter dem Grenzwert der StrlSchV. Bei den hiermit gegebenen Sicherheitsabständen und zusätzlich der Ungewissheit des tatsächlichen Eintretens der errechneten Belastungen ist bezogen auf Ra 226 nach den o.g. Bewertungsgrundsätzen keine nachteilige Veränderung des oberflächennahen Grundwassers gegeben.

Die Nuklide Th 232, U 238 und Th 228 treten gemeinsam mit Ra 226 im oberflächennahen Grundwasser auf. Gemäß den Ergebnissen der atomrechtlichen Langzeitsicherheitsbetrachtung werden diese Nuklide mit Konzentrationen im unteren Bereich der Schwankungsbreite der vorhandenen Ist-Belastungen in der Natur erwartet. Für diese gilt daher die gleiche Bewertung wie zu Ra 226.



Die unter I.1 nicht genannten Radionuklide, die eingelagert werden können, sind in den /EU 36.01, EU 327, EU 366 und EU 117/ angegeben. Eine nuklidspezifische Begrenzung dieser Radionuklide ist wegen der jeweils geringen Mengen und Aktivitäten nicht erforderlich. Durch die Festlegung der Gesamtaktivitäten für Alpha-Strahler und Beta-/Gamma-Strahler ist hierfür eine ausreichende Regelung getroffen. Um die von den Gesamtaktivitäten auf diese Radionuklide entfallenden Anteile eindeutig bestimmen zu können, ist die Erfassung der Aktivitäten der Radionuklide H 3 und C 14 (I.1) notwendig, obwohl wegen der spezifischen Halbwertszeiten ausgeschlossen werden kann, dass nachteilige Veränderungen im Grundwasser durch diese Nuklide verursacht werden.

Für eine ergänzende Betrachtung von möglichen nachteiligen Veränderungen aufgrund chemisch- physikalischer Eigenschaften werden von den Alpha-Strahlern die Mengen der Uranisotope (s. 4.3.2.2) und der Thoriumisotope (s. 4.3.2.3) bei der Bewertung nachteiliger Veränderungen durch nichtradioaktive Stoffe berücksichtigt. Darüberhinaus wird Blei als stabiles Zerfallsprodukt dieser Isotope zusätzlich betrachtet (s. 4.3.2.2). Andere Alpha-Strahler fallen nur in so geringen Mengen an, dass eine zusätzliche Bewertung aufgrund der chemisch-physikalischen Eigenschaften nicht erforderlich ist.

Von den Beta-/Gamma-Strahlern ist nur Jod 129 in einer Menge zu erwarten, dass eine Bewertung der möglichen nachteiligen Veränderungen aufgrund chemisch-physikalischer Eigenschaften nicht von vornherein entfallen kann. Jod 129 ist gemäß dem unter 4.3.2 genannten Modell mit einer rechnerischen Konzentration von 0,01 µg/l im oberflächennahen Grundwasser zu erwarten. Diese Konzentration unterschreitet den Vorsorgewert von 0,1 µg/l (4.3.2); die gemessene Konzentration von Jod im oberflächennahen Grundwasser wird in /EU 509/, Tab. 32 und 33, mit 10 bzw. 20 µg/l angegeben. Eine nachteilige Veränderung durch die chemischphysikalischen Eigenschaften von Jod 129 ist demnach nicht gegeben.

Die Strahlenschutzverordnung enthält in der alten Fassung wie auch in der neuen Fassung keine Vorgaben zur Berechnung der Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase eines Endlagers. Die potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung in der Nachbetriebsphase des Endlagers Konrad wurde gleichwohl analog zur Vorgehensweise während der Betriebsphase nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 45 StrlSchV /35a/ berechnet. Aufbauend hierauf wurde zur Berücksichtigung der Neufassung der StrlSchV /35/ die Strahlenexposition nach den Vorgaben der Übergangsvorschriften des § 117 Abs. 16 StrlSchV /35/ berechnet.

In den Übergangsvorschriften des § 117 Abs. 16 StrlSchV /35/ ist festgelegt, dass für ein vor dem 1. August 2001 begonnenes Planfeststellungsverfahren für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, bei dem ein Erörterungstermin stattgefunden hat, der Antragsteller den Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte des § 47 Abs. 1 StrlSchV/35/ dadurch erbringen kann, dass unter Zugrundelegung der AVV zu § 45 StrlSchV/35a/ die Einhaltung

– des Dosisgrenzwertes für die effektive Dosis des § 47 Abs. 1 Nr. 1 der StrlSchV/35/ und

– der Teilkörperdosisgrenzwerte des § 45 Abs. 1 StrlSchV/35a/

jeweils unter Berücksichtigung

- der Organe der Anlage X Tabelle X 2 StrlSchV/35a/
- der Anlage X Tabelle X 1 Fußnote 1 StrlSchV/35a/
- der Anlage X Tabelle X 2 StrlSchV/35/alt/
- der Annahmen zur Ermittlung der Strahlenexposition aus Anlage XI StrlSchV/35a/
- der Zusammenstellung der Dosisfaktoren, bekannt gegeben im BAnz. Nr. 185a vom 30.09.1989 und
- unter Berücksichtigung der Werte und Beziehungen in Anhang II der Richtlinie 96/29/EURATOM/ bei der Berechnung von Dosiswerten aus äußerer Strahlenexposition nachgewiesen wird.

Die Änderungen in den Dosiswerten (effektive Dosis), die sich aus der Neuberechnung ergeben, sind sehr gering; sie betragen maximal 2 %.

Über das Erfordernis der Regelungen in der Neufassung der StrlSchV /35/ hinaus wurde die potentielle Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase gemäß den Anforderungen nach § 47 Abs. 2 StrlSchV /35/ für 6 Altersgruppen neu berechnet.

Gemäß § 47 Abs. 2 StrlSchV /35/ ist bei der Planung von Anlagen oder Einrichtungen nach § 47 Abs. 1 StrlSchV /35/ die Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser für eine Referenzperson unter Berücksichtigung der in Anlage VII StrlSchV Teil A – C genannten Expositionspfade, Lebensgewohnheiten der Referenzperson und übrige Annahmen zu ermitteln; dabei sind die mittleren Verzehrraten der Anlage VII Teil B Tabelle 1 multipliziert mit den Faktoren der Spalte 8 zu verwenden. Zu den übrigen Annahmen zählt die Anwendung der Dosiskoeffizienten aus der Zusammenstellung BAnz. Nr.160a vom 28.08.2001. Die potentiellen radiologischen Auswirkungen in der Nachbetriebsphase des Endlagers Konrad werden nicht durch Ableitungen i.S. des § 47 Abs. 1 StrlSchV /35/ verursacht.

Für den neuen Expositionspfad „Ingestion von Muttermilch“ und für sonstige Annahmen wurden wie für den bestimmungsgemäßen Betrieb, die Rechenmodelle und Parameter des Entwurfs der AVV zu § 47 StrlSchV /35/ vom 10.01.2001 berücksichtigt.

Die Strahlenexposition in der Nachbetriebsphase wird fast vollständig durch die Tochternuklide von U-238, im Wesentlichen durch Ra-226, hervorgerufen. Lediglich zur Strahlenexposition der Schilddrüse trägt das Nuklid I-129 wesentlich bei. Bedingt durch andere Verzehraten und in diesem Fall durch die neuen Dosiskoeffizienten für die Ingestion von Ra-226 für in den bisherigen Berechnungen nicht vorgesehene Altersgruppen ergeben sich teilweise wesentlich höhere effektive Dosiswerte und Organdosiswerte als nach den bisherigen Berechnungen entsprechend § 45 StrlSchV /35a/.

Die effektive Jahresdosis liegt allerdings auch unter Berücksichtigung der Vorgaben der novellierten Strahlenschutzverordnung einschließlich der Verzehraten gem. Anlage VII Teil B Tabelle 1 Spalte 8 für alle Altersgruppen unter 0,3 mSv/a.

Die Basis der Bewertung der Langzeitsicherheit waren die zum Zeitpunkt der Feststellung gültigen gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerke, z.B. Atomgesetz, StrlSchV, Sicherheitskriterien. In

ihnen sind die Schutzziele und Bewertungsgrößen, an Hand derer die Sicherheit des Endlagers zu messen ist, dargelegt. Weiterhin wurden die internationalen Regeln und Empfehlungen der IAEA und ICRP beachtet. Als radiologischer Bewertungsmaßstab wurde die Individualdosis von 0,3 mSv/a über den gesamten betrachteten Zeitraum der Nachbetriebsphase zu Grunde gelegt. Die derzeit gültigen gesetzlichen und untergesetzlichen deutschen Regelwerke einschließlich der Neufassung der Strahlenschutzverordnung /35/ haben hinsichtlich der zur Bewertung der Langzeitsicherheit von Endlagern heranzuziehenden Maßstäbe keine Veränderung erfahren. Die Sicherheitskriterien von 1983 besitzen insoweit Gültigkeit.

Das Gesetz zu dem gemeinsamen Übereinkommen über nukleare Entsorgung /214/ formuliert Anforderungen an die Langzeitsicherheit eines Endlagers, nennt jedoch keinen Grenzwert für die effektive Dosis. Weder die früheren Fassungen der Strahlenschutzverordnung noch die Neufassung oder die EU-Grundnormen enthalten Regelungen zur Bewertung der möglichen radiologischen Auswirkungen eines Endlagers in der Nachbetriebsphase, d.h. in ferner Zukunft. Die Neufassung der Strahlenschutzverordnung ist daher zur Bewertung der radiologischen Auswirkungen des Endlagers in der Nachbetriebsphase nicht unmittelbar heranzuziehen.

Im Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad wurde bisher als Bewertungsmaßstab die Anforderung der Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Stoffe in einem Bergwerk herangezogen. In ihnen wird die Einhaltung der Grenzwerte des § 45 StrlSchV (in der damals geltenden Fassung der Bekanntmachung von 1976) /35a/, gefordert. Dies bedeutet neben der Einhaltung eines Grenzwertes für die effektive Dosis (erst mit der StrlSchV in der Fassung von 1989 eingeführt) auch die Einhaltung von Organdosisgrenzwerten.

Die Entwicklung im internationalen Raum ist weiter vorangeschritten. Die IAEA stellt mit den in RADWASS-Programm erarbeiteten Empfehlungen und insbesondere mit den Safety Fundamentals die internationale Endlagerphilosophie und den Stand der Anforderungen an das Waste Management zusammen. Die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP) repräsentiert im Bereich der Bewertung radiologischer Risiken durch Tätigkeiten oder Arbeiten den Stand von Wissenschaft und Technik.

Die Internationale Strahlenschutzkommission hat im Dezember 1998 in ICRP 81/49/ ihre Empfehlung zur Bewertung der radiologischen Auswirkung der Endlagerung radioaktiver Abfälle sowie im Juni 1999 in ICRP 82 zur Bewertung von Situationen mit langandauernden Strahlenexpositionen ergänzt und konkretisiert. Frühere Empfehlungen z.B. in ICRP 46, ICRP 60 und ICRP 77/49/, bleiben weiterhin gültig. Die ICRP empfiehlt in ICRP 81 als Bewertungsmaßstab für die möglichen radiologischen Auswirkungen eines Endlagers durch natürliche Ursachen eine Individualdosis von 0,3 mSv/a für die effektive Dosis oder ein entsprechendes Risikoäquivalent. Auch für den Nachweiszeitraum, für den eine Prognose wissenschaftlich möglich ist, wird dieser Bewertungsmaßstab von der ICRP nicht als Dosisgrenzwert (dose limit) sondern als Dosisbeschränkung (dose constraint) empfohlen, der schon eine ausreichende Optimierung des Strahlenschutzes einschließt.

Die ICRP hat bereits 1990 in ICRP 60/49/ ausdrücklich festgestellt, dass durch das von ihr festgelegte Konzept zur Berechnung der effektiven Dosis zusätzliche Grenzwerte für Organe oder Körperteile nicht erforderlich sind (mit Ausnahme der Augenlinse und für lokale Bestrahlung der Haut, die aber für den Bereich der Langzeitsicherheit nicht relevant sind). Die Euratom-Grundnorm, Basis für die Neufassung der Strahlenschutzverordnung, hat dieses Konzept als Stand von Wissenschaft und Technik übernommen. International (ICRP; IAEA, NEA) wird heute für die Bewertung der

radiologischen Auswirkungen bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle eine effektive Jahresdosis von 0,3 mSv/a für Einzelpersonen der Bevölkerung als Bewertungsmaßstab vorgeschlagen. Dieser Wert ist identisch mit dem Grenzwert für die effektive Dosis gemäß § 47 Abs. 1 StrlSchV /35/, der die Strahlenexposition durch Ableitungen im bestimmungsgemäßen Betrieb regelt. Die Bewertung von Organdosiswerten ist, abgesehen von den genannten Ausnahmen, nicht vorgesehen. Daher ist in Übereinstimmung mit dem Gesetz zu dem gemeinsamen Abkommen über nukleare Entsorgung zur Bewertung der radiologischen Auswirkungen des Endlagers Konrad in der Nachbetriebsphase nach Stand von Wissenschaft und Technik der international akzeptierte Bewertungsmaßstab der ICRP 81 von 0,3 mSv/a für die effektive Dosis heranzuziehen und auf die Bewertung von Organdosiswerten zu verzichten.

Zudem kann der Nachweis der Langzeitsicherheit nach Ansicht der ICRP nicht auf einen einfachen Vergleich von berechneten Dosiswerten mit vorgegebenen radiologischen Kriterien beschränkt bleiben. Es bedarf einer gewissen Bandbreite der Bewertung. Weder sollte eine ermittelte Überschreitung einer Dosisbeschränkung zu einer Ablehnung eines geplanten Endlagersystems führen, noch sollte allein die Einhaltung dieser Beschränkung zu einer Akzeptanz führen. Die vorgeschlagene Dosis oder Risikobeschränkung der ICRP sollte zudem für Prognosen in ferner Zukunft zunehmend nur als Referenzwert gesehen werden und zusätzliche Argumente sollten angemessen in die Bewertung einbezogen werden. Dieses entspricht der Empfehlung der IAEA, Sicherheitsindikatoren für unterschiedliche Zeiträume in die Bewertung der Langzeitsicherheit von unterirdischen Endlagern für radioaktive Stoffe hinzuzuziehen.

Die ICRP empfiehlt generell, Strahlenexpositionen für die kritische Personengruppe (critical group) zu ermitteln, d.h. für eine kleine Gruppe von Personen in einer Bevölkerung, von der zu vermuten ist, dass sie der höchsten jährlichen Strahlenexposition ausgesetzt sein könnte und die bezüglich Alter und Lebensgewohnheiten relativ homogen zusammengesetzt ist. Bei der Bewertung der Langzeitsicherheit eines Endlagers ist davon auszugehen, dass eine mögliche radioaktive Kontamination der Biosphäre über einen Zeitraum konstant ist, der wesentlich länger ist als die Lebenserwartung eines Menschen. Die ICRP hält es daher für sinnvoll, die jährliche Strahlenexposition oder den entsprechenden Risikowert gemittelt über die Lebenszeit der Person zu berechnen, was bedeutet, dass eine Bewertung von Dosiswerten für verschiedene Altersgruppen nicht notwendig ist. Der Mittelwert kann dementsprechend angemessen durch die Berechnung der Strahlenexposition oder des Risikowertes für Erwachsene ermittelt werden.

Der bei der Langzeitsicherheit zu Grunde gelegte radiologische Bewertungsmaßstab der Individualdosis hat auch in Anbetracht der heute anzuwendenden Bewertungskriterien Bestand. Ebenso entspricht ihre Höhe von 0,3 mSv/a dem internationalen Standard.

Bei der Begutachtung der Langzeitsicherheit des Endlagers Konrad wurde der Nachweiszeitraum nicht begrenzt. In manchen Ländern werden jenseits einer wissenschaftlich prognostizierbaren Zeitmarke (z.B. nach ca. 10.000 Jahren) keine deterministischen Rechnungen durchgeführt. International besteht Einigkeit, dass eine rechnerische Überschreitung dieses Wertes nicht automatisch zur Ablehnung des Endlagerstandortes führt. Vielmehr werden sonstige Argumente, wie z.B. Konservativität des Ansatzes und Auslegung nach dem Stand von Wissenschaft und Technik, in die Bewertung einbezogen.

Die Bewertung dieser potentiellen radiologischen Auswirkungen des geplanten Endlagers Konrad in der Nachbetriebsphase, d.h. in ferner Zukunft kann nur nach dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik erfolgen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Strahlenexposition selbst im Süßwassermodell erst nach frühestens 300.000 Jahren auftreten kann.

Von Bedeutung für die Beurteilung der potentiellen Strahlenexpositionen durch das Endlager Konrad in der Nachbetriebsphase sind – wie bereits vorstehend beschrieben - vor allem die beiden Nuklide Jod 129 und Radium 226 als Tochternuklid des Uran 238, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten wirksam werden.

Die berechneten jährlichen Strahlenexpositionen (Oxford-Szenario) durch das Endlager Konrad für den Zeitraum ca. 300.000 Jahre bis 360.000 Jahre nach der Einlagerung werden fast ausschließlich durch Jod 129 bestimmt. Die gesamten berechneten jährlichen Strahlenexpositionen durch das Endlager Konrad für den Zeitraum, in dem das Radium und das Uran in die oberflächennahen Grundwässer gelangt, tritt erst nach ca. 8,7 Millionen Jahren bis etwa 16 Millionen Jahren auf. Die errechneten Konzentrationen dieser Nuklide im Grundwasser betragen nur ein Bruchteil der natürlich vorhandenen Konzentration in Niedersachsen.

Auch unter Berücksichtigung der novellierten Strahlenschutzverordnung einschließlich der Faktoren für die Verzehrraten gemäß Anlage VII Teil B Tabelle 1 Spalte 8/35/ - diese Anforderungen gehen über die Vorgaben der Übergangsvorschriften für das Planfeststellungsverfahren hinaus - ist sichergestellt, dass die effektive Jahresdosis unter der international akzeptierten Dosisbeschränkung von 0,3 mSv/a liegt.

#### 4.3.2 Nachteilige Veränderungen des oberflächennahen Grundwassers durch nichtradioaktive Stoffe

Die Prüfung der Voraussetzungen des § 137 Abs. 2 NWG /28/ ist für die nicht radioaktiven Stoffe, die bei der Endlagerung anfallen, gleichermaßen vorzunehmen. Die hierbei zu betrachtenden Stoffe ergeben sich zum einen aus der Grundwasserverordnung, die mit Inkraft-Treten am 22.03.97 bereits bestehende Erlaubnispflichten nach § 3, § 34 WHG /46/, bzw. § 4, § 137 NWG /28/ und den darin enthaltenen wasserrechtlichen Besorgnisgrundsatz, präzisiert (BRDrs. 108/97, S. 4). Durch die in der Anlage zur Grundwasserverordnung enthaltenen Stofflisten wird der unbestimmte Begriff der "schädlichen Verunreinigung des Grundwassers" näher bestimmt. Die in den Listen angeführten Stoffe und Stoffgruppen sind demnach verbindlich als gefährliche Stoffe zu betrachten. Ein Ermessensspielraum besteht nur insoweit, als im Einzelfall die Zuordnung eines Stoffes zu Liste I oder zu Liste II zu prüfen ist.

Neben den Stoffen der Listen I und II sind zum ändern auch die sonstigen Stoffe zu bewerten, die zwar nicht von der Grundwasserverordnung erfasst sind, deren Schädlichkeit durch die Festsetzung von Prüf-/Grenzwerten in den nachfolgend genannten Regelwerken vorausgesetzt werden kann oder im Einzelfall begründet ist.

Für die Bewertung von Beeinträchtigungen des Grundwassers gibt es keine unmittelbar geltenden, verbindlichen Grenzwerte als Maßstab. Es sind daher Maßstäbe heranzuziehen, die

von der Sache her geeignet sind, die zu erwartenden Beeinträchtigungen des oberflächennahen Grundwassers zu bewerten.

Als solche Maßstäbe werden hier die in den folgend aufgelisteten Vorschriften und Regelwerken enthaltenen Grenz- und Prüfwerte genutzt:

- Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. Dezember 1990, BGBI. I S. 2612, zuletzt geändert durch Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung vom 01. April 1998, BGBI. I S. 699.
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) "Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden" (Stand: Oktober 1993), mit der Fortschreibung der LAWA-Prüfwerte (Stand: 04.12.1996)
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) "Eignung von Fließgewässern als Rohstoff für die Trinkwasserversorgung", DVGW- Regelwerk, Technische Mitteilung, Merkblatt W 251, August 1996.

In der /EU 509/ Revision 03 wird aus den vorgenannten Regelwerken der für den jeweiligen Stoff restriktivste Prüf-/Grenzwert als Bewertungsmaßstab herangezogen. Diese Vorgehensweise ist nicht zwingend erforderlich. Unmittelbaren Bezug zum Grundwasser haben nur die Empfehlungen der LAWA. Die Trinkwasserverordnung ist in Verbindung mit der möglichen Nutzung des Grundwassers gleichfalls für die Bewertung der Grundwasserqualität geeignet, gilt jedoch streng genommen nur für bereits aufbereitetes Reinwasser. Das DVGW Regelwerk ist nicht für eine Grundwasserbewertung vorgesehen. Da ein unmittelbarer Bezug des DVGW-Regelwerkes zur Trinkwasserverordnung vorliegt, ist dieses Regelwerk grundsätzlich auch für eine Grundwasserbewertung geeignet. Die in den Regelwerken genannten Prüf- und Grenzwerte sind entsprechend ihrem eigentlichen Zweck bei der Bewertung im Einzelfall anzuwenden. Eine schädliche Verunreinigung im oberflächennahen Grundwasser liegt daher auch dann nicht vor, wenn aus den Regelwerken größere Prüfwerte zur Bewertung verwendet werden und unterschritten werden.

Die Planfeststellungsbehörde hat den in der /EU 509/ gewählten Bewertungsansatz im Grundsatz übernommen. Bei der Bewertung der Stoffe im Einzelnen wird auf Abweichungen hingewiesen. Bei Stoffen, für die in den o.g. Vorschriften und Regelwerken keine Werte enthalten sind, die eine stoffspezifische Bewertung ermöglichen, wird als ein Maßstab der Konzentrationswert von 0,1 µg/l herangezogen, der als Einzelstoffgrenzwert für Pflanzenschutzmittel gemäß Trinkwasserverordnung festgelegt ist. Bei Unterschreitung dieses Grenzwertes ist davon auszugehen, dass eine nachteilige Veränderung des Grundwassers nicht gegeben ist.

Zusätzlich wurde die vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ) erstellte fachbehördliche Stellungnahme zur /EU 509/ Revision 03 vom 22.04.98 sowie der ergänzende Vermerk des NLÖ dazu vom 15.05.98 bei der Bewertung herangezogen.

Ergänzend wurde die Trinkwasserverordnung in der Fassung vom 21.05.2001 (BGBl. I S. 969), die am 01.01.2003 in Kraft tritt, herangezogen.

Der Parameterumfang ist hierin gegenüber der derzeit geltenden Trinkwasserverordnung verändert. Die Bewertung der Stoffe erfolgt auf der Grundlage der geltenden Verordnung. Dort, wo die neue Verordnung zusätzliche Anforderungen stellt, sind diese in die Bewertung einbezogen. Veränderungen hinsichtlich der zulässigen Stoffmengen ergeben sich hieraus nicht.

Zur Ermittlung der zu bewertenden Konzentrationen im oberflächennahen Grundwassers durch die eingelagerten nichtradioaktiven Stoffe wird von der Planfeststellungsbehörde ein Verdünnungsfaktor von 10.000 zugrundegelegt. Dieser Verdünnungsfaktor ist aus der atomrechtlichen Langzeitsicherheitsbetrachtung abgeleitet und durch den Gutachter der Planfeststellungsbehörde bestätigt. Die Begründung in der /EU 509/ für die Verwendung auch des Verdünnungsfaktors von 1.000 ist nicht nachvollziehbar. Durch die Ermittlung der Konzentrationen im oberflächennahen Grundwasser mit dem Verdünnungsfaktor von 10.000 ergeben sich keine gegenüber dem Antrag wesentlich höheren Konzentrationen, die zu einer für den Antragsteller nachteiligen Bewertung führen.

Die stoffbezogenen Bewertungen in der /EU 509/ Revision 03 und die Bewertungen durch die Planfeststellungsbehörde sind in der als Anhang beigefügten Tabelle entsprechend der Struktur der Listen I und II zur Grundwasserverordnung /71/ aufgelistet.

#### 4.3.2.1 Nachteilige Veränderungen des oberflächennahen Grundwassers durch das Ablagern von Stoffen der Liste I der Grundwasserverordnung

Die vorgesehene Ablagerung von Stoffen der Liste I der Anlage zur Grundwasserverordnung /71/ in dem von dieser Erlaubnis umfassten Umfang ist zulässig.

Die Zulassung für Stoffe der Liste I der Anlage zur Grundwasserverordnung darf nur erteilt werden, wenn nicht zu besorgen ist, dass Stoffe der Liste I in das Grundwasser gelangen. Dies gilt als erfüllt, wenn alle technischen Vorsichtsmaßnahmen eingehalten sind, um den Eintrag der Stoffe zu verhindern. Diese Voraussetzungen sind hier hinsichtlich der beantragten Mengen erfüllt.

Gemäß § 3 Abs. 3 der Grundwasserverordnung /71/ entfällt die Erlaubnispflicht für den Fall, dass die Stoffe der Liste I nur in so geringer Menge und Konzentration ins Grundwasser gelangen können, dass jede gegenwärtige oder zukünftige Gefahr einer Beeinträchtigung der Grundwasserqualität ausgeschlossen ist.

Diese Kriterien sind hier nicht erfüllt.

Die Erlaubnisfähigkeit ist nur nachgewiesen für Stoffe, so weit sie mengenmäßig bestimmt sind. Die Anforderungen der Sätze 2 und 3 des § 3 Abs. 2 Grundwasserverordnung sind erfüllt, da alle technisch möglichen Maßnahmen getroffen sind. Dass die natürliche geologische Barriere eine auf die hier zu betrachtenden Zeiträume bezogen nur unvollkommene Dichtwirkung besitzt, spricht nicht dagegen. Jede technische Ersatzlösung anstelle der vorliegenden natürlichen Barrieren wäre ungünstiger. Im Übrigen erfolgt die Endlagerung

entsprechend den atomrechtlichen Anforderungen nach dem Stand der Wissenschaft und Technik.

**Stoffe der Liste I Nr. 1** werden in einer Gesamtmenge von 22,36 Gramm erwartet. Bei der für das Modell zugrundegelegten Lösung der Stoffe in 1.000.000 m<sup>3</sup> Tiefengrundwasser und der nachfolgenden Verdünnung auf dem Transportwege ins oberflächennahe Grundwasser bewirken diese Stoffe insgesamt eine rechnerisch ermittelte Belastung für das oberflächennahe Grundwasser von 2,236 Nanogramm/m<sup>3</sup> ( $= 10^{-9} \text{ g/m}^3$ ,  $= \text{ng/m}^3$ ), entsprechend 2,236 Picogramm/ Liter ( $= 10^{-12} \text{ g/l}$ ,  $= \text{pg/l}$ ). Der Einzelstoffgrenzwert von 0,1 µg/l ( $= 1,0 \times 10^{-7} \text{ g/l}$ ) wird demnach bei einer Betrachtung dieser Stoffe für sich allein um mehr als den Faktor 1000 unterschritten.

Für die Stoffe der **Liste I Nr. 2, Phosphorsäureester und andere organische Phosphorverbindungen**, wird eine chemische Umwandlung dieser organischen Phosphorverbindungen zwar angenommen, aber für die Abschätzung der zu erwartenden Belastung des oberflächennahen Grundwassers allein als nicht hinreichend belastbar gesehen. Es ist zu erwarten, dass als Folge dieser Umwandlungsprozesse anorganische Phosphorverbindungen (z.B. Ortho-phosphate) gebildet werden. Diese sind nicht vernachlässigbar. Für die Bewertung werden daher die organischen Phosphorverbindungen den angegebenen Mengen der anorganischen Phosphorverbindungen der Liste II Nr. 5 hinzuaddiert und gemeinsam mit diesen bewertet.

Für Stoffe der **Liste I Nr. 3, organische Zinnverbindungen**, ist angegeben, dass diese nicht anfallen werden.

Die unter **Liste I Nr. 4** erfassten Stoffe sind in den unter I.2 der Erlaubnis genannten Mengen zulässig.

**EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure)** und **Na-EDTA** in den beantragten Mengen ergeben zusammengerechnet eine Konzentration von 2,5 µg/l im oberflächennahen Grundwasser. Die Normalanforderungen nach DVGW mit 5 µg/l für EDTA sind damit mit einem Sicherheitsfaktor 2 eingehalten.

Für **Na-NTA (NTA=Nitrilotriessigsäure)** sind 19,4 kg im Antrag genannt, rechnerisch ergibt dies eine Konzentration von 0,0019 µg/l. Diese liegt um den Faktor von ca. 50 unter dem Einzelstoffgrenzwert von 0,1 µg/l. Damit sind nachteilige Veränderungen durch Na-NTA ausgeschlossen.

**Gold (Au)** ist mit einer einzulagernden Menge von 1.470 kg angegeben. Die berechnete Konzentration im oberflächennahen Grundwasser ohne Berücksichtigung der Löslichkeit ergibt einen Wert von 0,15 µg/l, bei Einbeziehung der Löslichkeit errechnet sich eine Konzentration von 0,01 µg/l. Mit letzterem Wert wird der Vorsorgewert von 0,1 µg/l um den Faktor zehn unterschritten, eine nachteilige Veränderung ist auszuschließen.

**Caesium (Cs)** wird in einer Menge von 3.870 kg eingelagert. Hier wird ein Konzentrationswert von 0,39 µg/l im oberflächennahen Grundwasser erwartet. Eine Einbeziehung der Löslichkeit ergibt hier keine Änderungen. Als Bewertungsmaßstab wird hier aus toxikologischer Sicht der



Wert in der Größe von 0,1 mg/l gewählt. Dieser wird mit der errechneten Konzentration weit unterschritten. Damit ist eine nachteilige Veränderung des oberflächennahen Grundwassers auszuschließen.

**Lithium (Li)** ist mit 66.300 kg angegeben. Dies ergibt bei der vergleichsweise guten Löslichkeit eine Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von 6,6 µg/l. Auch hier gilt als Bewertungsmaßstab der Wert von 0,1 mg/l. Nachteilige Veränderungen sind demnach nicht gegeben.

**Platin (Pt)** mit einer angegebenen Menge von 10,3 g ergibt eine rechnerische Konzentration von 1,03 pg/l (Picogramm/Liter); diese liegt um etwa den Faktor 100.000 unter dem Vorsorgewert von 0,1 µg/l.

**Rubidium (Rb)** geht bei der guten Löslichkeit vollständig in Lösung und erreicht eine Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von 7,1 µg/l. Der hier anzuwendende Bewertungsmaßstab in Höhe von 0,1 mg/l ist eingehalten.

**Strontium (Sr)** wird mit 808.000 kg eingelagert. Ohne Berücksichtigung von Löslichkeitsgrenzen stellt sich eine Konzentration von 808 mg/l im Tiefengrundwasser ein, diese ist etwas geringer als die Löslichkeit von 876 mg/l. Hieraus ergibt sich für das oberflächennahe Grundwasser eine Konzentration von 81 µg/l. Für Strontium ist ein Wert von 17 mg/l als Trinkwasserrichtwert von NLO ermittelt; dieser wird um etwa den Faktor 200 unterschritten.

**Germanium (Ge), Iridium (Ir), Osmium (Os), Protactinium (Pa) und Rhodium (Rh)** sind in der /EU 509/ mit Mengen angegeben, die aus der durchschnittlichen Verteilung dieser Stoffe in der obersten 16 km dicken Erdkruste ermittelt wurden. Gleichzeitig ist in der /EU 509/ ausgesagt, dass zu den vorgenannten Stoffen bei der Bestandsaufnahme keine Angaben gemacht wurden. Auch aus Literaturrecherchen ist nicht abgeleitet, dass diese Stoffe Bestandteile des endzulagernden Abfalls sein können. Daher ist für diese Stoffe eine Zulassung nicht zu erteilen, da ein konkretes Interesse fehlt. Einer Zulassung für Stoffe, für die kein tatsächlicher Bedarf besteht, steht das Minimierungsgebot des Wasserrechts entgegen.

**Nr. 5 der Liste I - Quecksilber (Hg)** - wird mit 43,7 kg angegeben. Diese Menge wird vollständig gelöst. Bei dem Verdünnungsfaktor von 10.000 auf dem Weg vom Endlagerbereich bis in das oberflächennahe Grundwasser liegt die berechnete zu erwartende Konzentration mit 0,0044 µg/l im oberflächennahen Grundwasser nach ca. 300.000 Jahren um etwa den Faktor 100 unterhalb der Konzentration von 0,5 µg/l, die von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) in den "Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden" in der Tabelle 1 als Normalanforderung angegeben ist. Der Grenzwert nach Trinkwasserverordnung, Anlage 2 Abschnitt I beträgt mit 1,0 µg/l das zweifache dieses LAWA-Wertes; der neue LAWA-Wert (Stand 04.12.96) entspricht dem Wert der Trinkwasserverordnung.

Zu **Liste I Nr. 6** ist **Cadmium (Cd)** in einer Menge von 182.000 kg in der Erlaubnis erfasst. Die bei der Bewertung zugrunde gelegte Löslichkeit des Cadmiums mit 2,02 mg/l führt dazu, dass nur jeweils 2020 kg davon in den angenommenen 1.000.000 m<sup>3</sup> Grundwasser gelöst

werden können. Mit dem sich daraus ergebenden Wert von 0,2 µg/l im oberflächennahen Grundwasser ergibt sich eine um den Faktor 25 geringere Belastung als der Prüfwert mit 5 µg/l nach den LAWA Empfehlungen (Stand der Fortschreibung vom 04.12.1996) vorgibt, der dem Grenzwert von 5 µg/l der Trinkwasserverordnung, Anlage 2 Abschnitt I, entspricht.

Als Stoffe der Liste I Nr.7 werden in den Antragsunterlagen **Ölrückstände und Öl** angeführt. Zusätzlich sind **Alkane (Paraffine), Toluol, Xylol und Kerosin** angegeben. Ebenfalls hier zuzuordnen sind **Polystyrol, Polyethylen, Polypropylen und Divinylbenzol**.

Zur Bewertung werden bei den Kohlenwasserstoffe die **Aromaten** (Polystyrol, Divinylbenzol, Toluol, Xylol und Kerosin) und **Nicht-Aromaten** (Öl, Ölrückstände, Polyethylen, Polypropylen, PE/PP und Alkane) getrennt betrachtet.

Die **Nicht-Aromaten** werden mit insgesamt 403.970 kg endgelagert. Diese kumulierte Masse führt, ohne Löslichkeitsgrenzen zu berücksichtigen, zu einer Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von 40,4 µg/l. Der LAWA-Prüfwert von 100 µg/l für Kohlenwasserstoffe (außer Aromaten) wird um etwa den Faktor zwei unterschritten.

Für die **Aromaten** beträgt die einzulagernde Gesamtmenge 2.502.529,4 kg. Für Polystyrol wird eine Löslichkeitsgrenze von 100 µg/l berücksichtigt, weitere Löslichkeitsgrenzen werden nicht eingesetzt. Der damit ermittelte Wert für die Konzentration im oberflächennahen Grundwasser ergibt mit 5,26 µg/l etwa die Hälfte des LAWA-Prüfwertes für BTX-Aromaten von 10 µg/l. Die Bewertung der Kohlenwasserstoffe ergibt keine nachteiligen Veränderungen für das oberflächennahe Grundwasser. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung für Kohlenwasserstoffe wird in der Summe zwar überschritten, ist aber für bereits aufbereitetes Reinwasser festgesetzt. Eine nachteilige Veränderung ist nicht gegeben, da durch die Unterschreitung der Prüfwerte nach LAWA der Verdacht einer Grundwasserschädigung ausgeräumt ist.

Unter **Liste I Nr. 8** sind **Cyanide** mit 27.400 kg festgelegt. Diese gehen entsprechend den zugrunde liegenden Annahmen vollständig in Lösung. Die daraus berechnete Konzentration von 2,7 µg/l im oberflächennahen Grundwasser beträgt etwa ein Viertel des bei LAWA in Tabelle 2 (Stand 04.12.96) angegebenen Wertes von 10 µg/l. Dieser wiederum beträgt ein Fünftel des nach der Trinkwasserverordnung, Anlage 2, Abschnitt I, zulässigen Wertes von 50 µg/l. Die Konzentrationen der unter Liste I aufgeführten Stoffe halten mit den jeweils zugelassenen Mengen die in den o.g. Vorschriften und Regelwerken angegebenen Grenz- bzw. Prüfwerte ein und haben dabei zumeist einen ausreichenden Sicherheitsabstand zu diesen Werten.

Da die Bewertung durch die Planfeststellungsbehörde keine Vorgänge in der Geosphäre einbezieht, die zusätzliche Rückhaltewirkungen bewirken, ist diese als konservativ zu werten. Die vorgenommenen Rechnungen mit angenommener vollständiger Lösung bzw. Lösung bis zur maximalen Löslichkeit für die eingelagerten Stoffe und der Verdünnung auf dem Transportweg in das oberflächennahe Grundwasser überschätzen demnach den tatsächlich zu erwartenden Konzentrationswert im oberflächennahen Grundwasser.

Mit der Einlagerung in der vorhandenen, nach atomrechtlichen Kriterien ausgewählten und als geeignet bewerteten geologischen Struktur sind vergleichbar § 3 Abs. 2 Satz 3 der Grundwasserverordnung alle technischen Vorsichtsmaßnahmen eingehalten, die nötig sind, um den Eintrag der Stoffe zu verhindern. Die Zulassung für die Stoffe der Liste I kann daher in den Mengen wie in I.2 festgelegt erfolgen. Eine nachteilige Veränderung des oberflächennahen Grundwassers ist durch diese Endlagerung nicht zu besorgen.

#### 4.3.2.2 Nachteilige Veränderungen des oberflächennahen Grundwassers durch das Ablagern von Stoffen der Liste II der Grundwasserverordnung

Die Ablagerung von Stoffen der Liste II in dem im Bescheid festgelegten Umfang ist zulässig. Gemäß § 137 Abs. 2 NWG /28/ in Verbindung mit § 4 der Grundwasserverordnung wird die Zulassung erteilt.

Unter **Nr. 1 der Liste II** ist eine Gruppe von 20 Metalloiden und Metallen genannt, die gemäß Antragsunterlagen alle - elementar oder in Verbindung - auch im Endlager abgelagert werden.

Die Stoffe **Selen, Arsen** und **Thallium** unterschreiten die Grenz-/Prüfwerte der Trinkwasserverordnung bzw. nach LAWA und DVGW um den Faktor 300 und mehr. Diese Werte sind durch die geringe einzulagernde Menge bedingt. Die Bewertung ist daher unproblematisch.

**Tellur** unterschreitet den Vorsorgewert von 0,1 µg/l um etwa den Faktor 30, ist daher nicht als nachteilig zu bewerten.

**Zink** würde bei vollständiger Lösung mit 54 µg/l im oberflächennahen Grundwasser auftreten; wegen der Löslichkeit von 6,5 mg/l wird eine Konzentration von 0,65 µg/l erwartet. Beide Werte unterschreiten den LAWA-Prüfwert von 300 µg/l.

Bei den Stoffen **Antimon, Molybdän, Zinn, Barium, Beryllium** und **Kobalt** liegen die mit dem Verdünnungsfaktor 10.000 errechneten Konzentrationen im oberflächennahen Grundwasser ohne Berücksichtigung von Löslichkeitsgrenzen um den Faktor 2,5 bis 40 unterhalb der Grenz-/Prüfwerte nach Trinkwasserverordnung und LAWA. Die Bewertung dieser Stoffe ist konservativ, da ein konzentrationsmindernder Einfluss von Löslichkeiten nicht in Betracht gezogen wurde. Nach der Neufassung der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 (BGBl. I S. 959), die am 01.01.2003 in Kraft tritt, gilt zwar für Antimon ein Grenzwert von 5 µg/l gegenüber derzeit 10 µg/l; mit errechneten 3,1 µg/l wird auch dieser Wert deutlich unterschritten.

Für **Nickel, Kupfer, Vanadium** und **Blei** sind bei der Bewertung die Löslichkeitsgrenzen zu berücksichtigen. Nickel unterschreitet demnach mit 5,9 µg/l den Trinkwassergrenzwert von 50 µg/l auch den Wert von 20 µg/l nach der zukünftig geltenden Trinkwasserverordnung um ein mehrfaches. Kupfer unterschreitet mit einer Konzentration von 0,0015 µg/l bei Berücksichtigung der Löslichkeit von 15,4 µg/l den LAWA-Wert von 50 µg/l um mehr als den Faktor 1000. Vanadium wird aufgrund der Löslichkeit von nur 5,1 µg/l mit einer Konzentration von 0,5 ng/l erwartet; der LAWA-Prüfwert mit 50 µg/l wird um mehrere Zehnerpotenzen unterschritten, auch der Vorsorgewert von 0,1 µg/l wird weit unterschritten. Für Blei ergibt sich ein Wert von 2,1 µg/l gegenüber 40 µg/l nach der derzeit gültigen Trinkwasserverordnung; die ab 01.01.2003 geltende Trinkwasserversorgung nennt für Blei einen Grenzwert von 10 µg/l.

Diese Konzentration im oberflächennahen Grundwasser ist begrenzt durch die Löslichkeit von 20,7 mg/l. Daher sind auch dann keine nachteiligen Veränderungen durch Blei zu erwarten, wenn für die Bewertung zusätzlich zu den mit 33.400.000 kg angegebenen Mengen an Blei das als Zerfallsprodukt entstehende Blei mit den Mengen der Ausgangsisotope Uran (155.000 kg) und Thorium (123.000 kg) hinzuaddiert wird.

Für **Chrom** *gesamt* und **Chrom (VI)** wurde in der /EU 509/ Revision 03 eine Löslichkeit von 0,1 mg/l zugrundegelegt, ohne zu differenzieren. Eine weitere Löslichkeit von 160 g/l für Chrom (VI) wird ebenfalls genannt. Die gewählte Löslichkeit von 0,1 mg/l kann für Chrom (VI) nicht akzeptiert werden; für die Bewertung wird auf eine Löslichkeit von 52 g/l für Chrom (VI) zurückgegriffen, die für Calciumchromat ermittelt wurde. Diese Löslichkeit von 52 g/l zugrundelegend geht das eingelagerte Chrom (VI) vollständig in Lösung; hieraus ergeben sich Konzentrationen von 60,4 µg/l allein für Chrom (VI) im oberflächennahen Grundwasser. Für Chrom *gesamt* (abzüglich Chrom (VI)) errechnet sich aufgrund der o.g. Löslichkeit von 0,1 mg/l hier eine Konzentration von 0,01 µg/l; wegen der getrennten Betrachtungsweise ist dabei die für Chrom (VI) angegebene Menge von 604.000 kg von der Gesamtchrommenge von 3.050.000 kg subtrahiert.

Der Trinkwassergrenzwert von 50 µg/l wird durch die Konzentration von 0,01 µg/l für Chrom *gesamt* weit unterschritten.

Die Bewertung von Chrom (VI) ist wegen der spezifischen toxischen Eigenschaften gesondert durchzuführen. Der LAWA-Prüfwert für Chrom (VI) ist mit 8 µg/l angegeben. Der für Chrom (VI) errechnete Konzentrationswert von 60,4 µg/l liegt dementsprechend um etwa den Faktor 7,5 zu hoch. Diese Überschreitung wird laut /EU 509/ im Wesentlichen von Calciumchromat herbeigeführt, der als Nebenbestandteil von Zement auftritt, der als Fixierungsmittel und zur Herstellung von Betonbehältern verwandt wird. Da chromatarmer (< 2 ppm) Zemente verfügbar sind, ist es auch möglich und vertretbar, solche im Endlager einzusetzen. Zur Einhaltung des LAWA-Prüfwertes wird daher die Menge an Chrom (VI) auf 80.000 kg begrenzt, damit ergibt sich für Chrom (VI) eine Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von 8 µg/l. Mit dieser Konzentration kann der LAWA-Prüfwert von 8 µg/l eingehalten werden. Eine nachteilige Veränderung des oberflächennahen Grundwasser wird damit vermieden.

Die Ausführungen in der /EU 509/ Revision 03 zur Umwandlung von Chrom (VI) in Chrom (III) sind für eine antragsgemäße Entscheidung ohne Beschränkung nicht ausreichend. Der in der /EU 509/ genannte für diese Umwandlung notwendige pH-Wert ist unter den Endlagerbedingungen nicht gesichert.

**Silber (Nr. 1.20)** wird, je nach den Chloridgehalten des oberflächennahen Grundwassers, mit einer Konzentration von bis zu 10,3 µg/l erwartet. Damit wird der Grenzwert der Trinkwasserverordnung, Anlage 4, Tabelle III, erreicht und geringfügig sogar überschritten. Eine Beeinträchtigung durch den Stoff Silber ist allerdings auch bei dem hier zu erwartenden Wert auszuschließen. Gerade dieser Stoff gehört zu den in der Trinkwasseraufbereitung eingesetzten Hilfsmitteln. In diesen Fällen lässt die Trinkwasserverordnung in Anlage 3

Grenzwerte für Silber nach Aufbereitung von 80 µg/l zu, das achtfache des maximal erwarteten Wertes. Unter Berücksichtigung dieses Grenzwertes und Beachtung der Konservativität der Ausbreitungsmodellierung ist eine Gefährdung der Wassernutzung in späteren Zeiten nicht gegeben.

Der für **Bor (Nr. 1.14)** errechnete Wert im oberflächennahen Grundwasser liegt etwa in der Größenordnung des Prüfwertes nach LAWA (Stand Okt. 1993, hier Tab. 1 Anhang 3). Der Grenzwert nach Anlage 4 zur Trinkwasserverordnung Tab. III für Bor ist jedoch um den Faktor 10 unterschritten. Diese Unterschreitung der Grenzwerte für Bor nach Trinkwasserverordnung um den Faktor 10 ist als ausreichend anzusehen, um eine unzulässige Beeinträchtigung des Wohles der Allgemeinheit auszuschließen.

Für **Titan (Nr. 1.10)** sind Grenzwerte in den unter IV.4.3.2 genannten Regelwerken nicht festgelegt. Die unter Einbeziehung der Löslichkeitsgrenze gemäß /EU 509/ errechnete Konzentration des Titan im oberflächennahen Grundwasser liegt bei 0,0048 µg/l und damit um etwa den Faktor 20 unterhalb des Einzelstoffgrenzwertes für Pflanzenschutzmittel gemäß Trinkwasserverordnung in der Größe von 0,1 µg/l, bei der grundsätzlich schädliche Veränderungen nicht mehr angenommen werden.

Das hier zu bewertende **Uran (Nr. 1.15)** zählt, anders als die unter I.1 aufgeführten radioaktiven Isotope des Urans, nicht zu den radioaktiven Stoffen, sondern ist als Spurenelement in Zement und Beton von Fixierungsmitteln und Abfallbehältern aus Beton nach seinen chemischen schädlichen Eigenschaften zu bewerten. Eine an der StrlSchV orientierte Bewertung wäre nicht sachgerecht. In /EU 509/ sind 23.500 kg Uran für die Einlagerung angegeben. Entsprechend der Löslichkeit von 0,001 µg/l (= 1 Nanogramm/Liter) für Uranoxid ist im oberflächennahen Grundwasser eine Konzentration von 0,1 Picogramm/Liter (pg/l) errechnet. Auch die zusätzliche Berücksichtigung der Menge von 155.000 kg an Uranisotopen (I.1) bedingt wegen der Löslichkeitsgrenze kein anderes Ergebnis. Nachteilige Veränderungen durch Uran sind nicht gegeben.

Unter **Liste II Nr. 2** sind **Biozide und Mikrobiozide** mit einer Menge von insgesamt 4.650 kg festgelegt. Bei der hier vorgenommenen Berechnung unter Berücksichtigung der Verdünnung ergibt sich rein rechnerisch ein Konzentrationswert von 0,465 µg/l im oberflächennahen Grundwasser. Anlage 2, Abschnitt II, zur Trinkwasserverordnung nennt für Stoffe zur Pflanzenbehandlung/ Schädlingsbekämpfung für einzelne Stoffe 0,1 und in der Summe 0,5 µg/l als Grenzwert (vergl. oben IV.2.2). Der Summengrenzwert wird durch die errechneten Konzentrationen nicht überschritten. Die beantragte Menge ist daher zuzulassen. Da Mikrobiozide auch halogenhaltige Verbindungen enthalten können, werden sie mit den unter Liste I Nr. 1 genannten halogenierten Kohlenwasserstoffen zusätzlich gemeinsam bewertet. Wegen der geringen Mengen unter Liste I Nr. 1 ergibt sich hieraus kein anderes Ergebnis.

Bei den Stoffen der **Liste II Nr. 3** sind die Grenzwerte gemäß der Trinkwasserverordnung /70/ unterschritten, so dass eine Unzulässigkeit der Belastungen daraus nicht abzuleiten ist.

Die Einlagerung von **Chloriden, angegeben als Chlor (Cl)**, führt zu einer Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von ca. 29 g/l. Diese Konzentration liegt um mehr als den Faktor 1000 niedriger als der Grenzwert nach Trinkwasserverordnung /70/ mit 250 mg/l.

Für **Aluminium (Al)**, **Eisen (Fe)** und **Mangan (Mn)** ist bei der Bewertung von durch die Löslichkeit begrenzten Konzentrationen im Tiefengrundwasser auszugehen. Die daraus sich ergebenden Konzentrationen im oberflächennahen Grundwasser unterschreiten die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung /70/ um mehr als den Faktor zehn.

Die Bewertung der Konzentration von **Natrium (Na)** im oberflächennahen Grundwasser in der Größe von 586 µg/l ergibt eine Unterschreitung des Trinkwassergrenzwertes (150 mg/l) um mehr als den Faktor 100. Der Prüfwert nach LAWA (20 mg/l) wird um mehr als das zwanzigfache unterschritten.

Die **Sulfate (SO<sub>4</sub>)** werden in der EU 509 als BaSO<sub>4</sub> (Schwerspat) mit einer geringen Löslichkeit von 2,2 mg/l betrachtet. Dabei ergibt sich eine Konzentration, die den Trinkwassergrenzwert von 240 mg/l um mehr als den Faktor 1000 unterschreitet. Auch bei einer Vernachlässigung der Löslichkeit wird mit 131 µg/l der Trinkwassergrenzwert bei weitem nicht erreicht. Auch der LAWA-Wert von 30 mg/l wird weit unterschritten. Dadurch ist für Sulfate auch in anderen Verbindungen gesichert, dass keine nachteiligen Veränderungen auftreten.

Die Summe der genannten **Tenside** einschließlich **Benzalkoniumchlorid** mit 738.258 kg ergibt eine zusätzliche Belastung im oberflächennahen Grundwasser von 0,074 mg/l; der Wert für die Normalanforderungen nach DVGW bei anionischen und nichtionischen Tensiden liegt jeweils bei 0,100 mg/l, die Trinkwasserverordnung legt in Anlage 4 unter III. Nr. 26 einen Grenzwert von 0,200 mg/l für die Summe von Tensiden fest. Die vorgenannten Grenzwerte werden unterschritten.

Bei den Stoffen **Calcium (Ca)** und **Magnesium (Mg)** sind die Trinkwassergrenzwerte bei Berücksichtigung von Löslichkeiten wie in /EU 509/ um wesentlich mehr als den Faktor 100 unterschritten. Ohne Löslichkeitsgrenzen liegen die zu erwartenden Konzentrationen immer noch um den Faktor sechs und mehr unterhalb der Grenzwerte. Bei **Kalium (K)** sind die Konzentrationen unabhängig von der Löslichkeit um das dreißigfache niedriger als der Trinkwassergrenzwert.

**Nitrate (NO<sub>3</sub>)** werden mit einer Konzentration im oberflächennahen Grundwasser erwartet, die weit mehr als um den Faktor 100 niedriger als der Trinkwassergrenzwert von 50 mg/l liegt. Die unter Nr. 3 der Liste II noch genannten **anorganischen Siliziumverbindungen** (angegeben als **SiO<sub>2</sub>**) werden gemeinsam mit den organischen Siliziumverbindungen (Nr. 4 der Liste II) bewertet.

Für **Nr. 4, Silizium, organisch**, wird eine einzulagernde Menge von 74.800 kg an **organischen Siliziumverbindungen** und 3.010 kg an **Silikonöl** angegeben. Die organischen Siliziumverbindungen sollen gemäß Antragsunterlagen durch chemische/strahlenchemische

Reaktionen abgebaut werden. Ein solcher Abbau führt zu anderen Siliziumverbindungen, die zu berücksichtigen sind.

Für die Bewertung werden die organischen Siliziumverbindungen einschließlich der Silikonöle mit den in Tab. 7 der /EU 509/ genannten SiO<sub>2</sub>- Mengen zusammengefasst. Mit der Summe von 820.810 kg ergibt sich bei vollständiger Lösung eine Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von 82 µg/l. In der Trinkwasserverordnung /70/ ist für Natriumsilikate ein Grenzwert von 40 mg/l (berechnet als SiO<sub>2</sub>) festgesetzt, der hier als Maßstab verwandt wird. Auch der LAWA-Wert von 10 mg/l für SiO<sub>2</sub> wird unterschritten.

In der /EU 509/ ist **Asbest** mit einer Gesamtmenge von 1.500.000 kg angegeben. Da Asbest aus Silikatverbindungen besteht, wird es mit den anderen Siliziumverbindungen zusammen bewertet. Asbest (hier gleichgesetzt SiO<sub>2</sub>) bedingt für sich genommen eine rechnerische Konzentration von 150 µg/l im oberflächennahen Grundwasser. Zusammen mit den vorher ermittelten 82 µg/l für die organischen und anorganischen Siliziumverbindungen ergibt das eine Summe von 232 µg/l an Siliziumverbindungen einschließlich Asbest. Auch dieser Konzentrationswert liegt weit unterhalb des Trinkwassergrenzwertes von 40 mg/l und des LAWA-Prüfwertes von 10 mg/l.

Die Siliziumverbindungen führen demgemäß nicht zu nachteiligen Veränderungen im oberflächennahen Grundwasser. Neben den Grenzwertunterschreitungen ist der zusätzlich mögliche abiotische Abbau im Boden unter Einfluss von Tonmineralien zu beachten, der zu effektiv geringeren Konzentrationen führen wird.

In **Nr. 5** sind insgesamt 525.729 kg **anorganischer Phosphorverbindungen** genannt. In der /EU 509/ sind hierfür jeweils getrennt die Konzentrationen im oberflächennahen Grundwasser ermittelt worden. Wird die Menge von ca. 67.110 kg der organischen Phosphorverbindungen (Liste I Nr. 2), deren Abbau zwangsläufig zu anderen Phosphorverbindungen führt, hier zusätzlich mit einbezogen, stellt sich eine Konzentration von 59 µg/l ein, die den Grenzwert der Trinkwasserverordnung in Höhe von 6,7 mg/l um mehr als den Faktor 100 unterschreitet. Auch der DVGW-Wert mit 0,15 mg/l, der in der /EU 509/ als Maßstab verwandt wird, wird nur zu etwa einem Drittel erreicht. Die Phosphorverbindungen sind daher in den beantragten Mengen zulassungsfähig.

In **Nr. 6** sind **Fluoride** mit 290.000 kg (anorganisch) und 59.600 kg (organisch) angegeben. Daraus ergeben sich ohne Berücksichtigung von Löslichkeiten Konzentrationen im oberflächennahen Grundwasser von insgesamt 35 µg/l; der Prüfwert nach LAWA (Stand 04.12.96) beträgt 750 µg/l.

Unter **Nr. 7** sind **Ammoniak** (angegeben als NH<sub>4</sub> mit 816.000 kg) und **Nitrite** (12.900 kg) aufgeführt. Für Ammoniak ergibt sich hieraus eine Konzentration im oberflächennahen Grundwasser, die den DVGW-Wert um etwa das zweieinhalbfache unterschreitet. Werden die NH<sub>4</sub>-Konzentrationen des NH<sub>4</sub>-Citrats zu den angegebenen Mengen hinzuaddiert, ergibt dies eine nur geringfügig höhere Konzentration. Der Trinkwassergrenzwert von 0,5 mg/l wird um etwa das sechsfache unterschritten.

Für **Nitrite** liegt der zu erwartende Wert mit 1,3 µg/l um den Faktor 75 unterhalb des Grenzwertes von 100 µg/l nach Trinkwasserverordnung /70/.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass für die Mehrzahl der Stoffe der Liste II, die in der Erlaubnis erfasst sind, ein Sicherheitsabstand von der errechneten Konzentration im oberflächennahen Grundwasser zu den jeweils zitierten Grenz-/Prüfwerten vorhanden ist. In jedem Falle werden die Grenz-/Prüfwerte durch die zugelassenen Mengen nicht überschritten. Für Chrom (VI) ist hierfür aber eine erhebliche Beschränkung der zulässigen Einlagerungsmenge erforderlich.

In Anbetracht der Konservativität der Ausbreitungsbetrachtungen sind bei den festgelegten Mengen an Stoffen der Liste II keine nachteiligen Veränderungen des oberflächennahen Grundwassers durch die Endlagerung zu besorgen.

#### 4.3.2.3 Sonstige Stoffe, die schädliche Verunreinigungen im Sinne des § 137 NWG /28/ bewirken können

Über die Stoffe hinaus, die durch Grenz- und Prüfwerte in den Regelwerken eindeutig als schädliche Stoffe festgestellt sind, sind in der /EU 509/ weitere Stoffe angegeben, die nachteilige Veränderungen bewirken können und die hier bewertet werden.

##### **Wismut**

Die potentiell nachteiligen Wirkungen sind in der /EU 509/ durch einen Prüfwert von 100 µg/l aus Literaturrecherchen belegt und in der fachbehördlichen Stellungnahme des NLO bestätigt. Wismut wird gemäß der zugrunde liegenden Modellierung mit einer Konzentration von 3,6 µg/l im oberflächennahen Grundwasser erwartet, wenn die Grenzen der Löslichkeit außer acht bleiben. Bei Einsetzen der Löslichkeitsgrenzen sind 2,1 µg/l im oberflächennahen Grundwasser errechnet. Die in /EU 509/ (Tab. 31) angegebene Grenzkonzentration von 100 µg/l wird damit weit unterschritten. Eine nachteilige Veränderung ist durch Wismut nicht gegeben.

##### **Thorium**

Thorium wird in nichtradioaktiver Form mit 11.600 kg erwartet. Die Bewertung von Thorium nach radiotoxischen Gesichtspunkten ist hier nicht geeignet; hier sind chemische Wirkungen des gemäß /EU 509/ nichtradioaktiven Inventars zu bewerten. Ergänzend wird die Thoriummenge von 123.000 kg, die sich aus I.1 ergibt, mit bewertet. Für Thorium ist ein Prüf- oder Grenzwert auch in anderen als den o.g. Regelwerken nicht ermittelt worden, es ist jedoch davon auszugehen, dass Thorium als Schwermetall möglicherweise nachteilige Veränderungen des Grundwassers bewirken kann. Als Maßstab für die Bewertung wird daher der Vorsorgewert von 0,1 µg/l für Trinkwasser verwandt. Bei der zugrundegelegten Löslichkeitsgrenze für Thorium ergibt sich eine Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von 0,0023 µg/l, die den Vorsorgewert weit unterschreitet. Einer Endlagerung der



in /EU 509/ angegebenen Menge von Thorium einschließlich der Menge gemäß /EU 327/ steht daher nichts entgegen.

**Oxalsäure, Na<sub>2</sub>-Oxalat, Citronensäure, NH<sub>4</sub>-Citrat, Trinatriumcitrat, Dinatriumhydrogencitrat und Na<sub>2</sub>-Tartrat**

Die Gesamtmenge dieser Stoffe beträgt gemäß /EU 509/ ca. 275.000 kg. Oxalsäure und Oxalate besitzen toxische Eigenschaften; durch eine zu erwartende Ausfällung als Calciumoxalate unter den Bedingungen im Konrad-Tiefengrundwasser ist jedoch davon auszugehen, dass diese im oberflächennahen Grundwasser nicht bioverfügbar sind. Die Citronensäure und die o.g. Salze sind geeignet, nachteilige Veränderungen des Grundwassers zu bewirken, auch wenn hierdurch keine Gefährdung verursacht wird. Daher ist eine Bewertung mit Hilfe des DOC – Prüfwertes (gelöster organischer Kohlenstoff) nach DVGW-Merkblatt mit 4,0 mg/l (Normalanforderungen) möglich, ohne die toxischen Eigenschaften gesondert weiter zu betrachten. Für die hier genannten Stoffe ergibt sich ein DOC - Wert von ca. 0,028 mg/l, für das organische Gesamtinventar von 2,9 mg/l. Eine schädliche Verunreinigung ist aufgrund dieser Ergebnisse nicht gegeben.

**Asbest** ist bereits mit den Siliziumverbindungen unter Nr. 4 der Liste II bewertet worden; nachteilige Veränderungen sind hierdurch nicht zu erwarten. Für die Stoffe, die schädliche Verunreinigungen des Grundwassers bewirken können, hat die Prüfung ergeben, dass mit den beantragten und in der Erlaubnis unter I.4 zugelassenen Stoffen in den jeweiligen Mengen, keine nachteiligen Veränderungen zu besorgen sind.

5. Nebenbestimmungen

5.1 Nebenbestimmung 1

Eine behördliche Überwachung des Grundwassers unmittelbar, wie in § 61 NWG /28/ in Verbindung mit § 5 Abs. 2 der Grundwasserverordnung /71/ vorgesehen, ist unter den Bedingungen des Endlagers nicht möglich. Für die Zeit nach Betriebseinstellung, für die ein Versagen der Gebinde unterstellt ist und damit der Eintrag der Schadstoffe in den Wasserkreislauf anzunehmen ist, wäre eine im Bereich der geologischen Barrieren über sehr lange Zeiträume durchgeführte Grundwasserüberwachung aus wasserrechtlicher und atomrechtlicher Sicht unverantwortbar, da hierdurch neue Wegsamkeiten im System der geologischen Barrieren geschaffen würden und die Langzeitsicherheit in der Weise, wie sie jetzt nachgewiesen ist, nicht mehr gewährleistet wäre.

Es war daher eine andere geeignete Überwachungsmethode zu bestimmen. Hier ist als einzige während der Betriebszeit mögliche Maßnahme die Überwachung der einzulagernden bzw. eingelagerten Mengen der Radionuklide und der sonstigen schädlichen Stoffe gegeben. Dies entspricht auch der Präzisierung der Überwachungsregelungen in § 6 Abs. 1 Nr. 3 Grundwasserverordnung /71/.

Die Nebenbestimmung ist darüber hinaus als Grundlage für die Überwachung nach § 61 NWG /28/ erforderlich. Die Prüfung der Erlaubnisfähigkeit konnte nur durchgeführt werden, indem die Auswirkungen der eingelagerten stoffspezifischen Mengen entsprechend dem vom Antragsteller zugrundegelegten Modell bewertet wurden. Da die Mengen der jeweiligen Stoffe die einzige regelbare Größe in dem durch die Endlagerung bedingten Prozess von der Lösung bis zum Auftreten im oberflächennahen Grundwasser ist, kann auf eine Erfassung der eingelagerten Mengen nicht verzichtet werden.

In den Endlagerungsbedingungen ist vom Betreiber ausgesagt, dass die endzulagernden radioaktiven Abfälle nicht mit Abfällen, die unter das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz fallen, und mit Stoffen, die nach § 2 Abs. 2 Ziff. 1. und 3. bis 7. KrW-/AbfG /1/ nicht unter das Abfallrecht fallen, nicht vermischt werden dürfen. Um diese Regelung einhalten zu können, ist eine betreiberseitige Überwachung notwendig. Dies entspricht auch dem Schutzgedanken des Wasserrechts.

Wenn auch das Abfallrecht bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle nicht unmittelbar gilt, so ist dennoch zu bedenken, dass die nicht radioaktiven Anteile der einzulagernden radioaktiven Abfälle in der stofflichen Zusammensetzung ähnlich den Abfällen im Sinne des Abfallrechts sind. Es liegt jedoch nahe angesichts vergleichbarer Gefährdungspotentiale, diese gefährlichen Stoffe im Sinne der Grundwasserverordnung zumindest analog zu den besonders überwachungsbedürftigen Abfällen zu überwachen.

Zur Erfüllung der in Nebenbestimmung 1 dem Betreiber aufgegebenen Pflicht zur Überwachung, Erfassung und Bilanzierung der Stoffe ist eine stoffliche Analyse der Gebindeinhalte nicht erforderlich. Die unter I.1 bis I.4 genannten Stoffe sind mit den jeweiligen Mengen vom Abfallerzeuger in Abfalldatenblättern schriftlich anzugeben. Die Möglichkeit einer Kontrolle durch BfS ist jedoch vorzusehen.

Bei den Mengenermittlungen und der Bilanzierung unberücksichtigt bleiben die Stoffe, die in geringen Anteilen je Gebinde oder Charge als Spurenverunreinigung enthalten sein können. Als Spurenverunreinigung sind sowohl Stoffe gemäß I.1 bis I.4 als auch weitere Stoffe zu bewerten, deren Mengen nicht quantifizierbar sind. Die Spurenverunreinigungen dürfen nur in Mengen auftreten, dass nachteilige Veränderungen hierdurch im oberflächennahen Grundwasser mit Sicherheit ausgeschlossen sind.

Für die bereits vorhandenen konditionierten Abfälle (sog. Altabfälle), die im Endlager Konrad eingelagert werden, ist eine mengenmäßige Erfassung nicht durchführbar. Strahlenschutzrechtliche Aspekte sprechen gegen eine Öffnung der Behälter und eine Analyse des Inhaltes. Hier muss eine Abschätzung für die Stoffe gemäß I.1 bis I.4 als Grundlage ausreichen. Als Altabfälle gelten hier die

Abfälle, die zum Zeitpunkt der Bestandskraft der Erlaubnis bereits konditioniert bei den Ablieferungspflichtigen oder bei Dritten im Sinne von § 78 StrlSchV /35/ lagern. Eine Aktualisierung der Prognosen über das erwartete Abfallaufkommen in regelmäßigen Zeitabständen ist nur geeignet für die Überprüfung der Erlaubnis, die gemäß § 6 Abs. 3 der Grundwasserverordnung /71/ erfolgt.

#### 5.2 Nebenbestimmung 2

Nur mit Präzisierungen der Betreiberpflichten ist die Überwachungsaufgabe der zuständigen Wasserbehörde durchführbar. Voraussetzung für die Vorlage der notwendigen Unterlagen an die zuständige Wasserbehörde ist dabei, dass die Erfassung und Bilanzierung der tatsächlich eingelagerten Mengen erfolgt. Da von den einzulagernden Mengen ausgehend die Auswirkungen auf das oberflächennahe Grundwasser ermittelt wurden, ist die jeweils zeitlich aktuelle Kenntnis der tatsächlich eingelagerten Mengen zwingend notwendig.

#### 6. Zuständige Wasserbehörde

Die Bezirksregierung ist zuständige Wasserbehörde aufgrund von § 1 Nr. 1g) der Verordnung über Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Wasserrechts (Zust. VO NWG) vom 09.03.1999 (Nds. GVBl. S. 70). Ein zielgerichtetes Einbringen und Einleiten radioaktiver Stoffe ist durch diese Erlaubnis zwar nicht gestattet, dies wird jedoch in der Einleiterlaubnis für Grubenwasser von Konrad 2 in die Aue geregelt. Hierfür ist die Zuständigkeit der Bezirksregierung unmittelbar gegeben. Da die mit der hier vorliegenden Erlaubnis geregelte Endlagerung radioaktiver Abfälle die Ursache für die Einleitung radioaktiver Stoffe in die Aue ist, steht die Maßnahme des Endlagerns in einem unmittelbaren kausalen Zusammenhang mit dieser Einleitung. Die Bezirksregierung ist daher auch für diese hier wasserrechtlich geregelte Maßnahme zuständige Wasserbehörde.

#### 7. Einwendungen

Bereits im Rahmen des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens hat eine Öffentlichkeitsbeteiligung mit Bekanntmachung des Vorhabens und Auslegung der Planunterlagen stattgefunden. Während der Auslegungsfrist sind gegen das Vorhaben etwa 290.000 Einwendungen erhoben worden, darunter auch Einwendungen, die die wasserrechtliche Bewertung und damit Gegenstände der beantragten wasserrechtlichen Erlaubnis betrafen.

Die erhobenen Einwendungen sind dem Antragsteller sowie den Behörden, deren Aufgabengebiete betroffen waren, bekannt gegeben und mit den Einwendern im Rahmen des gemäß § 8 Abs. 1 der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV /5/) durchgeführten Erörterungstermines mündlich erörtert worden. Hierbei wurden auch die wasserrechtlich bedeutsamen Einwendungen erörtert.

Gemäß § 31 Abs. 1 S. 2 NWG /28/ richtet sich das wasserrechtliche Verfahren nach den für die Planfeststellung geltenden Vorschriften. Aufgrund dieser Regelung war ein einheitliches Verwaltungsverfahren durchzuführen. Die durchgeführte Öffentlichkeitsbeteiligung wirkt

insoweit auch im Verfahren für die beantragte wasserrechtliche Erlaubnis. Die erhobenen Einwendungen sind, so weit ihnen nicht bereits durch die Festlegungen der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis Rechnung getragen wird, unbegründet.

*Es wurde eingewandt, dass für die chemischen und die radioaktiven Stoffe, die eingelagert werden sollen, exakte Angaben fehlen.*

*Mit der /EU 509/ sind für die nichtradioaktiven Stoffe in erheblichem Umfang zusätzliche Detailangaben vorgelegt worden. Darüberhinaus wird diese Einwendung insofern berücksichtigt, als nur die schädlichen Stoffe im Sinne des § 137 NWG /28/ in dieser Erlaubnis für die Einlagerung zugelassen werden, deren Art und Menge in den Antragsunterlagen nachvollziehbar beschrieben sind und deren Bewertung die Zulassungsfähigkeit ergab.*

*Es wurde eingewandt, dass bei dem chemischen Abbau von eingelagerten Stoffen die dabei entstehenden Folgeprodukte nicht betrachtet werden.*

*Die eingelagerten Stoffe werden ohne Berücksichtigung eines chemischen Abbaus nach dem auch sonst zugrunde liegenden Verdünnungsmodell mit ihren errechneten Auswirkungen im oberflächennahen Grundwasser bewertet. Umwandlungen werden nur für organische Silizium und Phosphorverbindungen zugrundegelegt; bei der Bewertung werden diese Stoffe den entsprechenden anorganischen Verbindungen hinzugerechnet.*

*Es wurde eingewandt, dass die chemischen Reaktionen der eingelagerten Stoffe und der hieraus gebildeten Folgeprodukte nicht betrachtet worden sind.*

*Diese Vorgehensweise ist konservativ; die chemischen Umwandlungen führen in der Regel zu weniger schädlichen Stoffen.*

*Es wurde eingewandt, dass es nicht möglich ist, die Inhalte von endzulagernden Behältern zu bestimmen, die zum Teil schon seit Jahrzehnten zwischengelagert sind.*

*Eine exakte Bestimmung der Behälterinhalte bei den sog. Altabfällen ist aus strahlenschutzrechtlicher Sicht nicht vertretbar und unverhältnismäßig. Hierfür sind Abschätzungen als angemessen vorgegeben, die die Inhaltsstoffe in einer dem jeweiligen Gefährdungspotential entsprechenden Genauigkeit erfassen.*

*Es wurde eingewandt, dass die verwendeten Toxizitätsindizes für die einzulagernden chemotoxischen Stoffe nicht aktuell sind.*

*Die im atomrechtlichen Teil des Planfeststellungsbeschlusses aus chemotoxischer Sicht durchgeführte Prüfung, in der als wesentliche Maßstäbe LC-50 Werte zugrunde lagen, ist durch die wasserrechtliche Prüfung hier abdeckend vervollständigt. Mit Anwendung der wasserrechtlich*

*relevanten Prüfkriterien anstelle von Toxizitätsindizes und LC-50 Werten ist sichergestellt, dass schädliche Einwirkungen durch toxische Stoffe auszuschließen sind.*

*Es wurde eingewandt, dass eine Kontrolle der Gebindeinhalte nicht vorgesehen ist. In der Erlaubnis ist geregelt, dass der Betreiber eine Erfassung und Bilanzierung der Stoffe vorzunehmen hat. Die Ergebnisse sind der Wasserbehörde jährlich vorzulegen. Diese Kontrolle der einzulagernden Stoffe ist wasserrechtlich geboten. Für die Altabfälle ist eine Sonderregelung notwendig und erfolgt.*

*Es wurde eingewandt, dass die Unterschiede der Salinität bei den Ausbreitungsrechnungen im Grundwasser nicht berücksichtigt werden.*

*Durch die Nichtberücksichtigung der Salzgehalte im Grundwasser führt die Ausbreitungsrechnung zu einer Überschätzung der Fließgeschwindigkeiten und damit zu eher konservativen Ergebnissen.*

#### 8. Fristen

Gehobene wasserrechtliche Erlaubnisse sind nach § 11 Abs. 1 in Verbindung mit § 13 Abs. 5 NWG /28/ zu befristen. Nur in besonderen Fällen darf dabei eine Frist von 30 Jahren überschritten werden. Die Frist von 40 Jahren wurde bestimmt, da entsprechend der vorgesehenen Betriebsdauer von ca. 40 Jahren, die in den Anträgen für die wasserrechtlichen Erlaubnisse Konrad 1 und Konrad 2 genannt ist, auch hier von dieser Frist auszugehen ist. Die gewählte Frist reicht zwar über die allgemeine Fristgrenze von 30 Jahren hinaus, ist in Anbetracht der konkreten Betriebssituation aber gerechtfertigt.

Hinweis:

Die Frist entbindet den Betreiber und die Wasserbehörde nicht von der in § 6 Abs. 3 der Grundwasserverordnung /71/ vorgeschriebenen Überprüfung der Erlaubnis.

#### 9. Literaturverzeichnis

- /1/ Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Geowissenschaftliches Gutachten zu den Antragsunterlagen für ein "Endlager für radioaktive Abfälle in der Schachanlage Konrad / Salzgitter" (Mai 1995) Text- und Anlagenband, Archiv-Nr. 111 134, aktualisiert Februar 2002
- /2/ Technischer Überwachungs-Verein Hannover / Sachsen-Anhalt (TÜV), Endlager für radioaktive Abfälle Schachanlage Konrad Salzgitter, Gutachten Teil 1: Standort, Bau und Anlagentechnik (GK-SBA) Teil 2: Langzeitsicherheit (GK-LSG), Juli 1997, aktualisiert Februar 2002

## Tabelle zur EU 509 Revision 03

Konzentrationen im oberflächennahen Grundwasser

Stoff/Stoffgruppe	Menge	Konzentration TGW	Löslichkeit		Konzentration oGW		Prüfwert		
			EU 509	MU/NLÖ	EU 509	MU/NLÖ	TrwV	LAWA	DVGW
I.1 Halogen. KW	22,36 g	22,36 ng/l	-	-	2,236 pg/l	2,236 pg/l	0,1 µg/l		
I.2 Phosphor, org. siehe II.5									
I.3 entfällt									
I.4 EDTA/Na-EDTA	24.960 kg	24,9 mg/l	-	n.e.	2,5 µg/l	2,5 µg/l			5 µg/l
NTA	19,4 kg	19,4 µg/l	-	n.e.	0,0019 µg/l	0,0019 µg/l	0,1 µg/l		
Gold	1.470 kg	1,5 mg/l	100 µg/l	100 µg/l	0,1 µg/l*	0,01 µg/l	0,1 µg/l		
Caesium	3.870 kg	3,87 mg/l	1,3 g/l	n.e.	3,8 µg/l *	0,39 µg/l	0,1 mg/l 2)		
Lithium	66.300 kg	66,3 mg/l	0,39 g/l	n.e.	6,6 µg/l	6,6 µg/l	0,1 mg/l 2)		
Platin	10,3 g	10,3 ng/l	0,1 mg/l	n.e.	1,03 pg/l	1,03 pg/l	0,1 µg/l		
Rubidium	71.000 kg	71 mg/l	420 g/l	n.e.	7,1 µg/l	7,1 µg/l	0,1 mg/l 2)		
Strontium	808.000 kg	808 mg/l	0,0001/ 0,87 g/l	n.e.	0,1 µg/l *	80,8 µg/l	17 mg/l 1)		
I.5 Quecksilber	43,7 kg	43,7 µg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,0044 µg/l	0,0044 µg/l	1,0 µg/l		
I.6 Cadmium	182.000 kg	182 mg/l	100 µg/l	2,02 mg/l	0,1 µg/l*	0,2 µg/l	5,0 µg/l		
I.7 Öle, Σ KW	2.906.499,4 kg	2,9 g/l	0,1 mg/l- 1 g/l		47 µg/l*				
Nichtaromaten	403.970 kg	0,4 g/l		n.e.		40 µg/l		100 µg/l	
Aromaten	2.502.529,4 kg	2,5 g/l		100 µg/l		5,26 µg/l		10 µg/l	
I.8 Cyanide	27.400 kg	27,4 mg/l	270 g/l	n.e.	2,7 µg/l	2,7 µg/l	50 µg/l	10 µg/l	

Stoff/Stoffgruppe	Menge	Konzentration TGW	Löslichkeit		Konzentration oGW		Prüfwert		
			EU 509	MU/NLÖ	EU 509	MU/NLÖ	TrwV	LAWA	DVGW
<b>II.1</b> Zink	539.000 kg	0,54 g/l	6,5 mg/l	6,5 mg/l	6,5 µg/l *	0,65 µg/l		300 µg/l	
Kupfer	2.630.000 kg	2,63 g/l	64 mg/l	15,4 µg/l	64 µg/l *	0,0015 µg/l		50 µg/l	
Nickel	3.050.000 kg	3,05 g/l	59 mg/l	59 mg/l	59 µg/l *	5,9 µg/l		50/20 µg/l	
Chrom,ges.(- Cr (VI))	2.446.000 kg	2,45 g/l	100 µg/l	100 µg/l	0,1 µg/l *	0,01 µg/l		50 µg/l	
Chrom (VI) 3)	604.000 kg	0,604 g/l	0,1mg/l/160 g/l	52 g/l	0,1 µg/l *	60,4 µg/l		8 µg/l	
Blei	33.400.000 kg	33,4 g/l	21 mg/l	20,7 mg/l	21 µg/l *	2,1 µg/l		40/10 µg/l	10 µg/l
Selen	48,7 kg	48,7 µg/l	0,79 g/l	n.e.	0,0049 µg/l	0,0049 µg/l		10 µg/l	
Arsen	337 kg	337 µg/l	75 mg/l	75 mg/l	0,034 µg/l	0,034 µg/l		10 µg/l	
Antimon	31.600 kg	31 mg/l	12 mg/l	n.e.	12 µg/l *	3,1 µg/l		10/5 µg/l	
Molybdän	169.000 kg	0,169 g/l	48 µg/l	n.e.	0,048 µg/l *	16,9 µg/l		50 µg/l	
Titan	18.400.000 kg	18,4 g/l	48 µg/l	100 µg/l	0,048 µg/l *	0,01 µg/l		0,1 µg/l	
Zinn	72.400 kg	72,4 mg/l	10 mg/l	n.e.	10 µg/l *	7,2 µg/l		40 µg/l	
Barium	774.000 kg	0,774 g/l	2,2 mg/l	n.e.	2,2 µg/l *	77,4 µg/l		1 mg/l	300 µg/l
Beryllium	24,5 kg	24,5 µg/l	90 mg/l	n.e.	0,0024 µg/l	0,0024 µg/l		0,1 µg/l	
Bor	844.000 kg	0,84 g/l	63 g/l	n.e.	84 µg/l	84 µg/l		1 mg/l	
Uran	23.500 kg	23,5 mg/l	0,001 µg/l	0,001 µg/l	0,001 ng/l *	0,1 pg/l		0,1 µg/l	
Vanadium	1.340.000 kg	1,34 g/l	5,1 µg/l	5,1 µg/l	5,1 ng/l *	0,5 ng/l		50 µg/l	
Kobalt	86.200 kg	86,2 mg/l	59 mg/l	n.e.	59 µg/l *	8,6 µg/l		50 µg/l	
Thallium	64,9 kg	64,9 µg/l	20 mg/l	n.e.	0,0065 µg/l	0,0065 µg/l		8 µg/l	
Tellur	32,4 kg	32,4 µg/l	13 mg/l	n.e.	0,0032 µg/l	0,0032 µg/l		0,1 µg/l	
Silber	103.000 kg	103 mg/l	110 mg/l	n.e.	10 µg/l	10,3 µg/l		10 µg/l	
<b>II.2</b> Mikrobiozide	4.650 kg	4,65 mg/l		n.e.	0,465 µg/l	0,465 µg/l		0,5 µg/l	
<b>II.3</b> Aluminium	32.000.000 kg	32 g/l	10 mg/l	3,84 mg/l	10 µg/l *	0,4 µg/l		0,2 mg/l	
Chlor	292.000 kg	292 mg/l	390 g/l	n.e.	29 µg/l	29 µg/l		250 mg/l	

Stoff/Stoffgruppe	Menge	Konzentration TGW	Löslichkeit		Konzentration oGW		Prüfwert		
			EU 509	MU/NLÖ	EU 509	MU/NLÖ	TrwV	LAWA	DVGW
Eisen	632.000.000 kg	632 g/l	10 mg/l	0,896 mg/l	10 µg/l *	0,09 µg/l	0,2 mg/l		
Mangan	2.650.000 kg	2,65 g/l	2 mg/l	1,63 mg/l	2 µg/l *	0,16 µg/l	50 µg/l	30 µg/l	
Natrium	5.860.000 kg	5,86 g/l	920 g/l	n.e.	580 µg/l	586 µg/l	150 mg/l 20 mg/l		
Sulfat	1.310.000 kg	1,31 g/l	2,2 mg/l	n.e.	2,3 µg/l *	131 µg/l	240 mg/l 30 mg/l		
Tenside	738.258 kg	738 mg/l		n.e.	73 µg/l	74 µg/l	200 µg/l		
Calzium	180.000.000 kg	180 g/l	95 mg/l	n.e.	95 µg/l *	18 mg/l	400 mg/l 20 mg/l		
Kalium	3.480.000 kg	3,48 g/l	120 g/l	n.e.	340 µg/l	348 µg/l	12 mg/l	10 mg/l	
Magnesium	7.650.000 kg	7,65 g/l	6,2 mg/l	n.e.	6,2 µg/l *	765 µg/l	50 mg/l	10 mg/l	
NO <sub>3</sub>	632.000 kg	0,63 g/l	920 g/l	n.e.	63 µg/l	63 µg/l	50 mg/l		
<b>II.4</b> Silizium, $\Sigma$ org+anorg	820.810 kg	0,82 g/l	0,1 mg/l	n.e.	0,1 µg/l *	82 µg/l	40 mg/l		
<b>II.5</b> Phosphor, $\Sigma$ org+anorg	592.839 kg	0,59 g/l	0,1mg-140 g/l	n.e.	48 µg/l *	59 µg/l	6,7 mg/l		
<b>II.6</b> Fluoride, $\Sigma$ org+anorg	349.600 kg	0,35 g/l	0,1 mg- 42 g/l	n.e.	29,7 µg/l *	35 µg/l	750 µg/l		
<b>II.7</b> NH <sub>4</sub>	816.000 kg	0,816 g/l	1.100 g/l	n.e.	81 µg/l	82 µg/l	0,5 mg/l		
	$\Sigma$ 824.202 kg	0,82 g/l		n.e.		82 µg/l	0,5 mg/l		
Nitrite	12.900 kg	12,9 mg/l	810 g/l	n.e.	1,2 µg/l	1,3 µg/l	100 µg/l		
<b>Sonstige</b>									
Wismut	36.400 kg	34,6 mg/l	21 mg/l	n.e.	21 µg/l *	3,5 µg/l	100 µg/l 2)		
Thorium	11.600 kg	11,6 mg/l	0,68 µg/l	23,2 µg/l	0,00068 µg/l *	0,00232 µg/l	0,1 µg/l		
Carbonsäuren etc.	274.698 kg	274,7 mg/l	37 g/l n.e.	29 µg/l	27,5 µg/l		4 mg/l		
Asbest	1.500.000 kg	1,5 g/l		n.e.		150 µg/l	40 mg/l		



Stoff/Stoffgruppe	Menge	Konzentration TGW	Löslichkeit		Konzentration oGW		Prüfwert		
			EU 509	MU/NLÖ	EU 509	MU/NLÖ	TrwV	LAWA	DVGW
<b>I.1: Halogenierte Kohlenwasserstoffe</b>			EU 509	MU/NLÖ	EU 509	MU/NLÖ	TrwV	LAWA	DVGW
Halogenierte Phenole	8,6 g	8,6 ng/l	26 g/l	n.e.	0,86 pg/l	0,86 pg/l			
Halogenierte Naphthaline	8,6 g	8,6 ng/l	0,1 mg/l	n.e.	0,86 pg/l	0,86 pg/l			
Biphenyle	1,72 g	1,72 ng/l	1 mg/l	n.e.	0,172 pg/l	0,172 pg/l			
Hexachlorbenzol	1,72 g	1,72 ng/l	5 µg/l	n.e.	0,172 pg/l	0,172 pg/l			
γ-Hexachlorcyclohexan	1,72 g	1,72 ng/l	7,8 mg/l	n.e.	0,172 pg/l	0,172 pg/l			
<b>Σ</b>	<b>22,36 g</b>				<b>2,236 pg/l</b>	<b>2,236 pg/l</b>	<b>0,1 µg/l</b>		
<b>I.7: Öle, Kohlenwasserstoffe</b>									
<b>Nicht-Aromaten</b>									
Ölrückstände	73.900 kg	73,9 mg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,1 µg/l *	7,4 µg/l			
Öl	48.400 kg	48,4 mg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,1 µg/l *	4,8 µg/l			
Polyethylen	144.000 kg	144 mg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,1 µg/l *	14,4 µg/l			
PE/PP	99.900 kg	99,9 mg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,1 µg/l *	10 µg/l			
Polypropylen	35.000 kg	35 mg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,1 µg/l *	3,5 µg/l			
Alkane (Paraffine)	2.770 kg	2,8 mg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,1 µg/l *	0,3 µg/l			
<b>Σ</b>	<b>403.970 kg</b>	<b>403,97 mg/l</b>				<b>40,4µg/l</b>	<b>100 µg/l</b>		
<b>Aromaten</b>									
Polystyrol	2.450.000 kg	2,45 g/l	0,1 mg/l	0,1 mg/l	0,1 µg/l *	0,01 µg/l			
Divinylbenzol	50.500 kg	50,5 mg/l	46 mg/l	n.e.	46 µg/l *	5,05 µg/l			
Toluol	979 kg	1 mg/l	470 mg/l	n.e.	0,097 µg/l	0,1 µg/l			
Xylole	979 kg	1 mg/l	1 mg/l	n.e.	0,097 µg/l	0,1 µg/l			
Kerosin	71,4 kg	71,4 µg/l	5 mg/l	n.e.	0,0071 µg/l	0,0071 µg/l			
<b>Σ</b>	<b>2.502.529,4 kg</b>	<b>2,5 g/l</b>				<b>5,26 µg/l</b>	<b>10 µg/l</b>		

Stoff/Stoffgruppe	Menge	Konzentration TGW	Löslichkeit		Konzentration oGW		Prüfwert		
			EU 509	MU/NLÖ	EU 509	MU/NLÖ	TrwV	LAWA	DVGW
<b>II.4: Siliziumverbindungen</b>									
organische S.	74.800 kg	74,8 mg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,1 µg/l *	7,5 µg/l			
Silikonöl	3.010 kg	3,0 mg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,1 µg/l *	0,3 µg/l			
SiO <sub>2</sub>	743.000 kg	743 mg/l	0,1 mg/l	n.e.		74,3 µg/l			
Asbest	1.500.000 kg	1,5 g/l		n.e.		150 µg/l			
<b>Σ</b>	<b>2.320.810 kg</b>					<b>232,1 µg/l</b>	<b>40 mg/l</b>		
<b>II.5: Phosphorverbindungen</b>									
Phosphorsäureester	65.500 kg	65,5 mg/l		n.e.	6,5 µg/l	6,6 µg/l			
Tributylphosphat	821 kg	821 µg/l	1 mg/l	n.e.	0,082 µg/l	0,082 µg/l			
Dibutylphosphat	789 kg	789 µg/l		n.e.	0,078 µg/l	0,079 µg/l			
Hexamethylphosphorsäuretriamid	8,6 g	0,0086 µg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,86 pg/l	0,86 pg/l			
Calciumpyrophosphat	202.000 kg	202 mg/l	0,1 mg/l	n.e.	0,1 µg/l *	20,2 µg/l			
Phosphate	165.000 kg	165 mg/l		n.e.	16 µg/l	16,5 µg/l			
Zn-Phosphat/Oxid	64.600 kg	64,6 mg/l	0,1 mg/l	n.e.	16 µg/l (?)	6,5 µg/l			
Na <sub>5</sub> -Tripolyphosphat	43.200 kg	43,2 mg/l	140 g/l	n.e.	4,3 µg/l	4,3 µg/l			
Komplexphosphate	20.600 kg	20,6 mg/l		n.e.	2,0 µg/l	2,1 µg/l			
Phosphonate	16.100 kg	16,1 mg/l		n.e.	1,6 µg/l	1,6 µg/l			
Kaliumpyrophosphat	11.600 kg	11,6 mg/l		n.e.	1,1 µg/l	1,2 µg/l			
Natriumdihydrogenphosphat	1.890 kg	1,89 mg/l	590 g/l	n.e.	0,18 µg/l	0,19 µg/l			
Phosphorpentoxid	739 kg	0,74 mg/l		n.e.		0,074 µg/l			
Phosphorpentoxid (als PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )		0,98 mg/l		-	0,098 µg/l				
<b>Σ</b>	<b>592.839 kg</b>				<b>48 µg/l</b>	<b>59 µg/l</b>	<b>6,7 mg/l</b>		

Stoff/Stoffgruppe	Menge	Konzentration TGW	Löslichkeit		Konzentration oGW		Prüfwert		
			EU 509	MU/NLÖ	EU 509	MU/NLÖ	TrwV	LAWA	DVGW
<b>II.6: Fluoride</b>									
Organische Fluoride	59.600 kg	59,6 mg/l	0,1 mg/l		0,1 µg/l *	6,0 µg/l			
Anorganische Fluoride	290.000 kg 2	90 mg/l	42 g/l		29 µg/l	29 µg/l			
<b>Σ</b>	<b>349.600 kg</b>				<b>29,1 µg/l</b>	<b>35 µg/l</b>	<b>750 µg/l</b>		

Die Stoffe Germanium, Iridium, Osmium, Protactinium und Rhodium sind in der Tabelle nicht aufgeführt, da hierzu laut Text (S. 16) und Tabelle 7 bei der Bestandsaufnahme keine Angaben gemacht worden waren. Daher besteht kein Anlaß diese Stoffe zu bewerten; bei der Zulassung werden diese nicht berücksichtigt.

**Erläuterungen zur Tabelle:**

Spalte 3: Rechnerisch ermittelte Konzentration im Tiefengrundwasser bei vollständiger Lösung der Menge aus Spalte 2

Spalte 4: Von BfS angegebene Löslichkeiten und Bandbreiten der Löslichkeiten

Spalte 5: Löslichkeiten, die der amtlichen Bewertung zugrundeliegen. Wenn Löslichkeitsgrenzen nicht zu berücksichtigen sind, n.e. (nicht erforderlich) dort eingetragen.

Spalte 6: Von BfS ermittelte Konzentrationen im oberflächennahen Grundwasser, zugrundegelegt jeweils der kleinere Wert aus Spalte 3 und 4, in der Regel mit dem Verdünnungsfaktor 10.000 gerechnet. Bei  $VF = 1.000$  " \* " eingesetzt.

Spalte 7: Konzentration im oberflächennahen Grundwasser, immer mit  $VF = 10.000$  gerechnet. Löslichkeiten nur eingesetzt, wenn erforderlich, um den Grenzwert/Prüfwert einhalten zu können.

Spalte 8, 9 und 10: Prüf- und Grenzwerte nach TrwV, LAWA, DVGW; hilfsweise auch andere.

- 1) Prüfwert zu Strontium von NLÖ ermittelt.
- 2) Prüfwert von BfS ermittelt, von NLÖ bestätigt.
- 3) Bei Chrom (VI) werden Begrenzungen der Mengen notwendig, um die Prüfwerte einzuhalten.

Für Nickel, Blei und Antimon sind die ab 01.01.2003 geltenden Grenzwerte nach TrwV /70/ zusätzlich angegeben.