

**Fachbehördliche Stellungnahme zu dem Bericht
EU 509/Rev.03:**

**Bundesamt für Strahlenschutz
Fachbereich Nukleare Entsorgung und Transport**

**Prüfung und Bewertung einer möglichen Verschmutzung des Grundwassers
durch bestimmte gefährliche Stoffe**

[REDACTED]
Interner Arbeitsbericht

Salzgitter, März 1998

Niedersächsisches Landesamt für Ökologie Hildesheim
22. April 1998

I. Veranlassung

Das Niedersächsische Umweltministerium hat das Niedersächsische Landesamt für Ökologie (NLÖ) mit Erlaß vom 04.02.1998 (Az.: 402-40326/03-6/1.10, 206-40300/501) um eine fachbehördliche Stellungnahme zu der vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) - im weiteren auch als Antragsteller bezeichnet - vorgelegten Unterlage über die

„Prüfung und Bewertung einer möglichen Verschmutzung des Grundwassers durch bestimmte gefährliche Stoffe“ (EU 509/Rev.02), Januar 1998

gebeten. Die Prüfung und Bewertung einer möglichen Verschmutzung des Grundwassers durch bestimmte gefährliche Stoffe ist Grundlage und Voraussetzung einer „Wasserrechtlichen Erlaubnis“ gemäß §3 Abs. 2 Nr. 2 WHG sowie § 4 Abs. 2 Nr. 2 NWG und Bestandteil des Planfeststellungsverfahrens Konrad.

In diesem Zusammenhang fanden am 09.02.1998 und 11.03.1998 im Niedersächsischen Umweltministerium Fachgespräche mit dem Bundesamt für Strahlenschutz statt, welche die EU 509/Rev.02 zum Gegenstand hatten. Insbesondere zum Gespräch am 09.02.1998 ist festzuhalten, daß seitens des Niedersächsischen Umweltministeriums die in der EU 509/Rev.02 als Grundannahmen formulierten Randbedingungen (Verdünnung, Zeit und Hohlraumvolumen) nicht in Frage gestellt werden (Vermerk MU vom 13.02.1998, Az.: 402-40326/03-6/1.10). Das Prüfergebnis des NLÖ zur EU 509/Rev.02 wurde dem Niedersächsischen Umweltministerium in Form eines „abschließenden Vorentwurfs“ einer fachbehördlichen Stellungnahme (Stand: 29.03.1998) vorgelegt.

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat in der Zwischenzeit die EU 509/Rev.02 überarbeitet und eine neue Unterlage

„Prüfung und Bewertung einer möglichen Verschmutzung des Grundwassers durch bestimmte gefährliche Stoffe“ (EU 509/Rev.03), März 1998

vorgelegt. Diese EU 509 in der Fassung der Revision 03 ist erheblich umfangreicher als die bisher geprüfte Fassung der Revision 02; es sind z.B. zusätzliche Stoffe und geänderte Stoffmengen enthalten, die eine neue umfangreiche Prüfung erfordern.

Das Niedersächsische Umweltministerium hat dazu das NLÖ mit Erlaß vom 03.04.1998 (Az.: 402-40326/03-6/1.10, 206-40300/501) gebeten, entsprechend dem Erlaß vom 04.02.1998 die neue Revision 03 der EU 509 (Stand: 30.03.1998) in die Prüfung mit einzubeziehen und die Stellungnahme bis zum 23.04.1998 vorzulegen.

II. Fachbehördliche Stellungnahme

Die Dokumentation der von uns vorgenommenen Prüfung folgt unmittelbar der formalen Gliederung der EU 509/Rev.03, auch wenn damit eine in Teilen komplizierte und weniger übersichtliche Darstellung verbunden ist. Verursacht wird diese allgemeine Situation bereits durch die unbefriedigende Stoffsystematik der Grundwasserverordnung [1] mit ihren Listen I+II, die Mehrfachzuordnungen ein und desselben Stoffes gestatten. Das Bundesamt für Strahlenschutz hat neben der Stoffzuordnung der Grundwasserverordnung [1] zugleich eine selbst entwickelte Systematik (3.1;

3.1.1) verwendet, die auf das Jahr 1989 zurückgeht [2]. Auch diese Stoffsystematik, die in Tab. 3 der EU 509/Rev.03 vorgestellt wird, zeigt einer Reihe deutlicher Schwächen. Eine plausible Systematik ist jedenfalls nicht erkennbar, die Auswahl der sogenannten „typischen Vertreter“ nicht nachvollziehbar. Darüber hinaus fehlen hier *anorganische* Stoffe/Stoffgruppen völlig. Die zur Bewertung erforderlichen Prüf- und Grenzwertlisten verlangen im Einzelfall speziellere Zuordnungen als die vom Antragsteller vorgenommen und dieses besonders dann, wenn Stoffsummen zu bewerten sind.

Um die Situation damit nicht noch unübersichtlicher und verwirrender zu gestalten als es bereits der Fall ist, wird unsere Bewertung nicht an dem von uns vorgelegten Vorschlag zur Neueinstufung der Stoffe in die Listen I+II der Grundwasserverordnung [1] ausgerichtet, sondern entspricht ausnahmslos der Reihenfolge der BfS-Stoffbewertungen. Soweit unmittelbar Bezug auf Tabellen und Literaturzitate der EU 509/Rev.03 genommen werden mußte, erfolgt die Kennzeichnung durch Kursivschrift.

Das Ergebnis unserer fachbehördlichen Prüfung stellt sich folgendermaßen dar.

Zu:

3. Abschätzung der zu erwartenden Inventare organischer und anorganischer nichtradioaktiver Stoffe

Zu:

3.1 Organische Stoffe

Der Antragsteller nennt hier seine Kriterien, die der Auswahl „bestimmter gefährlicher Stoffe“ aus verschiedenen Listen und damit letztlich auch der Abfrage bei den Abfallerzeugern dienen (die Stoffeigenschaft *Mutagenität* wurde an dieser Stelle nicht aufgeführt; im weiteren jedoch berücksichtigt). Die in diesem Zusammenhang zitierte Klärschlammverordnung vom 25. Juni 1982 wurde novelliert; das Zitat ist damit überholt.

Wir setzen voraus, daß das gewählte Raster der Abfrage bei den Abfallverursachern (Stoffe und Stoffgruppen der Tab. 3) auch tatsächlich alle entsorgungspflichtigen und für das Grundwasser gefährlichen Stoffe erfaßt. So birgt die Abfrage allein auf der Grundlage von Parametern, die in Prüfwert-/Grenzwertlisten oder anderen Unterlagen geführt werden, die Gefahr in sich, daß dort nicht aufgeführte Stoffe folglich nicht ermittelt werden. Der umgekehrte Weg, die Bestandsaufnahme aller anfallenden Stoffe und nachfolgende Prüfung ihrer Eigenschaften - widerspiegelt an den Listen I+II der Grundwasserverordnung [1] - wäre dagegen geeignet, Stoffe nach Art und Umfang vollständig und lückenlos zu erfassen.

Eine Konsequenz daraus wäre, daß andere als vom Antragsteller mit der Bestandsaufnahme erfaßte Stoffe und Stoffgruppen in einer wasserrechtlichen Erlaubnis nicht zuzulassen sind.

Zu:

3.1.1 Organische chemotoxische Stoffe im Abfall

Die Ergebnisse der Erfassung organischer Stoffe sind in den Tab. 4 und 5 wiedergegeben. Von Bedeutung sind hier die gegenüber der EU 509/Rev.02 neu aufgeführten Stoffe wie Benzalkoniumchlorid (kationisches Tensid als auch Mikrobiozid), Tributylphosphat, Dibutylphosphat, Hexamethylphosphorsäuretriamid, Polystyrol, PE, PP, Divinylbenzol, und organische Fluoride einschließlich PTFE, PVDF und Fluorkautschuk.

Der Antragsteller bilanziert auf der Grundlage seiner Erfassung gemäß Tab. 4 insgesamt $1,03 \cdot 10^3$ Mg organische *chemotoxische* („bestimmte gefährliche“) Stoffe (ungerundet nach unserer Prüfung: $1,038 \cdot 10^3$ Mg) und gemäß Tab. 5 $3,05 \cdot 10^3$ Mg organische Stoffe [ungerundet nach unserer Prüfung: $3,116 \cdot 10^3$ Mg; die Differenz entspricht der Masse der Fluoride(org.)]. Die Teilmenge der Organochlorverbindungen (Tab. 4) ist sehr gering und beträgt in der Summe 22,36 Gramm.

Zu:

3.1.2 Umwandlung und Abbau organischer Stoffe

Die Aussagen des Antragstellers zu Umwandlung und Abbau organischer Stoffe sind in 3.1.2.1 - 3.1.2.5 zusammenfassend dargestellt worden. Sie gehen in der Hauptsache auf Unterlagen aus 1989 zurück (Zitat [19] und [26] der EU 509/Rev.03, dort auf S. 13 falsch als [18] und [24] genannt) und beziehen sich damit auf Stoffe und Stoffgruppen, die zum *damaligen* Zeitpunkt als Modellverbindungen festgelegt wurden. Die Auswahl entsprach also nicht konkreten Angaben der Abfallablieferer. **Wir halten dazu fest, daß ein Großteil der in [19] und [26] untersuchten Einzelstoffe - verglichen mit der aktuellen Stofffassung - nicht im Abfall vorkommt oder aufgrund der geringen Masse (3.1.1) weniger relevant ist (vgl. auch 5.1).**

Der Antragsteller führt aus, daß bei den langen Transferzeiten von mindestens 300.000 Jahren bis zum Eintritt in die Biosphäre die Stoffe nicht stabil sind und durch chemische und/oder strahlenchemische Reaktionen abgebaut werden. Der radiolytische Abbau wird nach Sicht des Antragstellers keine entscheidenden Beiträge zur Zersetzung von organischen gefährlichen Stoffen leisten; chemische Reaktionen, vor allem die alkalische Hydrolyse, übernehmen die dominierende Rolle.

Abiotische (wie auch biotische) Reaktionen organischer Stoffe sind nach unserer Auffassung zunächst immer nur *Stofftransformationen*. *Abbau* im Sinne von Mineralisierung kann nur für einfachst aufgebaute organische Verbindungen vorausgesetzt werden. Die basenkatalysierte Hydrolyse des Lindan (1,72 g entsprechend Tab. 4 der EU 509/Rev.03) führt so z. B. zu den Hydrolyseprodukten Trichlorbenzol, Pentachlorcyclohexen und Trichlortrihydroxycyclohexan. Chlorphenole dagegen sind der alkalischen Hydrolyse nur unter drastischen Reaktionsbedingungen (Temperatur > 200 °C) zugänglich, führen jedoch auch zu definierten (organischen) Reaktionsprodukten.

Wir sehen die (stufenweise) alkalische Hydrolyse der chlororganischen Verbindungen als gegeben an. Aufgrund der damit auch geringen Masse der Hydrolyseprodukte ist anzunehmen, daß für sie maßgebliche Prüfwerte zur Bewertung ihrer Konzentration im oberflächennahen Grundwasser nicht überschritten werden.

Die folgende Betrachtung zur EDTA-Hydrolyse soll die Komplexizität der ablaufenden Reaktionen und damit die Schwierigkeit, abiotische Stoffumwandlungen als konzentrationsmindernde Prozesse ggf. zu beanspruchen, verdeutlichen. EDTA unterliegt im alkalischen Medium der Hydrolyse. In Literatur [19] der EU 509/Rev.03 wird für den pH 9,3 und eine Temperatur von 60 °C eine Halbwertszeit von 1400 Jahren zitiert. Deutlich hydrolysestabiler sind Chelatkomplexe der EDTA wie z.B. des Calciums oder Magnesiums. Konkurrierende Gleichgewichtsreaktionen zur Komplexbildung sind in diesem Zusammenhang [7]:

- die EDTA-Hydrolyse
- die pH-abhängige Komplexbildungsreaktion / die Hydroxidbildung bei Metallen.

Die Tendenz der Komplexbildung nimmt so mit steigendem pH-Wert zu, da die Konzentration des EDTA⁴⁻ Anions bei höherem pH wächst. Dazu gegenläufig nimmt mit höherem pH jedoch die beschriebene Bildung unlöslicher Hydroxide zu.

Zu schwerlöslichen Verbindungen kann auch die Reaktion des gut wasserlöslichen Kaliumhexacyanoferrats(II) mit Schwermetallkationen führen [8].

Die Frage möglicher mikrobieller Aktivitäten betrachtet der Antragsteller unter Punkt 3.1.2.3 und kommt zu dem Schluß, daß von ihnen im Endlager Konrad keine signifikanten Beiträge zu Stofftransformationen/-abbau zu erwarten sind. Wir schließen uns dieser Auffassung an.

Für einige der organischen Stoffe wie den Tensiden ist ein wirksamer *biotischer* Abbau bis hin zur Mineralisierung bekannt. Die Abbaubarkeit anionischer, nichtionischer, kationischer und amphoterer Tenside beträgt z. B. mehr als 80 % [9] [10]. NTA ist zu 95 % und mehr bioabbaubar und dieses auch bei niedrigen Temperaturen im Bereich von 6 - 16 °C [10]. Biologische Stoffumwandlungen können auch nach unserer Auffassung für das Tiefenwasser realistischerweise nicht angenommen werden, jedoch für das oberflächennahe Grundwasser. Die zum Tensid-/NTA-Abbau unter 5.1 vom Antragsteller vorgenommenen ausführlichen Betrachtungen gelten damit nur mit dieser Einschränkung.

Friedel-Crafts-Reaktionen (Alkylierungen), die der Antragsteller von ihrer Bedeutung her als *eher gering* einstuft, sind wiederum in wäßriger Lösung und ohne Katalysator *überhaupt nicht* möglich.

Die von uns nur beispielhaft angeführten Stoffumwandlungen sind i.d.R. keine Giftingsreaktionen. Als wesentlichen Prozeß in Zusammenhang mit Stoffumwandlungen sehen wir Sorptionsvorgänge auf dem Weg in das oberflächennahe Grundwasser und den dort gegebenen Möglichkeiten der Stofftransformation/des Abbaus an. Der Antragsteller beansprucht in seinen durchgeführten Bewertungen jedoch weder den Stoffabbau noch die Barrierewirkung des Gebirges.

Zu:

3.2 Anorganische Stoffe

3.2.1 Anorganische chemotoxische Stoffe im Abfall

Die Grundwasserverordnung mit ihren Listen I+II [1] war Grundlage für die Erfassung der Metalloide, Metalle und ihre Verbindungen und führte zu den Stoffen gemäß Tab. 6. Der Antragsteller bilanziert auf der Grundlage seiner Erfassung insgesamt $6,75 \cdot 10^4$ Mg (nach unserer Rechnung ungerundet $6,7779251$ Mg) anorganische gefährliche Stoffe. Die größten Beiträge liefern darunter Pb, Ti, Ni, Cr_{gesamt} und Cu.

Die kumulierte Masse der anorganischen Stoffe entsprechend Tab. 7 beläuft sich nach Angaben des Antragstellers auf $8,62 \cdot 10^5$ Mg (nach unserer Rechnung ungerundet $8,66439683$ Mg). Tab. 7 führt darüber hinaus die Stoffe Germanium, Iridium, Osmium, Protactinium und Rhodium auf, ohne daß diese in der Erfassung und Bestandsaufnahme spezifiziert worden wären. Es besteht daher nach unserer Auffassung kein Anlaß, diese Stoffe zu bewerten.

Die meisten anorganischen Stoffe/Elemente sind in den Sedimenten des Einlagerungshorizontes in bis zu 5 Größenordnungen höherer Massen vertreten. Das trifft für As, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Sb, Se, Te, Th, Ti, U, V und Zn zu. Eine Ausnahme bilden Ag und Pb, deren kumulierte Massen in den Sedimenten um je eine „Größenordnung“ kleiner sind.

Tab. 8 schließlich dokumentiert die Ergebnisse der Bestandsaufnahme zu anorganischen Kationen, Anionen und Salzen sowie zu P₂O₅, ZnO und SiO₂, wobei die Phosphorverbindungen im Vergleich zur EU 509/Rev.02 wesentlich ausführlicher bilanziert werden.

Zu:

4. Modellbetrachtungen zur möglichen Verschmutzung des Grundwassers

4.1 Vorgehensweise

4.1.1 Annahmen und Randbedingungen

Annahmen und Randbedingungen des Antragstellers zur Prüfung einer schädlichen Verunreinigung des oberflächennahen Grundwassers oder einer sonstigen nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften sind die nachfolgend genannten:

- Abfallgebinderolumen ca. 650.000 m^3 ;
- Anteil **organischer Stoffe an der Gesamtmasse** der endzulagernden Abfallgebinder: $2,9 \cdot 10^4$ Mg (ca. 1,8 %) inclusive der organischen bestimmte gefährlichen Stoffe;
- Anteil **anorganischer Stoffe an der Gesamtmasse** der endzulagernden Abfallgebinder: $1,6 \cdot 10^6$ Mg (ca. 98,2 %) inclusive der anorganischen bestimmte gefährlichen Stoffe;

- Gesamtmasse (organische+anorganische Stoffe)= $1,629 \cdot 10^6$ Mg;
- Volumen Konrad-Tiefenwasser 10^6 m³.

Zu Beginn der Nachbetriebsphase wird das gesamte „Abfallvolumen“ (= Σ aller „Abfallgebände“) als vollständig gelöst in 10^6 m³ Konrad-Tiefenwasser angenommen. Es wird postuliert, daß die Stoffe jeweils für sich allein und in vollständig gelöstem Zustand (= ungünstigste hypothetische Ausgangssituation) zu betrachten und bewerten sind.

Anders als vom Antragsteller behauptet, werden in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) jedoch auch die Wirkungen mehrerer Stoffe in Form stoffgruppenspezifischer Grenzwerte (z.B. PAK) bewertet. Auf diese Weise werden in der TrinkwV Kombinationswirkungen von Stoffen sehr ähnlicher chemischer Struktur durch Summengrenzwerte (in der TrinkwV ungewichtete Summation der Einzelstoffe) berücksichtigt.

Löslichkeitsmindemde Vorgänge im Tiefenwasser (hohe Salinität bzw. Ionenstärke, Bildung schwerlöslicher Hydroxide bzw. Salze) werden (zunächst) nicht in Ansatz gebracht; ebensowenig auch löslichkeitsfördernde (Temperatur im Grubengebäude, Salzbildung von aciden Substanzen im alkalischen Milieu, Komplexbildung und/oder andere löslichkeitsvermittelnde Prozesse). Alle diese Vorgänge sind vom Ort und von der Zeit abhängig und stellen physikalisch-chemische Reaktionen oder chemische Gleichgewichtsreaktionen dar. Zugleich laufen Stofftransport-Vorgänge ab. Die vollständige Beschreibung des komplexen Problems ist nicht möglich und kann deshalb auch nach unserer Einschätzung nur durch ein stark vereinfachendes Modell näherungsweise dargestellt werden. In diesem Zusammenhang getroffene Annahmen zu Lösungsprozessen im Tiefenwasser und zum Stoffaustrag in das oberflächennahe Grundwasser stellen eine grundsätzlich konservative Bewertungssituation dar.

In der Nachbetriebsphase wird der gesamte Einlagerungshorizont, der nach unten und oben hin von Gesteinen geringer Permeabilität begrenzt wird, von Tiefenwasser durchströmt. Der Antragsteller nimmt dabei an, daß sich ausschließlich die in den Abfallgebänden enthaltenen anorganischen und organischen Stoffe im Tiefenwasser lösen, nicht aber die z.T. gleichen Elemente/Stoffe, die in den Sedimenten des Einlagerungshorizontes in sehr großen Massen vorhanden sind.

Der Antragsteller geht von einem **pH-Wert-Bereich von 12-14** im Tiefenwasser, bedingt durch die basischen Bestandteile des Zements/Betons aus den Fixierungsmitteln und Abfallbehältern im Endlager, aus. Experimente über den Zeitraum von 24 Wochen an zementierten Abfallsimulaten mit Formationsgrundwasser aus der Schachanlage Konrad und oolithischem Eisenerz zur Simulation des Versatzmaterials ergaben, daß bis zu einem Zementanteil von 50 % pH-Werte zwischen 11 und 12 im Grubengebäude zu erwarten sind [3]. Zement bildet eine alkalische wäßrige Lösung, die mit Calciumhydroxid gesättigt ist und Alkalihydroxide enthält. Der pH dieser Lösung ist allgemein > 12 [4]. Das Formationsgrundwasser weist andererseits nach den in [3] dokumentierten Analyseergebnissen einen pH von 6 auf. **Wir sehen deshalb - und anders als der Antragsteller - einen pH von etwa 12 als wahrscheinlich für das Tiefenwasser an.** Ein pH 12 entspricht z.B. einer NaOH-Konzentration von 0,01 Mol/L. Die Löslichkeit spezieller Stoffe/Stoffgruppen kann in der Folge herabgesetzt sein. So können Fällungsreaktionen zu deutlichen Konzentrationsabnahmen im Tiefenwasser führen.

Der Transport des Tiefenwassers bis in das oberflächennahe Grundwasser (Biosphäreneintritt) wird als mindestens 300.000 Jahre lang dauernd angenommen. Es wird darauf hingewiesen, daß es aufgrund experimenteller Untersuchungen fraglich sei, ob es einen konvektiven Stofftransport des Tiefenwassers bis in den Bereich des oberflächennahen Grundwassers gibt. Verschiedene Momente deuten auf stagnierendes Tiefenwasser und einen diffusionsdominierten vertikalen Salztransport hin.

Zu:

4.1.2 Verdünnungsfaktoren

In Bezug auf den Transport des Tiefenwassers durch die Geosphäre wird in der EU 509/Rev.03 zunächst ein Faktor $2,2 \cdot 10^{-3}$ diskutiert, um den die Stoffkonzentrationen des Tiefenwassers bei Eintritt in die Biosphäre verdünnt werden. Die Überlegungen des Antragstellers in Bezug auf den Faktor $2,2 \cdot 10^{-3}$ gehen von der gemessenen Salzbelastung des Tiefenwassers (stellvertretend wird die Na-Konzentration betrachtet), der berechneten Na-Zusatzbelastung durch die Abfallgebinde und dem Na-Grenzwert der TrinkwV [6] aus. Auf der Grundlage dieser Betrachtungen wurde schließlich ein Faktor 10^{-3} festgesetzt.

Der Antragsteller legt seinen aktuellen Modellbetrachtungen zur möglichen Verschmutzung des Grundwassers nunmehr zwei verschiedene Verdünnungsfaktoren von 10^{-3} sowie 10^{-4} zugrunde. Diese Differenzierung ist aus der Sicht des Antragstellers begründet durch die unterschiedlichen Löslichkeiten der zu bewertenden Stoffe, wobei zwischen zwei Fallgestaltungen unterschieden wird:

- Berechnung der Konzentration im oberflächennahen Grundwasser (c_{OFG}) unmittelbar auf der Grundlage der berechneten Konzentration im Tiefenwasser (c_{T}) mit $F = 10^{-4}$, wenn $c_{\text{T}} < \text{Stofflöslichkeit}$;
- Berechnung der c_{OFG} auf der Grundlage der Stofflöslichkeit mit $F = 10^{-3}$, wenn $c_{\text{T}} > \text{Stofflöslichkeit}$.

Der Verdünnungsfaktor 10^{-4} resultiert insbesondere aus Modellrechnungen zur Radionuklidenausbreitung in der Nachbetriebsphase. Aus radiologischer Sicht scheint die Vorgehensweise ausreichend konservativ zu sein, da bei den Annahmen (vgl. 4.1.1) u.a. das gesamte Inventar als „in Lösung“ betrachtet wird, weiterhin für die im Tiefenwasser gelösten organischen und anorganischen Stoffe in der Geosphäre keine Rückhaltung erfährt.

Die Verwendung eines Faktors 10^{-3} wie oben ausgeführt, erscheint aus unserer Sicht im Ganzen gesehen nicht hinreichend begründet zu sein. Deshalb wird von unserer Seite ein Verdünnungsfaktor 10^{-4} der weiteren Bewertung zugrundegelegt (vgl. auch I.).

Zu:

4.1.3 Prüfwerte und Grenzkonzentrationen

Die vom Antragsteller verwendeten Prüf- und Grenzwerte zur Bewertung schädlicher Verunreinigungen im oberflächennahen Grundwasser sind grundsätzlich geeignet und

als konservative Maßstäbe anzusehen. Im einzelnen waren es folgende Prüf- oder Grenzwertlisten:

- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden (Stand Oktober 1993 [11a], Fortschreibung der Prüfwerte: Stand 03.12.1996 [11b]),
- Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) [6],
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (vom Antragsteller noch als „Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e. V.“ bezeichnet): Eignung von Fließgewässern für die Trinkwasserversorgung“. DVGW-Regelwerk, Technische Mitteilung Merkblatt W 251, Stand August 1996 [12].

Sie weisen alle unmittelbar den Bezug zu den Grenzwerten der TrinkwV auf, sind häufig mit ihnen identisch oder liegen mit ihren Prüfwerten sogar unterhalb der TrinkwV-Grenzwerte. Der Antragsteller hat nun auch die Fortschreibung der LAWA-Prüfwerte [11b] vom Dezember 1996 berücksichtigt.

Ob jeweils verwendete Prüf-/Grenzwertlisten mit Bezug auf den zu untersuchenden Prüfgegenstand, hier also Stoffkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser, geeignete Maßstäbe der Bewertung sind, hängt von mehreren Faktoren ab. In unserem Fall ist zu prüfen, ob der Regelungsbereich der konkreten Prüfwertliste sich unmißverständlich auf das Grundwasser bezieht. Dieses ist eindeutig für die Prüfwerte der „Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden“ gegeben. Die „Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkwV)“ ist in Verbindung mit der (möglichen) Nutzung des Grundwassers zur Trinkwassergewinnung gleichfalls für die Bewertung der Grundwasserqualität geeignet. Streng genommen gilt sie jedoch nur für das Reinwasser; bereits bei einer Bewertung nichtaufbereiteten Rohwassers wird ein sehr strenger Maßstab verwendet wie überhaupt, wenn Grundwasser am Emissionsort und nicht am Ort der Nutzung mit Hilfe der TrinkwV bewertet wird. Das DVGW-Regelwerk „Eignung von Fließgewässern für die Trinkwasserversorgung“ gilt in engerem Sinne für Wasser aus Fließgewässern, jedoch liegt auch hier der direkte Bezug zur Trinkwassergewinnung vor. Damit sind alle drei Regelwerke grundsätzlich für die durchzuführenden Bewertungen geeignet. Die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der (toxikologischen) Ableitung bestehen für die LAWA- und DVGW-Liste insofern, als daß sie im Kern auf die TrinkwV zurückgehen. Der Antragsteller reklamiert für sich eine konservative Bewertung, indem er von den drei genannten Listen die jeweils kleinsten Prüfkonzentrationen wählt. **Diese Vorgehensweise ist aus naturwissenschaftlicher Sicht nicht zwingend erforderlich. Eine schädliche Verunreinigung im oberflächennahen Grundwasser liegt gleichermaßen nicht vor, wenn - aus dem direkten Vergleich der angeführten Listen folgend - auch höhere Prüfkonzentrationen verwendet und entsprechend unterschritten werden.**

Die in Tab. 1 der LAWA-Liste [11a] genannten Konzentrationen für Basisparameter sind **Mindeständerungen** im Vergleich zum Oberstrom. Sie werden vom Antragsteller im Einzelfall herangezogen und stellen für sich allein betrachtet ein relativ strenges Kriterium dar. Ihre Überschreitung bedeutet nicht zwangsläufig eine Gefahr für das Grundwasser durch schädliche Verunreinigungen, da toxikologisch begründete Prüf-

wertableitungen grundsätzlich auf Absolutkonzentrationen zurückgehen. Sofern in entsprechenden Einzelfällen auch Prüfwerte für **absolute Stoffkonzentrationen** verfügbar sind, werden von uns alternative Bewertungen durchgeführt.

Problematisch erscheinen dagegen die vom Antragsteller im Einzelfall getroffenen Zuordnungen von zu bewertenden speziellen Einzelstoffe und Stoffgruppen zu relevanten Stoffen und Stoffgruppen der Prüfwertlisten [6] [11a+b] [12]. Die Zuordnung insbesondere von organischen Einzelstoffen und Stoffgruppen (Tab. 4 und 5/EU 509/Rev.03) zu diesbezüglichen Stoffgruppen der jeweils verwendeten Prüfwertlisten und darauf aufbauende Bewertungen sind aus Sicht der Stoff- und Bewertungssystematik teilweise nicht zutreffend. Die rechnerische Bildung von Stoffsummen als zu bewertende Konzentration wurde vom Antragsteller häufig nicht vorgenommen. Die damit notwendig gewordenen Neueinstufungen und -bewertungen sind unmittelbar den Kommentierungen ab Punkt 5.1 zu entnehmen.

Der grundsätzliche Bewertungsansatz des Antragstellers läßt sich wie folgt charakterisieren: Aus den o. g. Prüfwert-/Grenzwertlisten werden die jeweils restriktivsten Prüfkonzentrationen verwendet, so daß zusammen mit den gewählten Modellannahmen generell von einer konservativen Vorgehensweise in Bezug auf die hier zu bewertenden schädlichen Verunreinigungen des oberflächennahen Grundwassers ausgegangen werden kann.

Zu:

4.2 Löslichkeiten

In der EU 509/Rev.02 waren die Herkunft und der Bezug der Stofflöslichkeiten unzureichend dokumentiert worden. Die nun vom Antragsteller ermittelten Löslichkeiten sind i.d.R. einzelstoffbezogen dargestellt worden. Zu den Stoffen nach Tab. 12 fehlen allerdings der Stoffbezug und die Literaturzitate. Bei anorganischen Stoffen liegen entweder experimentell abgeleitete Löslichkeitsgrenzen in realen Konrad-Grundwasserproben vor [3] oder es wird bei Elementen/Stoffen auf die Komponente mit dem höchsten Massenanteil Bezug genommen.

In der Literatur vorhandene qualitative Löslichkeitsangaben wurden an der Systematik des DAB 9 gespiegelt. Ein „praktisch unlöslicher“ Stoff ist demnach erst in „mehr als 10.000 Teilen Lösungsmittel“ löslich. Der Antragsteller ordnet „unlöslichen organischen oder anorganischen Stoffen“ die Konzentration $1,0 \cdot 10^{-4}$ g/L zu.

Der gewählten Vorgehensweise des Antragstellers in Bezug auf Stofflöslichkeiten stimmen wir zu.

Zu:

5.1 Chemotoxische organische Verbindungen

Die Ergebnisse der Bewertungen organischer Stoffe entsprechend Tab. 4 sind in der EU 509/Rev.03 zusammenfassend in Tab. 15 dargestellt worden.

Tenside, nichtionische und anionische Tenside sowie Benzalkoniumchlorid (als kationisches Tensid) wurden vom Antragsteller gemeinsam als **Summe Tenside** mit dem Trinkwassergrenzwert in Höhe von $2 \cdot 10^{-4}$ g/L [6] bewertet. Die Bewertung

geht aus von der kumulierte Masse aller Tenside in Höhe von $7,38258 \cdot 10^5$ kg. Der Tensid-Grenzwert [6] in Höhe von $2,0 \cdot 10^{-4}$ g/L wird nach Bewertung des Antragstellers mit einer resultierenden Tensid-Summenkonzentration im oberflächennahen Grundwasser in Höhe von $7,3 \cdot 10^{-5}$ g/L (ungerundet $7,38 \cdot 10^{-5}$ g/L) nicht überschritten. Wir stimmen dieser Bewertung zu. Dabei wird die Prüfkonzentration zu 74 % ausgeschöpft. Die vom Antragsteller nicht durchgeführte ergänzende Bewertung der anionischen und nichtionischen Tenside mit den Tensid-Prüfwerten der DVGW-Liste von je $1 \cdot 10^{-4}$ g/L [12] führt für diese Tensid-Teilmengen ebenfalls nicht zu Prüfwertüberschreitungen.

Im Fall von EDTA und Na-EDTA ist die Summe beider Stoffe maßgeblich. Ausgehend von der kumulierten Masse für beide Stoffe in Höhe von $2,496 \cdot 10^4$ kg, der Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von gerundet $2,50 \cdot 10^{-6}$ g/L und dem DVGW-Prüfwert von $5,0 \cdot 10^{-6}$ g/L nach [12] liegt eine Prüfwertüberschreitung nicht vor. Der Prüfwert wird in diesem Fall zu 50 % ausgeschöpft. Die Summenbildung wurde vom Antragsteller nicht ausgeführt.

Die $1,94 \cdot 10^1$ kg Na-NTA wurden in der EU 509/Rev.03 mit dem DVGW-Prüfwert in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-5}$ g/L [12] bewertet. Die im Modellszenario abgeschätzte Na-NTA-Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von $1,9 \cdot 10^{-9}$ g/L überschreitet nicht den DVGW-Prüfwert ($1,0 \cdot 10^{-5}$ g/L). Wir schließen uns dieser Bewertung des Antragstellers an. Da für NTA jedoch auch Trinkwasser-Richtwerte bekannt sind ([14], vgl. Tab. 1), wurde von uns eine alternative Bewertung wie folgt vorgenommen: Ausgehend von einer NTA-Masse in diesem Fall von 17,4 kg resultiert im oberflächennahen Grundwasser eine Konzentration von $1,74 \cdot 10^{-9}$ g/L. Mit dem Trinkwasser-Richtwert von $3 \cdot 10^{-6}$ g/L ([14], Tab. 1), also einer empfindlicheren Prüfkonzentration, ist nach unserer Bewertung ebenfalls keine Überschreitung dieser Konzentrationsbegrenzung festzustellen.

Carbonsäuren und ihre Salze (Oxalsäure und Oxalate, Citronensäure und Citrate sowie Na_2 -Tartrat) mit einer kumulierten Masse von $2,76 \cdot 10^5$ kg wurden vom Antragsteller hilfsweise mit der Begrenzung für Kohlenwasserstoffe (ohne Aromaten) [11b] bewertet. Wir halten diesen Ansatz für nicht geeignet.

Wir bewerten Carbonsäuren und ihre Salze (Oxalsäure und Oxalate, Citronensäure und Citrate sowie Na_2 -Tartrat) deshalb indirekt über die Bewertung des (theoretischen) gesamten organischen Lösungsinhalts im Konrad-Tiefenwasser mit Hilfe des DOC. Folgende Erläuterungen sind in diesem Zusammenhang notwendig:

- Bewertungen mit Hilfe des DOC können sich von der Natur dieses Summenparameters her zunächst nur auf den gesamten organischen (theoretischen) Lösungsinhalt, d.h., die kumulierte Masse von $2,91 \cdot 10^4$ Mg in dem Volumen 10^6 m³, beziehen. Mit einer Konzentration von 2,9 mg/L für die gesamte Organik im oberflächennahen Grundwasser resultiert keine Überschreitung des DVGW-Prüfwertes von 4 mg/L [12].
- Der DOC beinhaltet keine Bewertung toxischer Eigenschaften des organischen Stoffinventars, sondern ist eine integrierende Information über die Höhe der Belastung durch organische Wasserinhaltsstoffe. Der DOC-Prüfwert ist damit eine all-

gemeine Konzentrationsbegrenzung ohne weitergehende Würdigung spezieller gefährlicher Eigenschaften, die grundsätzlich einzelstoff- oder stoffgruppenbezogen geführt werden muß.

Die hilfswise Bewertung der Stoffsumme aus **Oxalsäure und -salze, Citronensäure und -salze sowie Na₂-Tartrat** über den DOC setzt damit voraus, daß es sich bei ihnen nicht um „bestimmte gefährliche Stoffe“ [1] handelt. Dieses gilt zumindest für Citronensäure, Weinsäure sowie deren Salze.

Das Ergebnis der DOC-Bewertung des Gesamtinventars trifft im Sinne einer toxikologisch unspezifischen Aussage auch auf Teilmengen/-massen der Organik wie Oxal- und Citronensäure einschließlich ihrer Salze sowie Na₂-Tartrat zu. Oxalsäure und lösliche Oxalate imponieren jedoch dadurch, daß sie im menschlichen Organismus nach oraler Aufnahme zu Calcium-Ausfällung mit Folgen wie Übelkeit, blutiges Erbrechen, Kollaps, Tremor, Übererregbarkeit und Krämpfe führen können.

Unter den Bedingungen, wie sie im Konrad-Tiefenwasser herrschen, ist auf der anderen Seite die Ausfällung der Oxalsäure und löslichen Oxalate als Calciumoxalat anzunehmen, so daß von bioverfügbarer Oxalsäure oder Oxalaten im oberflächennahen Grundwasser nicht ausgegangen werden kann. **Eine Gefahr für das oberflächennahe Grundwasser - bedingt durch Carbonsäuren und Carbonsäuresalze im Tiefenwasser einschließlich der Oxalsäure und Oxalate - besteht nach unserer Auffassung nicht.** Zur alternativen Bewertung von Ammoniumcitrat über die Begrenzung als NH₄⁺ siehe 5.2.3.

Die Bewertung der chlorierten organischen Verbindungen entsprechend Tab. 4/EU 509/Rev.03 wird vor allem durch ihre geringen Massen von in der Summe 22,36 g und die daraus resultierenden äußerst niedrigen Konzentrationen im Tiefenwasser und oberflächennahen Grundwasser geprägt. Damit sind Abstände der berechneten Konzentrationen im oberflächennahen Grundwasser zu den jeweiligen Prüfwerten um mehrere Zehnerpotenzen zu beobachten. Der Umstand, daß vom Antragsteller Stoffzuordnungen und Bewertungen aus bewertungssystematischer Sicht nicht zutreffend sind, in Tab. 15 Prüfwerte falsch wiedergegeben werden sowie mit Bezug auf die Textfassung auf den Seiten 26/27 fehlen oder nicht übereinstimmen, tritt damit klar in den Hintergrund. Von den - mit Ausnahme der Chlorphenole - sehr geringen Löslichkeiten dieser Stoffe (vgl. Tab. 1) braucht kein Kredit genommen zu werden.

Die 8,6 g halogenierte Phenole, es handelt sich im einzelnen um 2-, 3- und 4-Chlorphenol, führen zu einer Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von $8,6 \cdot 10^{-13}$ g/L, die vom Antragsteller mit dem LAWA-Prüfwert für Chlorphenole_{gesamt} bewertet wird (der entsprechende Prüfwert $1 \cdot 10^{-8}$ g/L in Tab. 15 ist allerdings falsch). **Unsere Bewertung mit dem LAWA-Prüfwert in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-8}$ g/L [11b] führt zu keiner Prüfwertüberschreitung im oberflächennahen Grundwasser.**

2-Chlornaphthalin bewertet der Antragsteller mit dem DVGW-Prüfwert [12] für die Summe PAK von jeweils 0,0001 mg/L. Da 2-Chlornaphthalin eine Organochlorverbindung darstellt, ist der Prüfwert nach [12] nicht geeignet. Die EC Directive on Drinking Water Quality 80/778/EEC begrenzt Organochlorverbindungen (außer Pestiziden) und damit auch 2-Chlornaphthalin durch den Richtwert 1 µg/L [15]. Formal angemessen ist aus unserer Sicht damit die Bewertung der Summe aus 2-

Chlornaphthalin, Chlorphenolen und Monochlorbiphenylen mit der Gesamtmasse von 18,92 g und einer resultierenden Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von (ungerundet) $1,892 \cdot 10^{-12}$ g/L. Der v. g. *Trinkwasserrichtwert* von $1 \cdot 10^{-6}$ g/L [15] wird nach dieser Bewertung und wie erwartet werden konnte, nicht überschritten.

Der Vollständigkeit halber sei noch der Einzelstoff-Interventionswert für 2-Chlornaphthalin im Grundwasser in Höhe von 5µg/L erwähnt [16], der ebenfalls als Prüfwert geeignet erscheint.

Monochlorbiphenyl(e) (es können 3 Isomere auftreten, das Monochlorbiphenyl existiert nicht) wurden von den Abfallerzeugern mit einer Masse von 1,72 g angegeben. Der in diesem Fall nach unserer Auffassung maßgebliche **Summen-Grenzwert** der TrinkwV für organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung einschließlich ihrer toxischen Hauptabbauprodukte und polychlorierte, polybromierte Biphenyle und Terphenyle in Höhe von 0,5 µg/L [6] wird, zusammen mit Hexachlorbenzol, Hexachlorcyclohexan und Mikrobiozid(en), nach unserer Bewertung nicht überschritten. Die vom Antragsteller vorgenommene *Einzelstoffbewertung* mit dem LAWA-Prüfwert 0,01 µg/L [11b] ist formal nur dann statthaft, wenn tatsächlich nur ein Isomeres der insgesamt 3 theoretisch denkbaren Monochlorbiphenyle vorliegt.

Hexachlorbenzol wurde vom Antragsteller in Tab. 15 dem LAWA-Prüfwert für Chlorbenzole_{gesamt}, auf S. 27 zugleich der TrinkwV [6] Anlage 2 Abschnitt II Lfd. Nr. 13 b) „Polychlorierte, polybromierte Biphenyle und Terphenyle“ zugeordnet (). Die Stoffzuordnung ist demzufolge widersprüchlich. Die TrinkwV reguliert Hexachlorbenzol, das auch als Fungizid Anwendung findet, als Einzelstoff oder im Sinne einer Stoffgruppenbewertung unter Anlage 2 Abschnitt II Lfd. Nr. 13 a) mit 0,1 µg/L bzw. der Summenbegrenzung 0,5µg/L. Die Bewertung von Hexachlorbenzol im oberflächennahen Grundwasser ist deshalb aus bewertungssystematischen Gründen mit diesen Grenzwerten durchzuführen.

Die WHO nennt im übrigen für den Einzelstoff Hexachlorbenzol einen Trinkwasserleitwert von 1 µg/L [17].

Das Ergebnis unserer Neubewertung sieht wie folgt aus. Eine Prüfwertüberschreitung liegt für Hexachlorbenzol sowohl als Einzelstoff wie auch für die Summe [Hexachlorbenzol, Hexachlorcyclohexan, Monochlorbiphenyl(en) und Mikrobiozid(en)] mit der Summenkonzentration von $4,65 \cdot 10^{-7}$ g/L im oberflächennahen Grundwasser und dem TrinkwV-Summenprüfwert $5 \cdot 10^{-7}$ g/L [6] letztendlich nicht vor. Der Summenprüfwert wird jedoch zu 93 % ausgeschöpft.

Hexachlorcyclohexan: wurde in der EU 509/Rev.03 in Tab. 15 einem LAWA-Prüfwert für (HCH) in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-8}$ g/L gegenüber der Angabe $1,0 \cdot 10^{-6}$ g/L in [11b], auf S. 27 zugleich der TrinkwV [6] Anlage 2 Abschnitt II Lfd. Nr. 13 b) „Polychlorierte, polybromierte Biphenyle und Terphenyle“ zugeordnet. Die Stoffzuordnung ist demzufolge nicht korrekt bzw. unklar. Wie im Fall des Hexachlorbenzols, der Monochlorbiphenyle und der Mikrobiozide kann auf den Grenzwert in der TrinkwV Anlage 2, I Lfd. Nr. 13 (Einzelstoff 0,1 µg/L [6], Summenbegrenzung 0,5µg/L [6]) zurückgegriffen werden. Sowohl der Einzelstoff Hexachlorcyclohexan mit einer Konzentration von $1,7 \cdot 10^{-13}$ g/L im oberflächennahen Grundwasser wie

auch die maßgebliche Stoffsumme (vgl. Bewertung Hexachlorbenzol) überschreiten beide nicht die Grenzwerte der TrinkwV.

Da letztendlich für keinen Stoff oder keine Stoffgruppe aus Tab. 4 der EU 509/Rev.03 eine Überschreitung der Prüfkonzentrationen festgestellt werden muß, ist eine Auseinandersetzung mit den Überlegungen des Antragstellers zu Möglichkeiten des Abbaus bzw. der Transformation dieser Stoffe aus Sicht der Bewertung an dieser Stelle nicht erforderlich. Sofern im Zuge von hydrolytischen Stofftransformationen halogenierte Substanzen entstehen sollten, liegen diese in geringerer Massenkonzentration wie die Ausgangssubstanzen vor.

Zu:

5.2 Grundwasserverordnung

Die Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 80/68/EWG des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe (Grundwasserverordnung [1]) vom 18. März 1997

- regelt näher, wie die wasser- und abfallrechtlichen Vorschriften des Bundes zum Schutz des Grundwassers auf die Einleitung und den sonstigen Eintrag bestimmter gefährlicher anzuwenden sind,
- bestimmt die dabei bestehenden Pflichten zur Untersuchung und Überwachung sowie bestimmte Mindestanforderungen an den Inhalt behördlicher Zulassungen näher.

„Bestimmte gefährliche Stoffe“ werden als Stofffamilien und Stoffgruppen der Listen I+II konkretisiert.

Die vom Antragsteller erfaßten „chemotoxische“ Stoffe sind von uns den Listen I+II zugeordnet worden. Mit Ausnahme von Bismuth, Thorium, Oxalsäure, Na₂-Oxalat, Citronensäure, NH₄-Citrat, Trinatriumcitrat, Dinatriumhydrogencitrat und Na₂-Citrat konnten alle anderen Stoffen den Listen I+II zugeordnet werden.

Zu:

5.2.1 Betrachtungen zu organischen Verbindungen

Die Betrachtungen des Antragstellers zu organischen Verbindungen beziehen sich in 5.2.1 auf die in Tab. 5 der EU 509/Rev.03 aufgelisteten Stoffe und Stoffgruppen.

Phosphorsäureester ($6,55 \cdot 10^4$ kg), Tributylphosphat ($8,21 \cdot 10^2$ kg), Dibutylphosphat ($7,89 \cdot 10^2$ kg) und Hexamethylphosphorsäuretriamid ($8,60 \cdot 10^3$ kg) werden vom Antragsteller als Summe Phosphat (PO_4^{3-}) und darüber hinaus gemeinsam mit anorganischen Phosphorverbindungen bewertet (vgl. auch Punkt 5.2.3 der EU 509/Rev.03). Es handelt sich im einzelnen um folgende anorganische Stoffe: Calciumpyrophosphat ($2,02 \cdot 10^5$ kg), Phosphate ($1,65 \cdot 10^5$ kg), Zn-Phosphat/Oxid ($6,46 \cdot 10^4$ kg), Na₅-Tripolyphosphat ($4,32 \cdot 10^4$ kg), Komplexphosphate ($2,06 \cdot 10^4$ kg), Phosphonate ($1,61 \cdot 10^4$ kg), Kaliumpyrophosphat ($1,16 \cdot 10^4$ kg), Natriumdihydrogenphosphat ($1,89 \cdot 10^3$ kg) und Phosphorpen-

toxid ($7,39 \cdot 10^2$ kg). Unsere Neubewertung (ohne Berücksichtigung von Löslichkeiten) geht von einer kumulierten Masse aller Phosphorverbindungen (organischer + anorganischer P) in Höhe von (ungerundet) $5,92839 \cdot 10^5$ kg aus. Es resultiert eine Konzentration im Tiefenwasser von $5,93 \cdot 10^{-1}$ g/L bzw. im oberflächennahen Grundwasser in Höhe von $5,93 \cdot 10^{-5}$ g/L, die den DVGW-Prüfwert $1,5 \cdot 10^{-4}$ g/L nicht überschreitet. Dementsprechend werden auch nicht die LAWA-Mindeständerung in Höhe von $2 \cdot 10^{-4}$ g/L [11a] bzw. der Grenzwert der TrinkwV von $6,7 \cdot 10^{-3}$ g/L [6] für Phosphor (berechnet als PO_4^{3-}) überschritten. Der DVGW-Prüfwert wird zu 40 % ausgeschöpft. Löslichkeitsbegrenzungen, wie sie vom Antragsteller in Tab. 26 teilweise verwendet, müssen nicht beansprucht werden. Die c_{ofg} zu Zn-Phosphat/Oxid in Tab. 26 ist offensichtlich falsch berechnet, nach unserer Neubewertung zugleich gegenstandslos geworden.

Öl, Ölrückstände, Polystyrol, Polyethylen (PE), PE/PP, Divinylbenzol, Polypropylen (PP), Alkane (Paraffine), Toluol, Xylole und Kerosin liegen der Bestandsaufnahme zufolge mit einer kumulierten Masse von (ungerundet) $2,9064994 \cdot 10^6$ kg vor. Davon entfallen auf Kohlenwasserstoffe (außer Aromaten) (ungerundet) $4,0397 \cdot 10^5$ kg sowie auf Aromaten (ungerundet) $2,5025294 \cdot 10^6$ kg. Wir haben dabei vereinfachend Öl, Ölrückstände, Polyethylen (PE), PE/PP, Polypropylen (PP) und Alkane (Paraffine) der Gruppe der Kohlenwasserstoffe (außer Aromaten) zugeordnet, der Gruppe der Aromaten Polystyrol, Divinylbenzol, Toluol, Xylole und Kerosin.

Bei seiner Bewertung der Kohlenwasserstoffe macht der Antragsteller bei 7 von 11 Stoffen/Stoffgruppen von ihrer Einstufung als „schwerlöslich“ Gebrauch und verwendet die Löslichkeit $1,0 \cdot 10^{-4}$ g/L zur Abschätzung der c_{ofg} und gelangt zu einer Konzentration (im oberflächennahen Grundwasser) von $4,7 \cdot 10^{-5}$ g/L. Bei der Annahme vollständiger Lösung aller Kohlenwasserstoffe im Konrad-Tiefenwasser kommen wir auf der anderen Seite zu einer c_{ofg} von $2,91 \cdot 10^{-4}$ g/L. Der DVGW-Prüfwert für Kohlenwasserstoffe in Höhe von $5 \cdot 10^{-5}$ g/L wird noch nicht überschritten, aber zu 94 % ausgeschöpft. Beide Konzentrationen ($4,7 \cdot 10^{-5}$ g/L bzw. $2,91 \cdot 10^{-4}$ g/L) überschreiten aber den Trinkwassergrenzwert für gelöste und emulgierte Kohlenwasserstoffe in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-5}$ g/L [6].

Die von uns in diesem Zusammenhang ermittelten Wasserlöslichkeiten zu Stoffen der Tab. 5/EU 509/Rev.03 sind Tab. 2 zu entnehmen. Damit ist leicht erkennbar, daß „Schwerlöslichkeiten“ vor dem Hintergrund der TrinkwV-Grenzwertüberschreitung hier in keiner Weise als konzentrationsbegrenzende Faktoren beansprucht werden können. Dieses trifft bereits für Öle und Ölrückstände mit einer berechneten Konzentration von $1,223 \cdot 10^{-5}$ g/L im oberflächennahen Grundwasser und verglichen mit der Löslichkeit von 0,05-0,2 g/L [18] (vgl. Tab. 2) zu.

Wir haben deshalb auf der Grundlage der LAWA-Liste eine Neubewertung wie folgt vorgenommen. Die kumulierte Masse der Kohlenwasserstoffe (außer Aromaten) führt zu einer Konzentration im Tiefenwasser von $4,04 \cdot 10^{-1}$ g/L bzw. im oberflächennahen Grundwasser von $4,04 \cdot 10^{-5}$ g/L. Der entsprechende LAWA-Prüfwert in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-4}$ g/L wird nicht überschritten. Analog resultiert für die Aromaten eine Konzentration im Tiefenwasser von $2,50 \cdot 10^0$ g/L bzw. im oberflächennahen Grundwasser von $2,50 \cdot 10^{-4}$ g/L. Hier liegt zunächst eine Überschreitung des für die Gruppe der Aromaten näherungsweise verwendeten BTX-Prüfwertes der LAWA [11b] in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-5}$ g/L vor. Es

erscheint uns jedoch fachlich vertretbar, im Falle des polymeren Stoffes Polystyrol eine Konzentrationsbegrenzung im Konrad-Tiefenwasser über die Löslichkeit $1,0 \cdot 10^{-4}$ g/L zu beanspruchen. Die im Endergebnis zu folgernde C_{0FG} in Höhe von $5,26 \cdot 10^{-6}$ g/L überschreitet nicht den BTX-Prüfwert $1,0 \cdot 10^{-5}$ g/L [11b]. Der Prüfwert wird zu 53 % ausgeschöpft.

Für Toluol und Xylol(e) wurde im Sinne einer differenzierenden Bewertung nun auch vom Antragsteller zusätzlich der stoffgruppenspezifische Prüfwert der LAWA für BTX-Aromaten in Höhe von 0,01 mg/L [11b] verwendet (von der Konzentration her ist er identisch mit dem Summengrenzwert der TrinkwV für die Gesamtheit der gelösten und emulgierten Kohlenwasserstoffe). Die gemeinsame Bewertung von Toluol und Xylol(en) im Sinne einer Bewertungsdifferenzierung führt zu einer Konzentration im oberflächennahen Grundwasser von (ungerundet) $1,958 \cdot 10^{-7}$ g/L, der LAWA-Prüfwert (neu) für BTX-Aromaten in Höhe von $1 \cdot 10^{-5}$ g/L [11b] wird für diese Teilmenge der Kohlenwasserstoffe nicht überschritten.

Hinsichtlich der Prüfung der Mikrobiozide wird auf die Ausführungen zu Abschnitt 5.1 verwiesen.

Silikonöle und organische Siliziumverbindungen werden von uns gemeinsam mit SiO_2 und Asbest bewertet. Die jeweiligen kumulierten Massen betragen $7,48 \cdot 10^4$ kg Siliziumverbindungen (org.), $3,01 \cdot 10^3$ kg Siliconöl, $1,50 \cdot 10^6$ kg Asbest und $7,43 \cdot 10^5$ kg SiO_2 . Es resultiert insgesamt eine kumulierte Masse von (ungerundet) 2,32081 kg Σ (organische+anorganische Siliziumverbindungen).

Die vom Antragsteller vorgenommene Bewertung des **gesamten organischen Stoffinhaltes** des Konrad-Tiefenwassers bzw. der C_{0FG} (inclusive der organischen *bestimmten gefährlichen* Stoffe) über den DOC ist fachlich angemessen. Es resultiert mit einer Konzentration von 2,91 mg/L für die **gesamte Organik** im oberflächennahen Grundwasser und Bewertung mit dem DVGW-Prüfwert von 4 mg/L [12] keine Überschreitung der Prüfkonzentration. Da die Konzentration von 2,91 mg/L über Kohlenstoff hinaus auch andere Elemente subsummiert, ist die tatsächliche Kohlenstoffkonzentration $< 2,91$ mg/L anzusetzen. Der DOC-Prüfwert wird formal zu < 73 % ausgeschöpft.

Zu:

5.2.2 Grundwasserverordnung, Anlage: Liste I

Tab. 3 zeigt die von uns vorgenommene Zuordnung von Einzelstoffen, Stofffamilien und Stoffgruppen der EU 509/Rev.03 zur **Liste I** der Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 80/68/EWG des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe (Grundwasserverordnung [1]) vom 18. März 1997.

Einzelstoffe, Stofffamilien und Stoffgruppen der Liste I/Grundwasserverordnung [1], die als solche bereits Prüfgegenstand von Stoffen/Stoffgruppen nach Maßgabe der Tab. 4 und 5 der EU 509/Rev.03 waren, werden im folgenden nicht weiter betrachtet. Wir verweisen auf unsere Kommentierung zu den Punkten 5.1 und 5.2.1 .

Auf die Zuordnungsproblematik der organischen Phosphorverbindungen (hier: Phosphorsäureester nach Maßgabe der Tab. 5) (Liste I/Lfd. Nr. 2 [1]) wurde bereits in 5.2.1 hingewiesen. Wir haben im Sinne einer differenzierenden Untersuchung die Phosphorsäureester darüber hinaus auch als eigenständige Stoffgruppe bewertet. Unsere Bewertung führt, ausgehend von (ungerundet) $6,71100086 \cdot 10^4$ kg Phosphorsäureestern (Tab. 5/EU 509/Rev.03) und einer Konzentration von $6,71 \cdot 10^{-2}$ g/L im Konrad-Tiefenwasser, zu der Konzentration von $6,71 \cdot 10^{-6}$ g/L im oberflächennahen Grundwasser. Der hier näherungsweise zugrundegelegte Prüfwert für Dimethylmethylphosphonat in Trinkwasser in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-4}$ mg/L ([19], Tab. 2) wird **also nicht überschritten**. Bei dieser formalen Bewertung wurde eine Hydrolyse der Phosphorsäureester zunächst nicht berücksichtigt. Die Hydrolyse wird, über längere Zeiträume gesehen, als maßgeblicher Vorgang zur Orthophosphatbildung führen. Aus diesem Grunde wurde von uns eine gemeinsame Bewertung der anorganischen und organischen Phosphorverbindungen für erforderlich gehalten (vgl. Punkt 5.2.1).

Zu **Organozinnverbindungen** (Liste I/Lfd. Nr. 3 [1]) haben die Abfallerzeuger keine Angaben gemacht. Ergänzend durchgeführte Literaturrecherchen des Antragstellers zu Anwendungsmöglichkeiten dieser Stoffe bei den Abfallerzeugern erbrachten zudem keine Hinweise, die ihren Einsatz dort wahrscheinlich machen könnten.

Die in die Gruppe Lfd. Nr. 4 der Liste I der Grundwasserverordnung [1] eingestuft anorganischen chemotoxischen Stoffe nach Maßgabe der Tab. 6 und anorganischen Stoffe nach Maßgabe der Tab. 7 der EU 509/Rev.03 werden auch in 5.2.3 und 5.3 bewertet.

Stoffe entsprechend Tab. 7 der EU 509/Rev.03, es handelt sich um Au ($1,47 \cdot 10^3$ kg), Cs ($3,87 \cdot 10^3$ kg), Li ($6,63 \cdot 10^4$ kg), Pt ($1,03 \cdot 10^{-2}$ kg), Rb ($7,10 \cdot 10^4$ kg) und Sr ($8,08 \cdot 10^5$ kg) (Liste I/Lfd. Nr. 4 [1]), können nur hilfsweise mit einem Vorsorgewert für Trinkwasser (vgl. [31]) in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-7}$ g/L bewertet werden, da andere Prüfwerte mit Grund-/Trinkwasserbezug mit Ausnahme von Sr, hierzu wird in [61] ein Trinkwasserricht in Höhe von 17 mg/L mitgeteilt, nach unserer Recherche für derartige Stoffe nicht vorhanden sind. Die vom Antragsteller vorgenommenen Bewertungen dieser Stoffe mit einem *kleinsten Grenzwert für die Schwermetalle Quecksilber und Nickel* (Hg nach [6] $1,0 \cdot 10^{-6}$ g/L, Ni nach [11b] beträgt $5 \cdot 10^{-5}$ g/L und nicht $1,0 \cdot 10^{-6}$ g/L) halten wir für fachlich nicht vertretbar. Im Fall von Sr führt der Antragsteller zwei unterschiedliche Löslichkeiten an: in Tab. 12 ist es der Wert $8,7 \cdot 10^{-1}$ g/L, in der Tab. 18 ist es $1,0 \cdot 10^{-4}$ g/L. Wir verwenden in unserer Bewertung die erstgenannte Konzentration, die aus experimentellen Löslichkeitsuntersuchungen mit Konrad-Wässern stammt [3].

Die C_{0F0} betragen nach unserer Bewertung jeweils für Au $1,0 \cdot 10^{-8}$ g/L, Cs $3,87 \cdot 10^{-7}$ g/L (BfS nennt falsch $3,8 \cdot 10^{-6}$ g/L), Li $6,63 \cdot 10^{-6}$ g/L, Pt $1,0 \cdot 10^{-12}$ g/L, Rb $7,1 \cdot 10^{-6}$ g/L und Sr $8,77 \cdot 10^{-5}$ g/L (ebenfalls falsche Prüfkonzentration in der Tab. 18). Überschreitungen der Prüfkonzentrationen $1,0 \cdot 10^{-7}$ g/L bzw. $1,7 \cdot 10^{-2}$ g/L bei Sr liegen damit für die Stoffe Cs, Li und Rb vor.

Asbest (kumulierte Masse $1,50 \cdot 10^6$ kg) wurde vom Antragsteller insbesondere mit dem Hinweis darauf, daß für Trinkwasser keine Richt- oder Grenzwerte existieren, von einer Bewertung ausgeschlossen. (Vorläufige) Trinkwasserrichtwerte wurden demgegenüber bereits 1980 in den US-EPA Ambient Water Quality Criteria DOC [62] mit 3.000 fibres/L - 30.000 fibres/L für risk level 10^{-7} - 10^{-5} genannt. Asbest wird von

uns (gemeinsam mit den organischen Siliziumverbindungen und SiO_2) mit Blick auf die hier relevante Bewertungssituation formal als Silikat bewertet (\Rightarrow 5.2.3).

Quecksilber liegt als Abfallbestandteil mit einer kumulierten Masse von $4,37 \cdot 10^1$ kg vor. Es resultieren Konzentrationen im Tiefenwasser von $4,37 \cdot 10^{-5}$ g/L bzw. oberflächennahen Grundwasser von $4,37 \cdot 10^{-9}$ g/L. Der Bewertung von Quecksilber und Quecksilberverbindungen durch den Antragsteller mit dem LAWA-Prüfwert in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-6}$ g/L [11b] wird von unserer Seite aus zugestimmt. Eine Prüfwertüberschreitung liegt damit nicht vor.

Cadmium liegt der Bestandsaufnahme zufolge mit der kumulierten Masse von $1,82 \cdot 10^5$ kg vor. Eine c_{ofg} kann daraus - auf der Basis vollständiger Lösung im Tiefenwasser - zu $1,82 \cdot 10^{-5}$ g/L abgeschätzt werden. Der Prüfwert der LAWA in Höhe von 0,005 mg/L [11b] wird zunächst überschritten. Nach unserer Bewertung ist ausgehend von der Löslichkeit $1,0 \cdot 10^{-4}$ g/L eine c_{ofg} von $1,0 \cdot 10^{-8}$ g/L maßgeblich. Der Prüfwert in Höhe von $5,0 \cdot 10^{-6}$ g/L wird unter der Voraussetzung, daß die Sättigungskonzentration im Tiefenwasser zur Berechnung der Cd-Belastung im oberflächennahen Grundwasser herangezogen wird, nicht überschritten. In [63] wird darüber hinaus für CdO die Löslichkeit $2,02 \cdot 10^{-3}$ g/L berichtet. Mit einer c_T $2,02 \cdot 10^{-3}$ g/L bzw. c_{ofg} in Höhe von $2,02 \cdot 10^{-7}$ g/L wird der Prüfwert nach [11b] ebenfalls nicht überschritten.

Tab. 20 enthält im übrigen falsche Angaben zu: „Zitat“ Hg (richtig: [15]) und „Prüfwert/Grenzkonzentration“ Cd (richtig: $5,0 \cdot 10^{-6}$ g/L); die Cd-Löslichkeit nach BfS in Tab. 12 ist (formal) ebenfalls nicht korrekt (richtig: $1,0 \cdot 10^{-4}$ g/L).

Cyanide werden in Liste I/Grundwasserverordnung [1] unter der Lfd. Nr. 8 geführt. Der Antragsteller bilanzierte im Fall der Cyanide die kumulierte Gesamtmasse von Kalium- und Nickelhexacyanoferraten (II) in Höhe von $2,74 \cdot 10^4$ kg (Tab. 8 der EU509/Rev.03). Es resultierte die c_{ofg} von $2,74 \cdot 10^{-6}$ g/L. Der Antragsteller verwendet für diese komplexen Cyanide den DVGW-Prüfwert in Höhe von 0,01 mg/L [12] und erhält keine Prüfwertüberschreitung. Der in dieser Weise erfolgten Bewertung wird von unserer Seite zugestimmt. Die Prüfkonzentration wird in diesem Fall zu 27 % ausgeschöpft. Die LAWA-Prüfwerte [11b] unterscheiden zusätzlich zwischen „Gesamtcyanid“ (0,05 mg/L) und „leichtfreisetzbarem Cyanid“ (0,01 mg/L), während die TrinkwV in der Anlage 2, Abschnitt I den *chemischen Stoff* „Cyanid“ ebenfalls mit 0,05 mg/L [6] reguliert und nicht weiter differenziert. Fachlich angemessen wäre damit auch eine Bewertung der komplex gebundenen Cyanide mit dem (höheren) LAWA-Prüfwert für Gesamtcyanid von 0,05 mg/L.

Zu:

5.2.3 Grundwasserverordnung, Anlage: Liste II

Tab. 4 zeigt die von uns getroffene Zuordnung von Einzelstoffen, Stofffamilien und Stoffgruppen der EU 509/Rev.03 zur Liste II/Grundwasserverordnung [1].

Unter der Lfd. Nr. 1 der Liste II werden Metalloide und Metalle und ihre Verbindungen aufgeführt. Die Bewertung der erfaßten Massen von Ag ($1,03 \cdot 10^5$ kg), As ($3,37 \cdot 10^2$ kg), B ($8,44 \cdot 10^5$ kg), Ba ($7,74 \cdot 10^5$ kg), Be ($2,45 \cdot 10^1$ kg), Co ($8,62 \cdot 10^4$ kg),

Cr_{gesamt} ($3,05 \cdot 10^6$ kg), Cr (VI) ($6,04 \cdot 10^5$ kg), Cu ($2,63 \cdot 10^6$ kg), Mo ($1,69 \cdot 10^5$ kg), Ni ($5,53 \cdot 10^6$ kg), Pb ($3,43 \cdot 10^7$ kg), Sb ($3,16 \cdot 10^4$ kg), Se ($4,87 \cdot 10^1$ kg), Sn ($7,24 \cdot 10^4$ kg), Te ($3,24 \cdot 10^1$ kg), Ti ($1,84 \cdot 10^7$ kg), Tl ($6,49 \cdot 10^1$ kg), U ($2,35 \cdot 10^4$ kg), V ($1,34 \cdot 10^6$ kg) und Zn ($5,39 \cdot 10^5$ kg) gemäß Tab. 6 der EU 509/Rev.03 stellt der Antragsteller zusammenfassend in Tab. 24 dar.

Die übliche, konservative Betrachtungsweise des Antragsteller greift mit Bezug auf die Stoffe der Gruppe 1/Liste II hier in besonderer Weise, wenn eine vollständige Lösung von *Metallen in elementarem Zustand bzw. als Legierungsbestandteil*, wie z.B. für Ag, Be, Cd, Co, Cr, Ni, Pb, Sb oder Zn erläutert, im Tiefenwasser angenommen wird. Bei Bewertung der Metallkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser wurde jedoch in entsprechenden Einzelfällen von der Begrenzung der c_{0FG} durch ihre Löslichkeit Gebrauch gemacht, um entweder Prüfwertüberschreitungen zu vermeiden oder den Sicherheitsabstand zu Prüfwerten zu vergrößern. Vor dem Hintergrund der allgemeinen Modellannahmen (vgl. 4.1.2) wurden deshalb umfangreiche Neubewertungen von unserer Seite notwendig, die hauptsächlich diejenigen Stoffe betreffen, deren c_{0FG} auf der Grundlage ihrer Sättigungskonzentration abgeschätzt wurde. Es resultieren folgende c_{0FG} (Stoffe mit einer c_{0FG} auf der Basis ihrer Löslichkeit sind durch Unterstreichung hervorgehoben): Ag ($1,03 \cdot 10^{-5}$ g/L), As ($3,37 \cdot 10^{-6}$ g/L), B ($8,44 \cdot 10^{-5}$ g/L), Ba ($2,2 \cdot 10^{-7}$ g/L), Be ($2,45 \cdot 10^{-9}$ g/L), Co ($5,9 \cdot 10^{-6}$ g/L), Cr_{gesamt} ($1,0 \cdot 10^{-8}$ g/L), Cr (VI) ($6,04 \cdot 10^{-5}$ g/L), Cu ($6,4 \cdot 10^{-6}$ g/L), Mo ($4,8 \cdot 10^{-9}$ g/L), Ni ($5,9 \cdot 10^{-6}$ g/L), Pb ($2,1 \cdot 10^{-6}$ g/L), Sb ($1,2 \cdot 10^{-6}$ g/L), Se ($4,87 \cdot 10^{-9}$ g/L), Sn ($1,0 \cdot 10^{-6}$ g/L), Te ($3,24 \cdot 10^{-9}$ g/L), Ti ($4,8 \cdot 10^{-9}$ g/L), Tl ($6,49 \cdot 10^{-9}$ g/L), U ($1,0 \cdot 10^{-13}$ g/L), V ($5,1 \cdot 10^{-10}$ g/L) und Zn ($6,5 \cdot 10^{-7}$ g/L). Wir verwenden zur Bewertung unmittelbar die vom Antragsteller zugrundegelegten Prüfkonzentrationen entsprechend Tab. 24. Der Nickel-LAWA-Prüfwert beträgt allerdings korrekt $5 \cdot 10^{-5}$ g/L [11b] und nicht $1,0 \cdot 10^{-6}$ g/L, wie dort angegeben. Der Begründung eines Prüf-/Grenzwertes für Ti in Höhe von $0,1 \mu\text{g/L}$ stimmen wir zu. Für Titan wird im übrigen in [20], wie von uns recherchiert, ein Ti-Trinkwasser-Richtwert in Höhe von $100 \mu\text{g/L}$ (Commonwealth of Independent States, ehemals Soviet Union) mitgeteilt. Die Ti-Bewertung des Antragstellers geht also von konservativen Annahmen aus. Im Fall von U führen wir eine differenzierendere Bewertung durch.

Prüfwertüberschreitungen liegen nach unserer Bewertung damit für die Stoffe Ag, As, B, Ba, Be, Co, Cr_{gesamt}, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Te, Ti, Tl, U, V und Zn nicht vor mit Ausnahme von Cr (VI). Die (rein rechnerische) Überschreitung des Prüfwertes für Ag um 3 % ist nicht relevant, zumal nach [6] auch ein achtfach höherer Wert der Prüfkonzentration nach Aufbereitung mit Silber und Silber-salzen im Trinkwasser zulässig ist.

Cr(VI) liegt in Zement/Beton überwiegend in Form von CaCrO_4 vor und resultiert als Abfallbestandteil hauptsächlich aus dieser Quelle. Unsere datenbankgestützte Recherche zur Löslichkeit von CaCrO_4 lieferte zwei Angaben: $24,0 \text{ g/L}$ bei 0°C [21] und $163,9 \text{ g/L}$ bei 20°C [22]. Eine Schwerlöslichkeit des CaCrO_4 kann demzufolge nicht mehr als konzentrationsbegrenzendes Moment beansprucht werden. Auf der Grundlage unserer Bewertung liegt mit der c_{0FG} von $6,0 \cdot 10^{-5} \text{ g/L}$ eine Überschreitung des LAW-Prüfwertes für Cr (VI) in Höhe von $8,0 \cdot 10^{-5} \text{ g/L}$ [11b] vor. Eine Begrenzung der Calciumchromat-Menge dürfte jedoch ohne weiteres möglich sein, da chromatarme Zemente [$c_{\text{Cr(VI)}} < 2\text{ppm}$] in jüngerer Zeit marktübliche Produkte sind.

Wir haben auf der Grundlage der chemischen Toxizität von löslichen Uransalzen (Uranylnitrat-hexahydrat) [23] für U folgenden Prüfwert abgeleitet: IRIS [23] berichtet einen LOAEL der oralen Exposition von 2,8 mg U/kg/d (Kaninchen, Endpunkte sind Körpergewichtsreduktion und Nephrotoxizität) und davon abgeleitet eine RfD von $3 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/d. Mit den üblichen Annahmen (Körpergewicht 70 kg, 2 L Trinkwasseraufnahme/d) resultiert ein Richtwert der Lebenszeit-Exposition von 0,105 mg/L Uran (100 % Ausschöpfung der RfD durch Trinkwasser) bzw. von 0,021 mg/L Uran, wenn der Anteil über Trinkwasser zu 20 % ausgeschöpft wird und andere Aufnahmepfade berücksichtigt werden. **Wir verwenden zur Bewertung der chemischen Toxizität von Uran den abgeleiteten Trinkwasser-Prüfwert in Höhe von $2,1 \cdot 10^{-5}$ g/L und stellen keine Überschreitung durch die berechnete U-Konzentration im oberflächennahen Grundwasser fest.** Der Vollständigkeit halber sei auf weitere, von unserer Seite recherchierte Trinkwasser-Richtwerte hingewiesen: HSDB [24] nennt 20 µg/L (California), 37 µg/L (Arizona) und 10 µg/L U (Massachusetts). Als gemeinsame Quelle wird US-EPA (Office of Water, Federal State Toxicology and Risk Analysis Committee (FSTRAC)), Summary of State and Federal Drinking Water Standards and Guidelines (11/93) angegeben. Die Ableitungssystematik wurde in HSDB [24] nicht mitgeteilt. Es wird jedoch deutlich, daß der von uns abgeschätzte Wert in guter Übereinstimmung mit den zitierten US-amerikanischen Werten ist.

Tab. 5 erläutert zusammenfassend die von uns vorgenommene Prüfung anhand der LAWA-Prüfwerte [11b] zu denjenigen anorganischen Stoffen in Tab. 24 der EU 509/Rev.03, bei denen vom Antragsteller mit ihren Löslichkeitsgrenzen (ausgenommen sind die Elemente B und U) im Tiefenwasser weitergerechnet wurde und für die Konzentrationen im oberflächennahen Grundwasser resultieren, die noch unterhalb der Prüfwerte, jedoch im Bereich der Größenordnung des Prüfwertes liegen. Der in Tab. 5 berechnete Quotient aus der COF_G und dem Prüfwert verdeutlicht noch einmal, in welchem Umfang der jeweilige Prüfwert ausgeschöpft wird. Im Falle von Bor wird dabei ersichtlich, weshalb die Mindeständerungen der LAWA-Liste [11a] als relative Prüfgröße für sich gesehen, ein vergleichsweise strenges Kriterium darstellen. Aus Sicht der toxikologischen Bewertung sind jedoch Absolutkonzentrationen relevant (vgl. 4.1.3); der Trinkwassergrenzwert von 1 mg/L [6] wird in dieser Hinsicht bei weitem nicht ausgeschöpft. **Zusammenfassend ist festzuhalten, daß unter den insgesamt 21 anorganischen Stoffen nach Maßgabe der Tab. 6 bzw. Tab. 24 vier Stoffe zu finden sind, bei denen eine Konzentrationsbegrenzung mit Hilfe ihrer Wasserlöslichkeit beansprucht werden muß.** Bei weiteren 6 Stoffen ist eine derartige Betrachtung nicht zwingend erforderlich, obwohl der Antragsteller bei seiner Bewertung davon Gebrauch machte.

Die Liste II/Grundwasserverordnung führt unter der Lfd. Nr. 3 Stoffe auf, die für den Geruch oder den Geschmack des Trinkwassers abträgliche Wirkung haben. Zu den sensorischen Parametern kann auch die Gesamtmasse der gelösten Trinkwasserinhaltsstoffe gezählt werden. Der Antragsteller berechnet auf der Grundlage der Gesamtmasse der organischen und anorganischen Stoffe in Höhe von $1,66 \cdot 10^6$ Mg im oberflächennahen Grundwasser eine Konzentration von 0,166 g/L. **Die Begrenzung nach WHO [64] mit der empfohlenen Konzentration von 1 g/L wird also nicht überschritten.** Wir stimmen dieser Bewertung zu.

Giftige oder langlebige organische Siliziumverbindungen und Stoffe, die im Wasser zu solchen Verbindungen führen können, mit Ausnahme derjenigen, die biologisch unschädlich sind oder sich im Wasser rasch in biologisch unschädliche Stoffe

umwandeln, sind nach unserer Auffassung im Inventar der von den Abfallerzeugern genannten Stoffe oder Stoffgruppen wenig wahrscheinlich. So finden polymere Siloxane breite Anwendung auch in der Medizin, Medizintechnik und auch im kosmetischen Bereich [25] [26] [27] [28] [29]. Polysiloxane haben keine schädlichen Wirkungen auf Organismen in der Umwelt [27] [30]. Die von uns erfolgte Einstufung von Siliconöl und $Si_{org.}$ als Stoffe der Lfd. Nr. 4 der Liste II muß deshalb als konservativer Ansatz gesehen werden, da aufgrund der päuschalen Angabe „Siliziumverbindungen (org.)“ in Tab. 5 der EU 509/Rev.03 *organofunktionelle* Polysiloxane auf der anderen Seite nicht ausgeschlossen werden können. Die Bewertung der organischen und anorganischen (Tab. 8 der EU 509/Rev.03) Siliziumverbindungen wird gemeinsam mit dem Stoff Asbest von uns neu vorgenommen.

Die kumulierte Masse aus Siliconöl ($3,01 \cdot 10^3$ kg), $Si_{org.}$ ($7,48 \cdot 10^4$ kg), SiO_2 ($7,43 \cdot 10^5$ kg) und Asbest ($1,50 \cdot 10^6$ kg) beträgt (ungerundet) $2,32081 \cdot 10^6$ kg. Daraus folgt unter der Annahme vollständiger Lösung eine (theoretische) Konzentration im Tiefenwasser von $2,32 \cdot 10^0$ g/L bzw. $2,32 \cdot 10^{-4}$ g/L im oberflächennahen Grundwasser. Als Prüfwert verwenden wir den Grenzwert der TrinkwV Anlage 3 Lfd. Nr. 10b für Natriumsilikat in Höhe von $4,0 \cdot 10^{-2}$ g/L (berechnet als SiO_2) [6]. Der Prüfwert der TrinkwV wird nach unserer Bewertung für die Stoffe/Stoffgruppen Siliconöl, $Si_{org.}$, SiO_2 und Asbest im oberflächennahen Grundwasser nicht überschritten. Die LAWA-Mindeständerung für SiO_2 in Höhe von $1 \cdot 10^{-2}$ g/L wird ebenfalls nicht überschritten. Alle diese Siliziumverbindungen sind praktisch unlöslich. Ausdrücklich wird von uns festgehalten, daß Dimethylpolysiloxane beständig gegenüber Säuren und Basen sind, die hilfsweise Bewertung damit von ungünstigen, im Tiefenwasser praktisch jedoch kaum anzutreffenden Verhältnissen ausgegangen ist. Polysiloxane sind nicht bioabbaubar, im Boden/Sediment ist dagegen ein abiotischer Abbau infolge des katalytischen Effekts gewisser Tonminerale beobachtet worden [30]. Unser konservativer Ansatz der Bewertung wird dadurch bekräftigt.

Anorganische Phosphorverbindungen (Tab. 8 der EU 509/Rev.03) nach Maßgabe der Lfd. Nr. 5 der Liste II/Grundwasserverordnung [1] wurden bereits unter 5.2.1 bewertet.

Fluoride sind in der Liste II/Grundwasserverordnung [1] unter der Lfd. Nr. 6 aufgeführt. Der Antragsteller hat $2,90 \cdot 10^5$ kg Fluoride (anorg.) (Tab. 8) und darüber hinaus $5,96 \cdot 10^4$ kg Fluoride (org.) (Tab. 5) in seiner Bestandsaufnahme bilanziert und zunächst die anorganischen Fluoride allein bewertet und keine Überschreitung des LAWA-Prüfwertes [11b] festgestellt. Die gemeinsame kumulierte Masse aller Fluoride beträgt (ungerundet) $3,496 \cdot 10^5$ kg. Die c_{oFG} beträgt dann für die „Summe Fluoride“ $3,50 \cdot 10^{-5}$ g/L und überschreitet nach unserer Bewertung gleichfalls nicht den LAWA-Prüfwert in Höhe von $7,5 \cdot 10^{-4}$ g/L. Der Prüfwert wird zu 5 % ausgeschöpft.

Ammoniak (richtiger wohl in [1] als Ammonium zu bezeichnen) und Nitrite entsprechend der Lfd. Nr. 7 der Liste II/Grundwasserverordnung [1] sind nach Maßgabe der Tab. 8 mit kumulierten Massen von $8,16 \cdot 10^5$ kg bzw. $1,29 \cdot 10^4$ kg im Abfall vertreten. Die c_{oFG} beträgt im Fall des Ammoniums dann $8,16 \cdot 10^{-5}$ g/L, der DVGW-Prüfwert [12] in Höhe von $2,0 \cdot 10^{-4}$ g/L wird nicht überschritten. Wir stimmen der in dieser Weise vorgenommenen Bewertung des Antragstellers zu.

Ammonium-Citrat wird von uns auch über das NH_4 -Kation bewertet. Ausgehend von $8,202 \cdot 10^3$ kg Ammonium in den $9,53 \cdot 10^4$ kg NH_4 -Citrat (vgl. Tab. 4 der EU 509/Rev.03) errechnet sich mit den $8,16 \cdot 10^5$ kg NH_4^+ (Tab. 7 der EU 509/Rev.03) dann eine Ammonium-Gesamtmasse von (ungerundet) $8,24202 \cdot 10^5$ kg. **Wir stellen fest, daß auch in diesem Fall der NH_4^+ -Prüfwert nach DVGW [12] durch die resultierende c_{OFG} in Höhe von $8,24 \cdot 10^{-5}$ g/L gleichfalls nicht überschritten wird.** Der Prüfwert wird insgesamt zu 41 % ausgeschöpft.

Auf der Grundlage der kumulierten Masse von $1,29 \cdot 10^4$ kg Nitrit läßt sich daraus eine c_{OFG} in Höhe von $1,29 \cdot 10^{-6}$ g/L ableiten. **Die kleinste Prüfkonzentration entspricht dem TrinkwV-Grenzwert für Nitrit in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-2}$ g/L [6] und wird nicht überschritten.**

Stoffe aus der Gruppe der Übergangsmetalle bzw. Nebengruppenelemente zeigen - anders als es der Antragsteller beschreibt - nach [13] deutliche Unterschiede der Eigenschaften. Bei den d-Elementen sind sprunghafte, unregelmäßige Änderungen. Die Chemie der Lanthanoiden ist vergleichsweise homolog; die der Actinoiden liegt in ihrer Ausprägung zwischen derjenigen der d-Elemente und der Lanthanoiden.

Zu:

5.3 Anorganische Stoffe und Verbindungen

In diesem Abschnitt behandelt der Antragsteller die anorganischen Stoffe und Verbindungen Ca ($1,80 \cdot 10^8$ kg), Cl ($2,92 \cdot 10^5$ kg), Fe ($6,32 \cdot 10^6$ kg), K ($3,48 \cdot 10^6$ kg), Mg ($7,65 \cdot 10^6$ kg), Mn ($2,65 \cdot 10^6$ kg), Na ($5,86 \cdot 10^6$ kg), NH_4^+ ($8,16 \cdot 10^5$ kg), NO_3^- ($6,32 \cdot 10^5$ kg) und SO_4^{2-} ($1,31 \cdot 10^6$ kg) nach Maßgabe der Tab. 7 und 8. Es sind jene anorganischen Stoffe, die von ihrer Natur her vor allem der Gruppe 3/Liste II der Grundwasserverordnung [1] zuzuordnen sind, da sie die sensorische Qualität des Grund-/Trinkwassers beeinträchtigen können. Es ist nicht plausibel, weshalb Al von diesen Stoffen getrennt bewertet wird. Ammonium haben wir, anders als der Antragsteller, als Liste II-Stoff bereits unter 5.2.3 bewertet.

Die (von uns) abgeleiteten c_{OFG} betragen jeweils für Ca $\{9,5 \cdot 10^{-6}$ g/L}, Cl $\{2,92 \cdot 10^{-5}$ g/L}, Fe $\{1,0 \cdot 10^{-6}$ g/L}, K $\{3,48 \cdot 10^{-4}$ g/L}, Mg $\{6,2 \cdot 10^{-7}$ g/L}, Mn $\{2,0 \cdot 10^{-7}$ g/L}, Na $\{5,86 \cdot 10^{-4}$ g/L}, NO_3^- $\{6,32 \cdot 10^{-5}$ g/L} und SO_4^{2-} $\{2,2 \cdot 10^{-7}$ g/L}. Der Antragsteller verwendet in erster Linie die Mindeständerungen entsprechend der LAWA-Liste [11a] und weiterhin die DVGW-Prüfwerte [12]. Für alle Stoffe existieren auch Grenzwerte in der TrinkwV [6]. **Die damit als konservative Bewertungsmaßstäbe anzusehenden Prüfwerte werden im oberflächennahen Grundwasser bei keinem Stoff überschritten.** Für Ca, Mg und SO_4^{2-} gilt dieses auch dann, wenn nicht mit den (geringeren) Löslichkeiten ihrer Salze - wie es vom Antragsteller getan wurde - die c_{OFG} ermittelt werden. Bei Fe und Mn muß allerdings die c_{OFG} auf der Basis der jeweiligen Löslichkeit abgeschätzt werden, anderenfalls tritt eine Prüfwertüberschreitung ein. Von uns für Mn (als MnCO_3) recherchierte bzw. für Fe auf der Grundlage des Löslichkeitsproduktes für $\text{Fe}(\text{OH})_2$ berechnete Löslichkeiten (= c_T) in Höhe von $1,63 \cdot 10^{-3}$ g/L bzw. $8,96 \cdot 10^{-4}$ g/L führen bei Fe zu einem deutlich größerem Sicherheitsabstand zu den Prüfwerten.

Die bewerteten Kationen und Anionen führen insgesamt nicht zu einer schädlichen Verunreinigung des Grundwassers oder sonstigen nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften.

Zu:

5.4 Aluminium

Die kumulierte Masse des Aluminiums beläuft sich im Abfallgebindevolumen auf $3,20 \cdot 10^7$ kg. Die daraus berechnete Aluminium-Konzentration im oberflächennahen Grundwasser in Höhe von $3,20 \cdot 10^{-3}$ g/L überschreitet den Trinkwasser-Grenzwert und den DVGW-Prüfwert in Höhe von $2,0 \cdot 10^{-4}$ g/L [6] bzw. $1,0 \cdot 10^{-4}$ g/L [12], wenn konzentrationsbegrenzende Faktoren nicht beansprucht werden. Mit der Löslichkeit von Al im Tiefenwasser von $1,0 \cdot 10^{-2}$ g/L folgt daraus eine Konzentration von $1,0 \cdot 10^{-6}$ g/L im oberflächennahen Grundwasser, die dann nicht den DVGW-Prüfwert und auch Trinkwasser-Grenzwert nicht überschreitet. Besonders für das Al wie auch die anderen Metalle sind Hydroxidbildung und -ausfällung die entscheidenden Reaktionen im alkalischen Milieu des Tiefenwassers, die zur Konzentrationsminderung führen. Wir schließen uns der Bewertung des Antragstellers an und sehen auf der Basis der durchgeführten Bewertung nicht die Gefahr einer schädlichen Verunreinigung des Grundwassers oder sonstigen nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften, verursacht durch Al.

Zu:

5.5 Wismut und Thorium

Die kumulierten Massen für die Stoffe Bi und Th betragen jeweils $3,64 \cdot 10^4$ kg bzw. $1,16 \cdot 10^4$ kg (Tab. 7 der EU 509/Rev.03).

Der Antragsteller bewertet diese Stoffe in Tab. 31 der EU 509/Rev.03. Dem Ergebnis der Bewertung der Bi- und Th-Konzentrationen im oberflächennahen Grundwasser stimmen wir grundsätzlich zu. So muß im Fall von Bismuth jedoch nicht, wie vom Antragsteller dargestellt, von einer Begrenzung der Konzentration aufgrund der Löslichkeit Gebrauch gemacht werden. Mit der c_{0FG} von $3,64 \cdot 10^{-6}$ g/L wird auch bei der Annahme vollständiger Lösung im Konrad-Tiefenwasser der Prüfwert in Höhe von $1,0 \cdot 10^{-4}$ g/L nicht überschritten. Trinkwasser-Richtwerte in [20] differenzieren darüber hinaus in solche für Bi (III) in Höhe von 500 µg/L und Bi (V) von 100 µg/L (beide aus: Commonwealth of Independent States, ehemals Soviet Union), wobei damit der letztere zur Bewertung herangezogen wurde.

Wir haben hinsichtlich der chemischen Toxizität von Th in der Literatur keine Prüfwerte für Grund- oder Trinkwasser ermitteln können und verwenden wie der Antragsteller deshalb auch zur Bewertung der chemischen Toxizität des Th die Prüfkonzentration 0,1 µg/L, die als Vorsorgewert für Trinkwasser generell akzeptiert wird [31]. Die unter Annahme vollständiger Lösung berechnete c_{0FG} von $1,1 \cdot 10^{-6}$ g/L überschreitet die Prüfkonzentration von $1,0 \cdot 10^{-7}$ g/L. Wir rechnen deshalb mit der Sättigungskonzentration in Höhe von $2,32 \cdot 10^{-5}$ g/L aus den experimentellen Löslichkeit nach [3] weiter (der Antragsteller verwendete die Löslichkeit $6,8 \cdot 10^{-7}$ g/L) und erhalten im oberflächennahen Grundwasser eine Konzentration von

$2,32 \cdot 10^{-9}$ g/L, die den Thorium-Prüfwert in Höhe von 0,1 µg/L nicht überschreitet.

Zu:

5.6 Belastung des oberflächennahen Grundwassers

Der Ist-Zustand der Qualität des oberflächennahen Grundwassers (geogener Hintergrund - als natürlich bedingte Belastung in der EU 509/Rev.03 bezeichnet - und ggf. anthropogene Einflüsse) wird vom Antragsteller für die abschließende Bewertung ebenfalls herangezogen.

Grundlage der Betrachtung zusätzlicher Belastungen des oberflächennahen Grundwassers durch Stoffausträge mit dem Tiefenwasser bilden Grundwasseranalysen aus dem Teufenbereich 5,8 m bis 45,8 m (14 Grundwassermeßstellen) sowie 11,1 m bis 46,1 m (4 Meßstellen) aus 1984/85 und 1985. Aktuelle Analysenwerte werden damit nicht verwendet.

Die den Tab. 32 und 33 zu entnehmenden „gemessenen“ Grundwasserkonzentrationen sind in dem vom Antragsteller vorgenommen Format wenig aussagekräftig. Da davon auszugehen ist, daß eine Vielzahl von Meßwerten vorliegt, sollte eine Datenaggregation zumindest mit einfachen univariaten statistischen Lagemaßen vorgenommen werden. Zumindest sollen die (gemessenen) Konzentrationen dem Antragsteller zufolge jeweils untere Werte sein. Darüber hinaus umfassen die dargestellten Analysenparameter nur in Teilen das in den Abfallgebinden relevante Stoffinventar. In erster Näherung liefern die Grundwasseranalysen damit eine Vorstellung über die (anorganische) geogene Hintergrundkonzentrationen, nicht aber Informationen über die Belastung des Grundwassers mit anthropogenen *anorganischen* und vor allem *organischen* gefährlichen Stoffen. Die berechneten Stoffkonzentrationen der Tab. 32 und 33 stimmen nicht mit den vom Antragsteller in der EU 509/Rev.03 neu vollzogenen Bewertungen überein, sondern sind in der gezeigten Form vollständig aus der Revision 02 übertragen worden.

Der in 5.6 mitgeteilten zusammenfassenden Wertung des Antragstellers kann deshalb von unserer Seite nur mit Einschränkung, d.h., mit dem Bezug auf die entsprechenden Teilmengen der Stoffe nach Maßgabe der Listen I+II gefolgt werden und für Stoffe, deren $COFG$ ohne Löslichkeitsbegrenzungen berechnet wurden.

Wir empfehlen darüber hinaus, Ergebnisse aktueller Messungen und zu allen relevanten Grundwasserparametern in der Bewertung zu verwenden.

Zu:

6. Wahrung des Schutzgedankens aus § 34 Abs. 2 WHG

Der Bewertung des Antragstellers, daß auf der Grundlage der durchgeführten Modellbetrachtungen schädliche Verunreinigungen des oberflächennahen Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften nicht zu besorgen ist, kann von unserer Seite aus grundsätzlich zugestimmt werden.

Daraus kann aber vom Antragsteller nicht gefolgert werden, daß „auch etwaige zukünftige Schwankungen und Veränderungen der stofflichen Zusammensetzung der im Endlager Konrad zu entsorgenden radioaktiven Abfälle keinen Anlaß zur Besorgnis einer schädlichen Verunreinigungen des oberflächennahen Grundwassers oder eine sonstigen nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften geben“. Auf der Grundlage von § 6 Abs. 5 (3) Grundwasserverordnung [1] sind die Untersuchungen des Antragstellers einschließlich der zu aktualisierenden Bestandsaufnahme fortzuschreiben.

Zu:

7. Zusammenfassende Bewertung

In der EU 509/Rev.03 wurden vom Antragsteller auf der Grundlage eines Modellszenarios mit stark vereinfachenden Annahmen zum Verhalten von nichtradioaktiven Stoffen aus endzulagernden Abfallgebänden im Tiefenwasser und im Verlauf der Nachbetriebsphase nach mindestens 300.000 Jahren zu erwartende Stoffkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser abgeschätzt und bewertet. Grundlage sind die vom Antragsteller bilanzierten Massen organischer und anorganischer Stoffe, darunter die von „bestimmten gefährlichen Stoffen“ nach Maßgabe der Listen I+II/Grundwasserverordnung. Unter den getroffenen Annahmen und Randbedingungen - insbesondere im Hinblick darauf, daß keine Barriereigenschaften des Gebirges und weitere Konzentrationsmindernde Faktoren in Ansatz gebracht wurden mit Ausnahme des Verdünnungsfaktors 10^4 und in Einzelfällen die Begrenzung der Konzentration durch die Verwendung realer Löslichkeiten - werden nach BfS-Ansicht die LAWA-Prüfwerte [11a+b] wie auch die Grenzwerte der TrinkwV [6] bzw. des DVGW-Regelwerks [12] mit z.T. mehreren Größenordnungen der Konzentration unterschritten. Als einziges Element hat Silber seine Grenzkonzentration der TrinkwV erreicht. Anlaß zu Besorgnis sei hier trotzdem nicht gegeben.

Nach Einschätzung des Antragstellers ist gezeigt worden, daß sowohl die in der Grundwasserverordnung [1] genannten Stoffe der Listen I+II als auch weitere Elemente und anorganische Verbindungen nur in so geringer Menge und Konzentration in das oberflächennahe Grundwasser gelangen, daß die Gefahr einer Grundwasserbeeinträchtigung auszuschließen ist.

III. Zusammenfassende fachbehördliche Bewertung

Es war Aufgabe des Antragstellers nachzuweisen, daß von endzulagernden organischen und anorganischen Stoffen einschließlich „bestimmter gefährlicher Stoffe“ keine schädliche Verunreinigung des oberflächennahen Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu besorgen ist.

Unter den gegebenen Bedingungen ist die vollständige und naturwissenschaftlich erschöpfende Beschreibung dieses komplexen Problems nicht möglich und kann deshalb auch nach unserer Einschätzung nur durch ein stark vereinfachendes Modell näherungsweise dargestellt werden. In diesem Zusammenhang getroffene Annahmen zu Lösungsprozessen im Tiefenwasser und zum Stoffaustrag in das oberflächennahe Grundwasser stellen eine grundsätzlich konservative Bewertungssituation dar.

Die äußerst vielfältigen Möglichkeiten, die sich bereits aus den Randbedingungen des Vorgangs der Lösung in 10^6 m^3 Tiefenwasser und seiner Kinetik (Temperatur, hohe Salzkonzentration, alkalisches Milieu) und die dabei ablaufenden und teilweise miteinander konkurrierenden abiotischen Stofftransformationen (Bildung schwerlöslicher Hydroxide und Salze, Hydrolyse, Komplexbildung) können allein auf der Grundlage theoretischer Überlegungen wissenschaftlich nur unbefriedigend nachvollzogen werden. Viele dieser Vorgänge bewirken bei einem nicht unerheblichen Teil der zu bewertenden Stoffe eine Konzentrationsminderung im Tiefenwasser, die im Vergleich zu lösungsbegünstigenden Faktoren überwiegen sollte. Die vereinfachende Annahme (des Antragstellers) einer vollständigen Lösung der zu bewertenden Stoffe hat zur Folge, daß eine Bewertung der individuell ungünstigsten Situation vorgenommen werden mußte. Bei der Bewertung von Stoffkonzentrationen wurden vom Antragsteller darüber hinaus nicht Sorptions- oder Retardationseffekte im Grundwasserleiter in Anspruch genommen („Barrierewirkung des Gebirges“), wohl aber eine Verdünnung des Tiefenwassers auf seinem Weg in das oberflächennahe Grundwasser. Insofern liegt nach unserer Einschätzung ein konservativer Ansatz der Bewertung möglicher schädlicher Verunreinigungen des oberflächennahen Grundwassers oder eine sonstigen nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften vor.

Die vom Antragsteller verwendeten Prüf- und Grenzwertlisten zur Bewertung schädlicher Verunreinigungen des Grundwassers oder sonstiger nachteiliger Veränderungen seiner Eigenschaften tragen alle den direkten Bezug zu den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung. Insofern wird den Belangen des vorsorgenden Grundwasserschutzes hinreichend Rechnung getragen.

Unsere fachbehördliche Prüfung der EU 509/Rev.03 umfaßte nunmehr insgesamt **104 Einzelstoffe oder Stoffgruppen (isomere Stoffe mit eingeschlossen)**. Vom Antragsteller aus bewertungssystematischer Sicht unzulässig getroffene Stoffzuordnungen sowie die gegenüber der EU 509/Rev.02 neu hinzugekommenen Stoffe/Stoffgruppen gaben Anlaß zu umfangreichen (Neu)Bewertungen von unserer Seite. Der abschließenden Bewertung des Antragstellers zu tatsächlich vorliegenden Prüfwertüberschreitungen kann von unserer Seite aus in Einzelfällen nicht zugestimmt werden.

Prüfwertüberschreitungen liegen für Cs, Cr (VI), Li und Rb vor. Bei weiteren Stoffen, es handelt sich um die Anorganika Ag, Cd, Cr_{gesamt}, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Ti, Th und V sowie den polymeren organischen Stoff Polystyrol (Summenbewertung „Aromaten“) ist eine Prüfwertüberschreitung dann gegeben, wenn nicht auf Basis der Sättigungskonzentration im Tiefenwasser die Abschätzung der Konzentration im oberflächennahen Grundwasser erfolgt. Im Falle von Ag wird der eigentliche Grenzwert der TrinkwV, der als Prüfwert verwendet werden mußte, marginal überschritten. Die TrinkwV erlaubt zudem einen um den Faktor 8 höheren Grenzwert, wenn Silberverbindungen in der Trinkwasseraufbereitung verwendet werden. Wir sehen deshalb eine schädliche Verunreinigung des oberflächennahen Grundwassers durch Ag für nicht gegeben.

Bei einigen Stoffen/Stoffgruppen werden die Prüfwerte in einer Größenordnung von $\geq 50 \%$ ihrer Konzentration beansprucht [Na-EDTA/EDTA 50 %, Σ (Tenside) 74 %, Σ (Aromaten) 53 %, Σ (Mikrobiozide+PCB) 93 %]. Bei all diesen Stoffen sollte deshalb das Erfordernis einer Überwachung der entsprechenden Abfallströme und/oder einer Begrenzung der endzulagernden Massen geprüft werden.

Mit dieser zusammenfassenden Bewertung wird deutlich, daß die Frage des Stoffabbaus (im Tiefenwasser), der bei organischen Verbindungen im ersten Reaktionschritt überwiegend als Stofftransformation und (noch) nicht als Mineralisierung zu verstehen ist, augenscheinlich in den Hintergrund rückt, weil für das Stoffinventar Konzentrationsbegrenzungen auf dieser Grundlage nicht zu diskutieren sind.

IV. Literatur

- [1] Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 80/68/EWG des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe (Grundwasserverordnung) vom 18. März 1997
- [2] a) Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG: Chemischer Abbau toxischer Stoffe in radioaktiven Abfällen (EU 318 = [19]). Zürich, Februar 1989. Bericht im Auftrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig
- b) Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG: Strahlenchemischer Abbau oder Aufbau chemotoxischer Stoffe in radioaktiven Abfällen (EU 317 = [26]). Zürich, Februar 1989. Bericht im Auftrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig
- [3] ██████████ ██████████ ██████████: Ableitung von Sorptionsdaten aus experimentellen Untersuchungen - Schachtanlage Konrad - (EU 113.4). Braunschweig, November 1986. Interner Arbeitsbericht der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig
- [4] F.W. Locher, J. Kropp: **CEMENT AND CONCRET** - Cement. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Fifth Edition on CD-ROM. WILEY-VCH, Weinheim 1997
- [5] Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) vom 22. Mai 1986. BGBl., Jahrgang 1986, Teil I, 760-773
- [6] Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) vom 5. Dezember 1990. BGBl. 1990, Teil I, 2613-2629
- [7] J.R. Hart: **ETHYLENEDIAMINETETRAACETIC ACID AND RELATED CHELATING AGENTS** - Chemical Properties. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Fifth Edition on CD-ROM. WILEY-VCH, Weinheim 1997
- [8] H. Klenk, A. Griffiths, K. Huthmacher, H. Itzel, H. Knorre, C. Voigt, O. Wieberg: **CYANO COMPOUNDS, INORGANIC** - Metal Cyanides. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Fifth Edition on CD-ROM. WILEY-VCH, Weinheim 1997
- [9] G. Jakobi, A. Löhr, M.J. Schwuger, D. Jung, W.K. Fischer, P. Gerike, K. Künstler: **DETERGENTS** - Ecology. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Fifth Edition on CD-ROM. WILEY-VCH, Weinheim 1997

- [10] M.J. Schwuger (Ed.): **Detergents** in the Environment. Marcel Dekker, New York 1997
- [11] a) Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden (Stand. Oktober 1993). Stuttgart, Januar 1994
- [11] b) Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Aktualisierte Prüfwerte der LAWA-Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden (Stand 03.12.1996). Zitiert in: LAWA/LABO/LAGA-AG: Gefahrenbeurteilung von Bodenverunreinigungen/Altlasten als Gefahrenquelle für das Grundwasser (Fassung vom Januar 1997) in Verbindung mit der „Niederschrift der 15. ALA-Sitzung am 19./20.06.1997 in Stralsund“
- [12] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW): Eignung von Wasser aus Fließgewässern als Rohstoff für die Trinkwasserversorgung. Technische Mitteilung, Merkblatt W 251. Bonn, August 1996
- [13] F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gaus: Grundlagen der Anorganischen Chemie. VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge 1990
- [14] The Dictionary of Substances and their Effects (DOSE): **Trisodium nitrilotriacetate, monohydrate** (SY: 18662-53-8). The Royal Society of Chemistry/SilverPlatter International, N.V. October 1997
- [15] The Dictionary of Substances and their Effects (DOSE): **2-Chloronaphthalene** (SY: 91-58-7). The Royal Society of Chemistry/SilverPlatter International, N.V. October 1997
- [16] VROM: Soil Protection Guideline. Den Haag, 09.05.1994
- [17] The Dictionary of Substances and their Effects (DOSE): **Hexachlorobenzene** (SY: 118-74-1). The Royal Society of Chemistry/SilverPlatter International N.V. October 1997
- [18] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Ölabfälle a.n.g.** (ecomed-Nr. B-154-0000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [19] W.C. Roberts, C.O. Abernathy, B.J. Commons: US Drinking Water Health Advisories - Methodology and Basis for Some Munitions Chemicals. **TEN 2** (1), 4-8, 1995
- [20] M. Sittig: World-wide Limits for Toxic and Hazardous Chemicals in Air, Water and Soil. Noyes Publications, Park Ridge, New Jersey 1994
- [21] Gefahrstoffinformationen: **Calciumchromat** (WEKA-Nr. 350). WEKA Fachverlag für technische Führungskräfte Augsburg/M-Base Engineering und Software Aachen
- [22] The Dictionary of Substances and their Effects (DOSE): **Calcium chromate (VI)** (SY: 13765-19-0). The Royal Society of Chemistry/SilverPlatter International, N.V. October 1997

- [23] Integrated Risk Information System (IRIS): **Uranium Soluble Salts**. US-EPA/SilverPlatter International, N.V. October 1997
- [24] The Hazardous Substances Data Bank (HSDB): **Uranium Soluble Salts (Uranyl-acetate, uranyl-nitrate, uranyl-sulfate, uranium-hexafluoride, uranyl-fluoride)** (AN 1017-1019, 4501, 4506). The National Library of Medicine (NLM)/SilverPlatter International, N.V. October 1997
- [25] H.-H. Moretto, M. Schulze, G. Wagner: **SILICONES - Toxicology**. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Fifth Edition on CD-ROM. WILEY-VCH, Weinheim 1997
- [26] The Dictionary of Substances and their Effects (DOSE): **Dimethicone** (SY: 9006-65-9). The Royal Society of Chemistry/SilverPlatter International, N.V. October 1997
- [27] The Dictionary of Substances and their Effects (DOSE): **Polydimethylsiloxane** (SY: 9016-00-6). The Royal Society of Chemistry/SilverPlatter International, N.V. October 1997
- [28] The Dictionary of Substances and their Effects (DOSE): **Silicone oil** (SY: 63148-62-9). The Royal Society of Chemistry/SilverPlatter International, N.V. October 1997
- [29] **Silicone**. CD Römpp Chemie Lexikon - Version 1.0, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1995
- [30] H.-H. Moretto, M. Schulze, G. Wagner: **SILICONES - Environmental Aspects**. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Fifth Edition on CD-ROM. WILEY-VCH, Weinheim 1997
- [31] K.-M. Wollin, H. Höring, H.H. Dieter: Kriterien zur toxikologischen Bewertung sprengstofftypischer Verbindungen (STV). UWSF-Z.Umweltchem.Ökotox. 8, (5) 261-266 (1996)
- [32] J.R. Hart: **ETHYLENEDIAMINETETRAACETIC ACID AND RELATED CHELATING AGENTS - Physical Properties**. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Fifth Edition on CD-ROM. WILEY-VCH, Weinheim 1997
- [33] The Dictionary of Substances and their Effects (DOSE): **EDTA** (SY: 60-00-4). The Royal Society of Chemistry/SilverPlatter International, N.V. October 1997
- [34] The Dictionary of Substances and their Effects (DOSE): **EDTA-trisodium-salt** (SY: 150-38-9). The Royal Society of Chemistry/SilverPlatter International, N.V. October 1997
- [35] The Dictionary of Substances and their Effects (DOSE): **EDTA-tetrasodium-salt** (SY: 64-02-8). The Royal Society of Chemistry/SilverPlatter International, N.V. October 1997

- [36] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **2-Chlornaphthalin** (ecomед-Nr. C-449-8200). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [37] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Chlorophenols, liquid** (ecomед-Nr. C 509-2000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [38] F. Muller, L. Caillard: **CHLOROPHENOLS** - Physical Properties. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Fifth Edition on CD-ROM. WILEY-VCH, Weinheim 1997
- [39] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Polychlorierte Biphenyle (bis 4-fach)** (ecomед-Nr. B-307-7500). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [40] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Hexachlorbenzol** (ecomед-Nr. H-165-5000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [41] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **γ -Hexachlorcyclohexan** (ecomед-Nr. L-396-0000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [42] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Phosphorsäuretrimethylester**. (ecomед-Nr. P-528-5000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [43] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Phosphorsäure-tris(2-chlorethylester)** (ecomед-Nr. P-529-7500). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [44] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Phosphorsäuredibutylester** (ecomед-Nr. P-514-7500). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [45] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Phosphorsäurediisooctylester** (ecomед-Nr. P-516-0000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [46] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Phosphorsäurediphenylkresylester** (ecomед-Nr. K-683-0000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [47] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Phosphorsäurediphenyl-2-ethylhexylester** (ecomед-Nr. P-519-0000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [48] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Phosphorsäuretriphenylester** (ecomед-Nr. P-528-7500). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)

- [49] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Silicone 360** (ecomед-Nr. D-645-0000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [50] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Paraffine** (ecomед-Nr. P-043-5000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [51] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Paraffingatsch** (ecomед-Nr. P-042-5000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [52] Rippen-Handbuch Umweltchemikalien, 18. Erg. Lfg. 11/92: **Toluol**
- [53] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Toluol** (ecomед-Nr. T-395-0000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [54] Rippen-Handbuch Umweltchemikalien, 37. Erg. Lfg. 12/96: **o-Xylol**
- [55] Rippen-Handbuch Umweltchemikalien, 38. Erg. Lfg. 3/97: **m-Xylol**
- [56] Rippen-Handbuch Umweltchemikalien, 38. Erg. Lfg. 3/97: **p-Xylol**
- [57] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Kerosin** (ecomед-Nr. K-348-0000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [58] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Alkane, C12 bis C26, verzweigt und linear** (ecomед-Nr. A-291-0000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [59] H.-H. Moretto, M. Schulze, G. Wagner: **SILICONES - Silicone Fluids / Properties**. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Fifth Edition on CD-ROM. WILEY-VCH, Weinheim 1997
- [60] Sicherheitstechnische Kenndaten chemischer Stoffe: **Silicone B** (ecomед-Nr. S-420-5000). Sorbe PC (ecobase software), ecomed Landsberg (Stand 12/97)
- [61] A.M. Fan: **Assessment of Metals in Drinking Water with Specific References to Lead, Copper, Arsenic and Selenium**. In L.W. Chang (Ed.): Toxicology of Metals. Lewis Publishers, Boca Raton, New York, London, Tokyo 1996
- [62] Integrated Risk Information System (IRIS): **Asbestos**. US-EPA/SilverPlatter International, N.V. October 1997
- [63] **Cd**. In: Gmelin - Handbuch der anorganischen Chemie, 8. Auflage Cadmium - Ergänzungsband, VCH 1959
- [64] Guidelines for drinking-water quality (aesthetic quality), WHO 1984

- [65] E. R. Lide (Ed.): CRC Handbook of Chemistry and Physics. 78th Edition, CRC Press, Boca Raton, New York 1997-1998
- [66] R. Kaltofen, R. Opitz, K. Schumann, J. Ziemann: Tabellenbuch Chemie, 12., durchgesehene Auflage, Harri Deutsch, Thun, Frankfurt/Main 1994

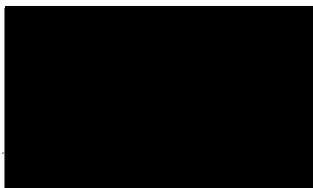


Tabelle 1: Löslichkeiten und Prüfwerte organischer Stoffe (EU 509/Rev. 03, Tab. 4 und 15)

Organischer Stoff	Löslichkeit in EU 509/Rev. 03 (g/L)	Löslichkeit (g/L)	Prüf-/Grenzwert EU 509/Rev. 03 (g/L)	Prüf-/Grenzwert (g/L)
Tenside nichtionische anionische			0,0002 [12]	0,0002 [6]
Na-EDTA/EDTA EDTA Na ₂ EDTA Na ₃ EDTA Na ₄ EDTA	$2,0 \cdot 10^{-1}$	0,1 (20 °C), [32] 0,5 (90 °C) [32] 0,5 (25 °C) [33] 105 (20 °C) [32] $1 \cdot 10^1$ (22 °C) [34] 500 (20 °C) [32] 90 % (25 °C) [35]	$5,0 \cdot 10^{-6}$ [12]	$5,0 \cdot 10^{-6}$ [12]
Na-NTA			$1,0 \cdot 10^{-5}$ [12]	NTA/Trinkwasser $4 \cdot 10^{-6}$, $3 \cdot 10^{-6}$, $5 \cdot 10^{-5}$ [14]
gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	$7,7 \cdot 10^2$		$4,0 \cdot 10^{-3}$ [11a] [12]	$4,0 \cdot 10^{-3}$ [11a] [12]
2-Chlornaphthalin		schwerlös. [36]	$1,0 \cdot 10^{-7}$ [11a] [12] Prüfwert PAK	$1 \cdot 10^{-6}$ [15] (Summenwert inklusive Chlorphenole und Monochlorbiphenyle)
o-, m-, p-Chlorphenol 2-Chlorphenol 3-Chlorphenol 4-Chlorphenol	$2,8 \cdot 10^1$	$2,85 \cdot 10^1$ [37] $2,85 \cdot 10^1$ (20 °C) [38] $2,71 \cdot 10^1$ (20 °C) [38]	$5,0 \cdot 10^{-7}$ [6] [11b] Prüfwert Phenole	
Monochlorbiphenyl(e) 1-Chlorbiphenyl 2-Chlorbiphenyl 3-Chlorbiphenyl	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-5}$ - $4 \cdot 10^{-4}$ [39]	$1,0 \cdot 10^{-8}$ [6] [11b] [12]	$1,0 \cdot 10^{-7}$ [Einzelstoff]; $5,0 \cdot 10^{-7}$ [Stoffsumme inklusive Biozide] [6]
Hexachlorbenzol	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-4}$ [40]	$1 \cdot 10^{-8}$ [11b]	$1,0 \cdot 10^{-7}$ [Einzelstoff]; $5,0 \cdot 10^{-7}$ [Stoffsumme] [6]
γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan)	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$ [41]	$1,0 \cdot 10^{-8}$ [11b]	$1,0 \cdot 10^{-7}$ [Einzelstoff]; $5,0 \cdot 10^{-7}$ [Stoffsumme] [6]

Tabelle 2: Löslichkeiten und Prüfwerte zu organischen Stoffen (EU 509/Rev. 03, Tab. 5 und 11)

Organischer Stoff	Löslichkeit in EU 509/Rev. 03 (g/L)	Löslichkeit (g/L)	Prüf-/Grenzwert EU 509/Rev. 03 (g/L)	Prüf-/Grenzwert (g/L)
Phosphorsäureester		Trimethylphosphonat 1.000 [42] Tris(2-chlorethyl) phosphonat 5,0-7,0 [43] Dibutylphosphonat 18,0 [44] Diisooctylphosphonat löslich [45] Diphenylkresylphosphonat 0,0026 [46] Diphenyl-2-ethylhexylphosphonat 0,0019 [47] Triphenylphosphonat 0,002 [48]	Bewertung als anorg. P	Trinkwasser: Dimethyl-methylphosphonat 0,0001 Di-isopropyl-methylphosphonat 0,0006 Isopropyl-methylphosphonat 0,0007 [19] gemeinsame Bewertung mit anorg. P
Ölrückstände Öl	schwerlöslich bzw. nicht löslich	Ölabfälle 0,05-0,2 [18]	$1 \cdot 10^{-5}$ (Summenwert) [6]	$1 \cdot 10^{-5}$ (Summenwert) [6]
Silikonöl		Dimethylpolysiloxan $7,6 \cdot 10^{-5}$ - $1,6 \cdot 10^{-3}$ [49]	Bewertung mit F (anorg.)	0,04 [Stoffsumme aus Siliconöl, Si _{org.} , Asbest und SiO ₂] [6]
Paraffin	schwerlöslich bzw. nicht löslich	Paraffine ca. 0,001 [50] Paraffingatsch 0,01-0,1 [51]	$1 \cdot 10^{-5}$ (Summenwert) [6]	$1 \cdot 10^{-5}$ (Summenwert) [6]
Toluol	schwerlöslich bzw. nicht löslich	0,55 (20-30 °C) [52R18.Erg.] 0,47 [Sorbe]	$1 \cdot 10^{-5}$ (Summenwert) [6]	$1 \cdot 10^{-5}$ (Summenwert BTX) [11b]
Xylol(e)	o-Xylol	schwerlöslich bzw. nicht löslich	$1 \cdot 10^{-5}$ (Summenwert) [6]	$1 \cdot 10^{-5}$ (Summenwert BTX) [11b]
	m-Xylol	0,16 (20-25 °C) [55]		
	p-Xylol	0,18 (25 °C) [56]		
Kerosin	schwerlöslich bzw. nicht löslich	0,005-0,01 [57]	$1 \cdot 10^{-5}$ (Summenwert) [6]	
Alkane	schwerlöslich bzw. nicht löslich	Alkane C12 bis C26 0,01-0,1 [58]	$1 \cdot 10^{-5}$ (Summenwert) [6]	
Mikrobiozid(e)	schwerlöslich bzw. nicht löslich		$1,0 \cdot 10^{-7}$ [Einzelstoff] [6]	$1,0 \cdot 10^{-7}$ [Einzelstoff]; $5,0 \cdot 10^{-7}$ [Stoffsumme inklusive PCB] [6]
Silizium (org.)		schwerlös. [59] Dimethylpolysiloxan $7,6 \cdot 10^{-5}$ - $1,6 \cdot 10^{-3}$ [49] Silicone B (1,0-1,6) $\cdot 10^{-3}$ [60]	gemeinsam mit anorg. Fluorid	0,04 [Stoffsumme aus Siliconöl, Si _{org.} , Asbest und SiO ₂] [6]

Tabelle 3: Zuordnung von Einzelstoffen, Stofffamilien und Stoffgruppen der EU 509/Rev. 03 zur Liste I der Grundwasserverordnung [1]

Liste I Stofffamilien und Stoffgruppen	Einzelstoffe, Stofffamilien und Stoffgruppen nach EU 509/Rev. 03	Tabellen-Nr. nach EU 509/Rev. 03
1. Organische Halogenverbindungen und Stoffe, die im Wasser derartige Verbindungen bilden können	2-, 3- und 4-Chlorphenol (halogenierte Phenole)	4
	2-Chloraphthalin (halogenierte Naphthaline)	4
	Monochlorbiphenyl(e) [(poly)chlorierte Biphenyle]	4
	Hexachlorbenzol	4
	Hexachlorcyclohexan (Lindan)	4
	Mikrobiozid(e) [soweit halogenhaltig]	5
2. Organische Phosphorverbindungen	Phosphorsäureester, Tributylphosphat, Dibutylphosphat, Hexamethylphosphorsäuretriamid	5
3. Organische Zinnverbindungen		
4. Stoffe, die im oder durch Wasser krebserregende, mutagene oder teratogene Wirkung haben; dazu gehören auch Stoffe aus der Liste II, soweit sie diese Wirkungen haben	Monochlorbiphenyl(e) [(poly)chlorierte Biphenyle]	4
	Hexachlorbenzol	4
	Ölrückstände, Öl	5
	Ni, Cr, As, Be, Cd	6
	Au, Cs, Li, Pt, Rb, Sr, Asbest	7
	Phosphorsäureester (Trimethylphosphat)	5
	Na-NTA, EDTA und ihre Natriumsalze	4
5. Quecksilber und Quecksilberverbindungen	Hg	6
6. Cadmium und Cadmiumverbindungen	Cd	6
7. Mineralöle und Kohlenwasserstoffe	Ölrückstände, Öl	5
	Polystyrol, Polyethylen (PE), PE/PP, Divinylbenzol, Polypropylen (PP)	5
	Toluol, Xylol(e)	5
	Kerosin	5
	Alkane (Paraffine)	5
8. Cyanid	Cyanide	7

Tabelle 4: Zuordnung von Einzelstoffen, Stofffamilien und Stoffgruppen der EU 509/Rev. 03 zur Liste II der Grundwasserverordnung [1]

Liste II Stofffamilien und Stoffgruppen	Einzelstoffe, Stofffamilien und Stoffgruppen nach EU 509/Rev. 03	Tabellen-Nr. nach EU 509/Rev. 03
1. Metalloide und Metalle und ihre Verbindungen 1.1 Zink, 1.2 Kupfer, 1.3 Nickel, 1.4 Chrom, 1.5 Blei, 1.6 Selen, 1.7 Arsen, 1.8 Antimon, 1.9 Molybdän, 1.10 Titan, 1.11 Zinn, 1.12 Barium, 1.13 Beryllium, 1.14 Bor, 1.15 Uran, 1.16 Vanadium, 1.17 Kobalt, 1.18 Thallium, 1.19 Tellur, 1.20 Silber	Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Se, As, Sb, Mo, Ti, Sn, Ba, Be, B, U, V, Co, Tl, Te, Ag	6
2. Biozide und davon abgeleitete Verbindungen, die nicht in der Liste I enthalten sind	Mikrobiozid(e)	5
3. Stoffe, die für den Geschmack oder den Geruch des Grundwassers abträgliche Wirkung haben, sowie Verbindungen, die im Grundwasser zur Bildung solcher Stoffe führen und es für den menschlichen Geschmack ungeeignet machen können *	2-, 3- und 4-Chlorphenol (halogenierte Phenole)	4
	Hexachlorbenzol	4
	Tenside, nichtionische Tenside, anionische Tenside, Benzalkoniumchlorid	4
	Al, Ca, Cl ⁻ , Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Zn	7
	NO ₃ ⁻ , SiO ₂ , SO ₄ ²⁻	8
4. Giftige oder langlebige organische Siliziumverbindungen und Stoffe, die im Wasser zu solchen Verbindungen führen können, mit Ausnahme derjenigen, die biologisch unschädlich sind oder sich im Wasser rasch in biologisch unschädliche Stoffe umwandeln	Siliconöle, Silizium (org.)**	
5. Anorganische Phosphorverbindungen und reiner Phosphor	Calciumpyrophosphat, Phosphate, Zn-Phosphat/Oxid, Na ₅ -Triphosphat, Komplexphosphate, Phosphonate, Kaliumpyrophosphat, Natriumdihydrogenphosphate, Phosphorperoxid	8
6. Fluoride	Fluoride	8
7. Ammoniak und Nitrite	NH ₄ ⁺	8
	Nitrite	8

* Stoffe nach: Guidelines for drinking-water quality (aesthetic quality), WHO [64]

** Siliconöle, Silizium (org.) [Tab. 5/EU 509/Rev. 02] unter der Maßgabe, daß es sich um organofunktionelle Polysiloxane handelt

Den Listen I+II der Grundwasserverordnung [1] nicht zugeordnete Elemente/Stoffe/Stoffgruppen der EU 509/Rev. 03:

- Bismuth (Sb), Thorium (Th) [Tab. 7/EU 509/Rev. 03]
- Oxalsäure, Na₂-Oxalat, Citronensäure, NH₄-Citrat, Trinatriumcitrat, Dinatriumhydrogencitrat, Na₂-Tartrat [Tab. 4/EU 509/Rev. 03]

Tab. 5: Bewertung anorganischer Stoffe aus Tab. 24 (EU 509/Rev.03)

Anorganischer Stoff	Konzentration im oberflächennahen Grundwasser [g/L]	LAWA-Prüfwert [11b] [g/L]	Quotient $\{C_{\text{oberflächennahes Grundwasser}}/C_{\text{LAWA-Prüfwert (neu)[11b]}}\}$ [%]
B	$8,44 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$ (Mindeständerung) $1,0 \cdot 10^{-3}$ (TrinkwV)	84 8
Ba	$7,74 \cdot 10^{-5} *$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	26
Co	$8,62 \cdot 10^{-6} *$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	17
Cr _{gesamt}	$1,0 \cdot 10^{-6} **$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	10
Cu	$6,4 \cdot 10^{-6} **$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	12
Mo	$1,69 \cdot 10^{-5} *$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	32
Ni	$5,9 \cdot 10^{-6} **$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	12
Pb	$2,1 \cdot 10^{-6} **$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	21
Sb	$3,16 \cdot 10^{-6} **$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	31
Ti	$4,8 \cdot 10^{-9} **$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	5
Sn	$7,24 \cdot 10^{-6} *$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	18
U	$2,35 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	3
V	$5,1 \cdot 10^{-10} **$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	< 1
Zn	$5,39 \cdot 10^{-5} *$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	18

* Der Antragsteller verwendete bei seiner Bewertung die hier nicht zwingend erforderliche Begrenzung durch die Löslichkeit

** Der Antragsteller verwendete bei seiner Bewertung die Löslichkeitsgrenze; ohne sie resultiert definitiv Prüfwertüberschreitung

Tabelle 6: Wasserlöslichkeiten „bestimmter gefährlicher anorganischer“ und sonstiger anorganischer Stoffe nach Maßgabe der Tab. 12, für die bei ihrer Bewertung die Löslichkeitsgrenze beansprucht wurde

Gefährlicher anorga-nischer Stoff	Löslichkeit [g/L] (EU 509/Rev.03)	Löslichkeit (g/L) nach NLO-Recherche
Cd	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$2,02 \cdot 10^{-3}$ (CdO) [63]
Cr gesamt	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$ (CrO ₂) [65]
Cr (VI)	$1,0 \cdot 10^{-4}$	52 (CaCrO ₄) [22]
Cr (VI)	$1,6 \cdot 10^{-2}$	52 (CaCrO ₄) [22]
Cu	$6,4 \cdot 10^{-2}$	$1,54 \cdot 10^{-5}$ [Cu(OH) ₂] [65] [66]
Ni	$5,9 \cdot 10^{-2}$	0,0587 [3]
Pb	$2,1 \cdot 10^{-2}$	0,0207 [3]
Ti	$4,8 \cdot 10^{-5}$	1 . 10 [65]
U	$1,0 \cdot 10^{-9}$	0,0238 [3]
V	$5,1 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$ [65]
Au	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$ [65]
Sr	$8,7 \cdot 10^{-1}$	0,8762 [3] $1,14 \cdot 10^{-1}$ (SrSO ₄) [66]
Al	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$3,84 \cdot 10^{-3}$ [Al(OH) ₃] [65] [66]
Fe	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$8,96 \cdot 10^{-4}$ [Fe(OH) ₂] [65] [66]
Mn	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$1,63 \cdot 10^{-3}$ (MnCO ₃) [65] [66]
Th	$6,8 \cdot 10^{-7}$	$2,32 \cdot 10^{-5}$ [3]