



Bundesamt für Strahlenschutz

Deckblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2111	DD	EP	0002	01	Stand: 26.11.2010

B 1085730014

Titel der Unterlage:

UMSETZUNG DER DAS WASSERRECHT BETREFFENDEN NEBENBESTIMMUNGEN DES PLANFESTSTELLUNGSBESCHLUSSES KONRAD
PROJEKTBERICHT
TEIL 1

Ersteller:

ISTEC

Stempelfeld:

Ungültig

Freigabe durch bergrechtlich verantwortliche Person:

8.3.11

Datum und Unterschrift

Freigabe durch atomrechtlich verantwortliche Person:

08.03.2011

Datum und Unterschrift

Freigabe im Projekt/Betrieb:

08.03.2011

Datum und Unterschrift

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des BfS.



Bundesamt für Strahlenschutz

Revisionsblatt

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9KE	2111	DD	EP	0002	00	Stand: 10.11.2008

Titel der Unterlage:

UMSETZUNG DER DAS WASSERRECHT BETREFFENDEN NEBENBESTIMMUNGEN DES
PLANFESTSTELLUNGSBESCHLUSSES KONRAD
PROJEKTBERICHT
TEIL 1

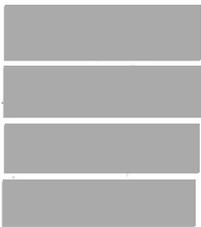
Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Zeichn.)	Rev. Seite	Kat. (*)	Erläuterung der Revision
01	26.11.2010	SE 2.1		alle	R S	Aktualisierung Anpassung an die geänderte Vorgehensweise, insbesondere Wegfall des Bezuges zur AVV

Ungültig

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
Kategorie S = substantielle Revision
mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden

**Umsetzung der das Wasserrecht betreffenden Nebenbestimmungen des Plan-
feststellungsbeschlusses Konrad****- Projektbericht (Teil I) -****Stand: November 2010**

Ungültig

**ISTec-A-1369 Teil I**

Köln, den 26. November 2010

Unterschrift

Der Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) erstellt. Das BfS behält sich alle Rechte vor.

Umsetzung der das Wasser- recht betreffenden Nebenbe- stimmungen des PFB Konrad

Projektbericht- Teil I

Stand: November 2010



iSTec-A-1369 Teil I

November 2010

Dieser Bericht ist im Auftrag des BfS unter der Auftragsnummer 474171 erstellt worden. Der Eigentümer behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des Auftraggebers zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht beschreibt die grundsätzliche Vorgehensweise zur Umsetzung der Nebenbestimmungen aus der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis (hier: Anhang 4 des Planfeststellungsbeschlusses) für das Endlager Konrad. Dabei werden sowohl die Pflichten der Abfallverursacher als auch die Aufgaben des Endlagerbetreibers BfS, dargestellt. Der sicherheitstechnische Nachweis wird im Rahmen des rechnerischen Nachweises der Unbedenklichkeit des Vorgehens und der ermittelten Schwellenwerte geführt.

Die Zahlenwerte (Ein- und Ausgabegrößen des rechnerischen Nachweis) wurden in Teil II des vorliegenden Berichts ausgelagert, da hier vor und während des Betriebs des Endlagers Ergänzungen und Aktualisierungen der Werte zu erwarten sind (aufgrund von näherer Kenntnis der Beschaffenheit der Abfälle sowie durch neue Anmeldungen für die Aufnahme in die Stoff- oder Behälterliste).

Einzelheiten zur Stoff- und Behälterliste, zu den Endlagerungsbedingungen Konrad, zur stofflichen Produktkontrolle, weiteren Nachweispflichten und den Eingabedaten und Ergebnissen des rechnerischen Nachweises werden in unabhängigen Berichten und weiteren Unterlagen wiedergegeben.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG		3
INHALTSVERZEICHNIS		4
1	Einleitung	6
2	Begriffsbestimmungen	9
3	Grundkonzept der Umsetzung der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis	12
4	Beschreibung der stofflichen Zusammensetzung	16
4.1	Bezugsgrößen zur Beschreibung eines radioaktiven Abfallgebindes	16
4.2	Festlegung der Beschreibungsschwellenwerte	17
4.3	Stoffvektoren bzw. Abfallströme	18
5	Bilanzierung schädlicher, nicht radioaktiver Stoffe	19
5.1	Voraussetzungen	19
5.2	Überwachung	20
5.3	Erfassung und Bilanzierung	20
5.3.1	Berücksichtigung der Behälterwerkstoffe	21
5.3.2	Berücksichtigung der Angaben der Stoffliste	22
5.3.3	Bilanzierung	22
6	Nachweis des Ausschlusses einer schädlichen Veränderung des Grundwassers	27
6.1	Rechenmodell	28
6.1.1	Maximale Fracht	29
6.1.2	Theoretischer Deklarationsschwellenwert	30
6.2	Verteilungen bei Stoffgruppen	31
6.2.1	Häufig vorkommende chemische Ausprägungen	32
6.3	Eingangsgrößen der Rechnung	33

Umsetzung der das Wasserrecht betreffenden Nebenbestimmungen		ISTec
6.3.1	Zulässige Massen der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis	33
6.3.2	Löslichkeiten	34
6.3.3	Häufigkeiten der Stoffe im Abfall	35
6.3.4	Abschätzung des Anteils einer häufig vorkommenden chemischen Ausprägung	36
6.3.5	Grenzkonzentration	36
6.4	Ergebnisse des Rechnerischen Nachweises	37
6.4.1	Deklarationsschwellenwerte	37
7	Validierung von Rechenparametern	40
7.1.1	Überwachung des Altabfallanteils	40
7.1.2	Häufigkeiten von Abfallbestandteilen	40
7.1.3	Vertreter der verschiedenen Stoffgruppen	41
8	Literaturverzeichnis	42
VERZEICHNIS DER TABELLEN		45
VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN		46
Seitenzahl gesamt		46

1 EINLEITUNG

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für die Schachanlage Konrad als Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung wurde von der Planfeststellungsbehörde eine Prüfung der möglichen Verschmutzung des Grundwassers durch die in der Anlage zur Grundwasserverordnung (GrwV) /1/, Listen I und II, genannten Stoffe gefordert. Diese Prüfung erfolgte mit Daten, die bei den Abfallverursachern abgefragt wurden /2/. Sowohl die Prüfung als auch die der Prüfung zugrunde liegenden Basisdaten stellen die Grundlage der „gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen im Endlager Konrad“ in Anhang 4 /3/ zum Planfeststellungsbeschluss Konrad (PFB) /4/ dar.

Damit wird zusätzlich zum einlagerbaren radioaktiven Inventar die Einlagerung von Stoffen gemäß Liste I und II der Anlage zur Grundwasserverordnung /5/ sowie von sonstigen Stoffen, die schädliche Verunreinigungen im Sinne des § 137 NWG /6/ bewirken können, begrenzt.

Zur Sicherstellung, dass die zulässigen Massen der o. a. Stoffe nicht überschritten werden, werden in den Nebenbestimmungen der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis vom 22. Mai 2002 /3/ folgende Anforderungen festgelegt:

- 1. Der Betreiber hat die endzulagernden Abfälle in ihrer Zusammensetzung zu überwachen. Die tatsächlich eingelagerten Radionuklide, die unter 1.1 aufgeführt sind, und die nicht radioaktiven schädlichen Stoffe (1.2, 1.3, 1.4) sind nach Art und Menge fortlaufend zu erfassen und zu bilanzieren. Schädliche Stoffe, die nachteilige Veränderungen im Sinne des § 137 NWG /6/ bewirken können, die nicht in der Erlaubnis erfasst sind, dürfen nicht zur Endlagerung gelangen.
Für die bereits vorhandenen konditionierten Abfälle (sog. Altabfälle) sind die Inhaltsstoffe der Gebinde abzuschätzen. Die Ergebnisse der Abschätzung sind in Abfalldatenblätter zu den Gebinden einzutragen.*
- 2. Der Bezirksregierung Braunschweig als zuständiger Wasserbehörde ist der Beginn des Einlagerungsbetriebes vier Wochen vorher anzuzeigen. Ihr sind die jährlichen Daten über die tatsächliche Einlagerung in Form eines Jahresberichtes jeweils bis zum 31. März des nachfolgenden Jahres vorzulegen. Hierbei sind für das eingelagerte radioaktive Inventar nuklidspezifisch Aktivität und Masse und für die nicht radioaktiven schädlichen Stoffe die Massen für jeden einzelnen Stoff anzugeben.*

Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist vom Abfallverursacher die stoffliche Zusammensetzung seiner Abfallgebinde zu beschreiben. Vom Betreiber des Endlagers Konrad werden diese Angaben überprüft. Die nicht radioaktiven schädlichen Abfallbestandteile werden vom Betreiber in ihrer Zusammensetzung überwacht, erfasst und bilanziert.

Diesbezüglich wird in Anhang 4 zum Planfeststellungsbeschluss (PFB) ausgeführt, dass bei der Bilanzierung diejenigen Stoffe unberücksichtigt bleiben, die in geringen Anteilen je Abfallgebinde oder Charge als Spurenverunreinigung enthalten sein können. Diese Vorge-

hensweise entspricht der Vorgehensweise im konventionellen Abfall-, Stoff- und Wasserrecht.

Eine allgemeine Übersicht zum Vorgehen bei der Umsetzung der Nebenbestimmungen aus der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis wird in Abschnitt 3 gegeben.

Zur Vereinfachung und Vereinheitlichung der stofflichen Beschreibung stellt das BfS dem Abfalllieferer eine Stoff- und eine Behälterliste in Form von Datenbanken zur Verfügung. Die Basis für die Beschreibung der stofflichen Zusammensetzung bilden betriebliche Kenntnisse des Abfalllieferers über die Materialien im Abfallgebilde.

Die Stoffliste enthält in strukturierter Form u. a. eine eindeutige Stoffbezeichnung, Spezifikationen der Stoffe, Schwellenwerte zur Beschreibung der Zusammensetzung und zur Erfassung und Bilanzierung der schädlichen Stoffbestandteile sowie die Anteile der schädlichen Stoffbestandteile im betrachteten Stoff. Die Behälterliste umfasst Angaben über Masse, Volumen, Fertigungsspezifikationen und stoffliche Zusammensetzung jedes verwendeten Abfallbehälters.

Auszüge aus diesen Listen finden sich in Teil II dieses Berichtes. Eine ausführliche Beschreibung wird in folgenden Berichten gegeben, die ebenfalls die Umsetzung der Anforderungen der wasserrechtlichen Nebenbestimmungen des PFB Konrad beschreiben:

- [REDACTED]
„Umsetzung der das Wasserrecht betreffenden Nebenbestimmungen des PFB Konrad – Behälterliste“, Stand: September 2010, ISTec-A-1373 /7/
- [REDACTED]
„Umsetzung der das Wasserrecht betreffenden Nebenbestimmungen des PFB Konrad– Stoffliste“, Stand: September 2010, ISTec-A-1375 /8/

In der vorliegenden Unterlage wird die Verwendung der Stoffliste sowie die Herleitung der für die stoffliche Beschreibung und die Deklaration von schädlichen Stoffen erforderlichen Schwellenwerte beschrieben (Abschnitte 4.2 und 6). Ebenso wird dargestellt, wie die Beschreibung der stofflichen Zusammensetzung durch den Abfallverursacher zu erfolgen hat (Abschnitt 4).

Der Betreiber des Endlagers Konrad (BfS) hat die stofflichen Zusammensetzungen zu überprüfen und die nicht radioaktiven schädlichen Stoffe nach Art und Menge fortlaufend zu erfassen und zu bilanzieren (Abschnitt 5). Spurenverunreinigungen dürfen hierbei gemäß der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis /3/ unberücksichtigt bleiben, sofern nachteilige Veränderungen hierdurch im oberflächennahen Grundwasser mit Sicherheit ausgeschlossen sind. Der entsprechende Nachweis wird in Abschnitt 6 dieser Unterlage geführt und bei Veränderungen der zugrundeliegenden Eingangsgrößen zu wiederholen und erneut vorzulegen.

Zu diesen Randbedingungen gehören die Häufigkeit schädlicher Stoffe in beschriebenen Abfällen sowie der Anteil der Altabfälle an den beschriebenen Abfällen, die daher vom Betreiber (BfS) zu verfolgen sind. Bei Auftreten von Abfallzusammensetzungen, die mit den im rechnerischen Nachweis der Unbedenklichkeit angenommenen Randbedingungen nicht übereinstimmen, ist entsprechend der Nachweis wie oben beschrieben erneut mit korrigierten Eingangsgrößen zu führen und der wasserrechtlichen Aufsicht vorzulegen (Abschnitt 7). Die Beschreibung der entsprechenden Vorgehensweisen ist Gegenstand dieser Unterlage.

Die gehobene wasserrechtliche Erlaubnis /3/ verpflichtet das BfS auch, die Möglichkeit einer Kontrolle der Abfallverursacherangaben vorzusehen. Ein Überblick über diesbezügliche Produktkontrollmaßnahmen wird in einem separaten Bericht (Bericht zur stofflichen Produktkontrolle) beschrieben.

2 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Begriff	Beschreibung
Abfallbehälter	Behälter zur Aufnahme eines Abfallprodukts: Betonbehälter, Gussbehälter, Container etc.
Abfallfass	Innenbehälter mit einem endlagergerecht behandelten Abfallprodukt
Abfallgebilde	Endzulagernde Einheit aus Abfallprodukt und Abfallbehälter
Abfallprodukt	Verarbeiteter radioaktiver Abfall ohne Verpackung
Abfallstrom	Gleichartige Mischung von Materialien, entweder fertig verpackt (d. h. inklusive Behälter) oder als konditionierter Abfall ohne Verpackung; Aufgrund der gleichartigen Zusammensetzung innerhalb der im Stoffantrag formulierten Bandbreiten kann ein Abfallstrom durch einen Stoffvektor beschrieben werden
Altabfall	Radioaktiver Abfall, der zum Zeitpunkt der Bestandskraft der Erlaubnis /4/ (Beschlüsse des Bundesverwaltungsgerichts vom 26. März 2007, bekannt gegeben am 03. April 2007) bereits konditioniert bei den Abfallverursachern oder bei Dritten im Sinne von § 78 StrISchV /9/ lagert
Ausprägung	Beschreibt die Auftretensform eines Stoffes, beispielsweise in einer bestimmten chemischen Verbindung oder eingebunden in eine keramische Struktur. Die Ausprägungen unterscheiden sich hinsichtlich ihres möglichen Einflusses auf das oberflächennahe Grundwasser durch die unterschiedliche Freisetzbarkeit in Wasser.
Ausschöpfungsanteil	Anteil an der Ausschöpfung der Deklarationsschwelle für einen Stoffbestandteil (Bezugsgröße Abfallgebilde); Ein Ausschöpfungsanteil größer 1 führt zur Bilanzierung dieses Bestandteils
Behälterliste	Einheitliche zentrale, vom BfS verwaltete Liste von Behältern und Abfall- und Innenbehältern, aus der die stoffliche Zusammensetzung der Behälter hervorgeht
Behandlung radioaktiver Abfälle	Verarbeitung von radioaktiven Abfällen zu Abfallprodukten (z. B. durch Verfestigen, Einbinden, Vergießen oder Trocknen)

Begriff	Beschreibung
Beschreibungsschwellenwert (BSW)	Massenanteil eines Stoffes im Abfallgebilde, ab dem der Stoff in der Beschreibung der Zusammensetzung des Abfallgebildes vom Ablieferer angegeben werden muss
Deklarationsschwellenwert (DSW)	Massenanteil eines Stoffes im Abfallgebilde, oberhalb dessen eine schädliche Veränderung des oberflächennahen Grundwassers nicht ausgeschlossen werden kann; Die im PFB begrenzten Stoffe müssen bei Überschreitung des DSW bilanziert werden; Schädliche Stoffe, die im PFB nicht ausdrücklich benannt sind, dürfen in Mengen oberhalb des DSW nicht eingelagert werden
Erfassung	Standardisierte Erfassung von Daten zu stofflichen Abfallbestandteilen oberhalb des BSW
Grenzkonzentration	Grenzkonzentration aus dem einschlägigen Regelwerk, die nicht überschritten werden darf, um eine schädliche Verunreinigung des oberflächennahen Grundwassers ausschließen zu können
Häufigkeit eines Stoffs	Anteil der Abfallgebilde mit dem betrachteten schädlichen Stoff
Innenbehälter	Behälter zur Aufnahme von Abfallprodukten, der in einen Abfallbehälter eingesetzt wird
Konventionelles Abfallrecht	Nicht nukleares Abfallrecht
Maximale Fracht	Maximale Masse eines Stoffes, deren Einlagerung im Endlager Konrad nicht zu einer schädlichen Verunreinigung des oberflächennahen Grundwassers (bzw. Überschreitung von Grenzkonzentrationen) führt
Neuabfall	Radioaktiver Abfall, der kein Altabfall ist
PFB-Stoff	Bezeichnet einen der 94 in der „gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis“ zur Endlagerung zugelassenen Stoffe und Stoffgruppen
Radioaktive Abfälle	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 des Atomgesetzes, die nach § 9a des Atomgesetzes geordnet beseitigt werden müssen, ausgenommen Ableitungen im Sinne des § 47 StrlSchV /9/

Begriff	Beschreibung
Schädlicher Stoff	Stoff, der in der Anlage zur Grundwasserverordnung, Liste I und Liste II, aufgeführt ist, oder für den in der Trinkwasserverordnung oder anderen Regelwerken Prüf-/Grenzwerte festgesetzt sind
Schädliche Verunreinigung des Grundwassers	Überschreiten von Konzentrationen an schädlichen Stoffen im Grundwasser, bei dem relevante ökotoxische und humantoxische Wirkungen auftreten können
Schlupf	Diejenige Menge eines Stoffes, die durch die Unterschreitung des Deklarationsschwellenwertes ins Endlager gelangt, ohne im Rahmen der Bilanzierung erfasst zu werden und deren wasserrechtliche Unbedenklichkeit nachgewiesen wird
Spurenverunreinigung	Bestandteil eines Abfallgebindes unterhalb des Deklarationsschwellenwertes, so dass eine schädliche Veränderung des oberflächennahen Grundwassers sicher ausgeschlossen ist
Stoff	Stoff bezeichnet ein in der Stoffliste aufgeführtes Material, Gebinde- oder Abfallbestandteil beliebiger Komplexität (Element, Verbindung, Gruppe oder Vektor)
Stoffliche Produktkontrolle	Produktkontrolle zur Überprüfung der stofflichen Zusammensetzung von radioaktiven Abfallgebinden; Die stoffliche Produktkontrolle ergänzt die in der Produktkontrolldokumentation /10/ spezifizierte radiologische Produktkontrolle
Stoffliste	Einheitliche zentrale, vom BfS verwaltete Liste von Stoffen für die stoffliche Beschreibung und Deklaration radioaktiver Abfälle.
Verpackung	Gesamtheit der ein Abfallprodukt umschließenden nicht wiederverwendbaren Behälter
zulässige Masse	Zulässige Masse eines Stoffs oder einer Stoffgruppe nach der <i>„gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen im Endlager Konrad“</i> in Anhang 4 zum Planfeststellungsbeschluss Konrad (PFB)
Zusammensetzung	Auflistung von Stoffen als Bestandteile eines Gebindes und deren Massen, so dass die Summe der Massen der Bestandteile die Bruttomasse des Abfallgebindes ergibt

3 GRUNDKONZEPT DER UMSETZUNG DER GEHOBENEN WASSERRECHTLICHEN ERLAUBNIS

Um einerseits der Vielfalt der verschiedenen radioaktiven Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung gerade im Hinblick auf die unterschiedliche chemische Zusammensetzung gerecht zu werden und andererseits vom Standpunkt der geforderten Überprüfung der Abfallverursacherangaben durch das BfS einen praktikablen und leicht handhabbaren Ansatz etablieren zu können, ist für die stoffliche Deklaration folgende Vorgehensweise entwickelt worden:

- Die Abfallverursacher/Konditionierer sind für die qualitative und quantitative Charakterisierung der endzulagernden Abfallgebinde zuständig, d. h. sie müssen die Abfallprodukte nach Materialien wie z. B. Bauschutt, Kabel, Stahlschrott oder Ionenaustauscherharz einschließlich eines ggf. verwendeten Fixierungsmittels aufschlüsseln. Dieser Schritt ist für die verschiedenen radioaktiven Abfälle/Abfallgebinde nur einmal vorzunehmen.
- Die chemische Zusammensetzung der Materialien wird in Abstimmung zwischen den Abfallverursachern/Konditionierern und dem BfS - bezogen auf den jeweiligen Abfallstrom - in einer Stoffliste hinterlegt. Die Stoffliste ist Teil einer abfallspezifischen Produktkontrolldatenbank, die das BfS einrichtet und pflegt. Sie enthält, verursacher-spezifisch aufgeschlüsselt, alle zu deklarierenden Bestandteile der endzulagernden Abfallgebinde. In der Stoffliste enthaltene Angaben stehen allen Abfallverursachern zur Verfügung.
- Bei der Anmeldung von Abfällen zur Endlagerung ist es daher nicht notwendig, jeweils die wasserrechtlich relevanten Abfallgebindebestandteile erneut zu deklarieren. Hier reicht es aus, auf die in der Produktkontrolldatenbank hinterlegten und auf die angemeldeten Abfälle jeweils zutreffenden Angaben aus der Stoffliste zu verweisen und die Anzahl der Abfallgebinde zu nennen. Mit diesen Angaben können die deklarationspflichtigen Elemente und Verbindungen unter Berücksichtigung von Deklarations-schwellwerten programmtechnisch sofort bestimmt, eine Aussage zur Einhaltung der grundwasserrelevanten Anforderungen getätigt und die Bilanzierung im Hinblick auf Nebenbestimmung 2 vorgenommen werden.
- Analog zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung von Abfallprodukten wird bei Abfallbehältern bzw. Verpackungen vorgegangen. Die hierzu im Einzelnen erforderlichen Angaben werden in einer Behälterliste zusammengestellt, die ebenfalls zu der abfallspezifischen Produktkontrolldatenbank zählt.
- Die Stoffliste und die Behälterliste sind beide als „living document“ angelegt, so dass zukünftige Änderungen/Ergänzungen auf einfache Weise berücksichtigt und eingetragen werden können. Den Abfallverursachern/Konditionierern obliegt die Pflicht, diesbezügliche Aktualisierungen sofort dem BfS zu melden, so dass seitens des BfS die produktkontrollspezifischen Maßnahmen unmittelbar angepasst und auf die geänderte chemische Zusammensetzung ausgerichtet durchgeführt werden. Die Pflege der Produktkontrolldatenbank obliegt dem BfS.

Die Ermittlung stofflicher Zusammensetzungen bzw. stofflicher Bestandteile von endzulagernden Abfallgebänden ist - wie oben ausgeführt - von entscheidender Bedeutung für die

Deklaration und Bilanzierung von gefährlichen Abfällen. Sie folgt der in Abbildung 1 dargestellten Logik.

Der zu beschreibende Abfall, dessen schädliche Bestandteile zu erfassen und zu bilanzieren sind, setzt sich zusammen aus dem eigentlichen Abfallmaterial, dem Werkstoff des Behälters, ggf. einer Fixierung und/oder ggf. aus Abschirmungsmaterialien. Dieser Abfall wird in Kenntnis seiner Bestandteile in eine Ebene der Materialien bzw. Werkstoffe überführt. Hier wird z. B. die Behälterbezeichnung „Konrad Container Typ IV“ der näher klassifizierenden Gruppe des „Stahls“ oder der „Legierung“ zugeordnet. Die Ebene der Materialien und Werkstoffe ist ihrerseits unterlegt mit den Angaben zu Mengen bzw. Massen der zu deklarierenden schädlichen Bestandteile. Aus dem Container Typ IV wird so über die Zwischeninformation *Stahl* eine mengenmäßige Beschreibung des Anteils an Eisen, Nickel und ähnlichen Stahlbestandteilen. Dabei sind ausschließlich gegebenenfalls schädliche Anteile zu erfassen und zu bilanzieren. Diese Information kann dann als Report in Papierform bzw. als Datensatz in eine Datenbank zum Zweck der Bilanzierung, Deklaration oder des Nachweises ausgegeben werden.

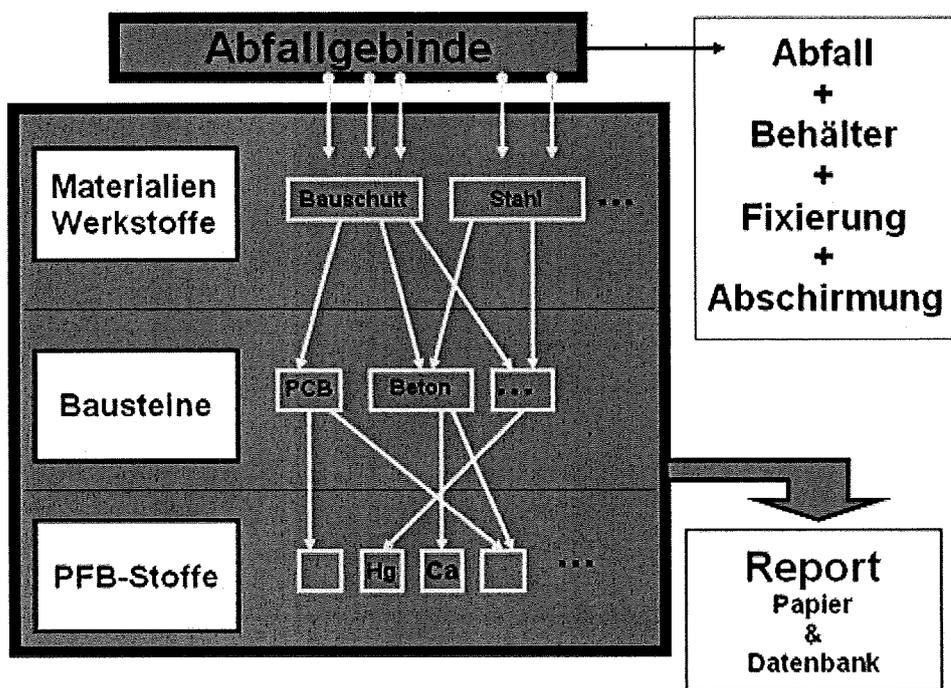


Abbildung 1: Grundkonzept der Qualifizierung und Quantifizierung von Abfallbestandteilen

Zur Erfüllung der Nebenbestimmungen 1 und 2 der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis wird ein mehrstufiges Verfahren der Beschreibung, Prüfung, Erfassung und Bilanzierung der nicht radioaktiven, schädlichen Bestandteile eines Abfallgebundes eingeführt. Das Vorgehen ist in Abbildung 2 skizziert und wird im Folgenden näher erläutert. Im Rahmen dieses Verfahrens wird die stoffliche Zusammensetzung des radioaktiven Abfalls zunächst beschrieben. Die erforderliche Beschreibung basiert dabei auf Stoff- und Behälterliste (siehe auch Projektbericht – Teil II).

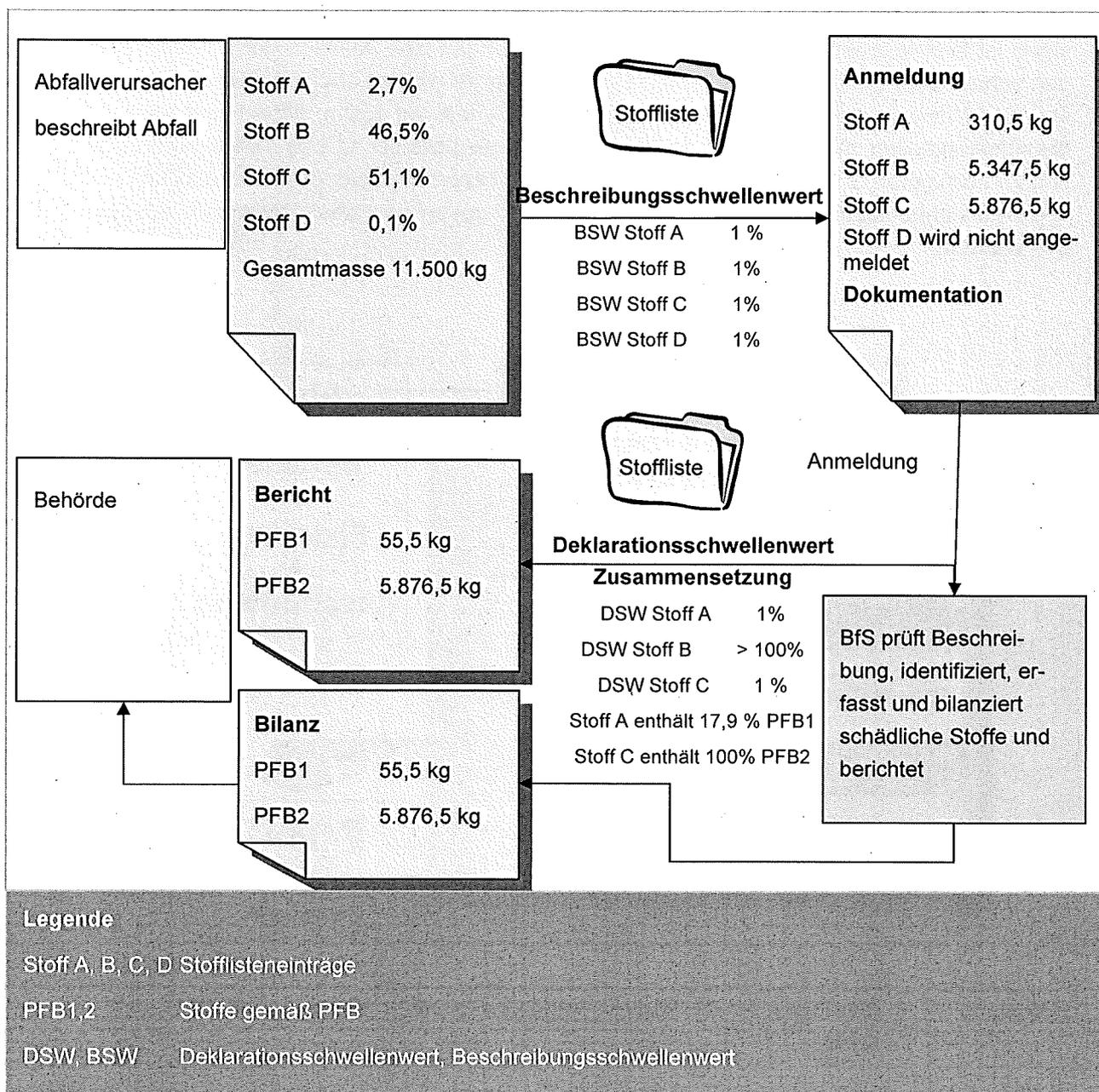


Abbildung 2: Grundkonzept der stofflichen Deklaration

Die stoffliche Beschreibung der endzulagernden radioaktiven Abfälle erfolgt durch den Abfallverursacher. Bei der Beschreibung sind alle Komponenten des Abfallgebundes, wie Abfall, Behälter, Fixierung und Abschirmung, zu berücksichtigen. Die Genauigkeit der Beschreibung (Beschreibungsschwellenwerte, BSW) für den jeweiligen Stoff ergibt sich aus der Stoffliste

/8/. Unterschreitet der Anteil eines Stoffes an der Bruttomasse des Abfallgebindes den zugehörigen BSW, muss dieser Stoff nicht angegeben (z. B. Stoff D in Abbildung 2) werden. Qualitative Angaben sind dennoch erwünscht, um die Häufigkeiten und die Plausibilität prüfen bzw. bewerten zu können und somit auch für den nicht spezifizierbaren Rest eine schädliche Beeinflussung des oberflächennahen Grundwassers ausschließen zu können.

Das BfS als Endlagerbetreiber prüft die Beschreibung der Zusammensetzung und erfasst und bilanziert die darin enthaltenen schädlichen Bestandteile. Die Einstufung als schädliche Bestandteile erfolgt, analog dem konventionellen Abfallrecht, auf der Basis von Deklarations-schwellenwerten. Gemäß Nebenbestimmung 1 der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis erfasst und bilanziert das BfS fortlaufend die Daten und berichtet gemäß Nebenbestimmung 2 jährlich der zuständigen Wasserbehörde.

4 BESCHREIBUNG DER STOFFLICHEN ZUSAMMENSETZUNG

Zur Beschreibung der stofflichen Zusammensetzung identifiziert der Abfallverursacher ein Material und dessen Anteil an der Bruttomasse des Abfallgebundes, einer Charge von Abfallgebunden oder eines Abfallstroms (siehe Kap. 4.1). Im nächsten Schritt ermittelt er den passenden Stoff für diesen Abfallgebundebestandteil in der Stoffliste und vergleicht nun den Massenanteil in seinem Abfallgebunde mit dem angegebenen Beschreibungsschwellenwert. Der Beschreibungsschwellenwert ist dabei in der Regel für Neuabfälle 1 % der Abfallgebundebuttomasse bzw. für Altabfälle 5 % der Abfallgebundebuttomasse. Diese Werte wurden in einem Fachgespräch, in dem u. a. die Genauigkeit der stofflichen Beschreibung diskutiert wurde, von Vertretern der EVU und Forschungszentren als einhaltbar bezeichnet.

Für solche Stoffe von denen ein erhöhtes Risiko für eine schädliche Veränderung des Grundwassers ausgeht, liegen die Beschreibungswerte teilweise auch unterhalb der genannten Werte von 1 % bzw. 5 %. Die Ermittlung der Beschreibungsschwellenwerte ist im Detail in Abschnitt 4.2 erläutert. Liegt der Massenanteil eines Stoffes am Abfallgebunde oberhalb des Beschreibungsschwellenwertes, so muss der Stoff in der stofflichen Beschreibung des Abfallgebundes mit seiner Masse angegeben werden. Wenn Informationen über einen Stoff unterhalb des Beschreibungsschwellenwertes vorliegen, können diese ebenfalls angegeben werden.

Sind Stoffe im Abfallgebunde enthalten, die nicht in der Stoffliste aufgeführt sind, so sind diese Stoffe beim BfS zur Aufnahme in die Stoffliste zu beantragen (siehe /8/).

Die verwendeten Abfall- und Innenbehälter sind mit dem in der Behälterliste angegebenen Code und der Anzahl anzugeben. Abfallbehälter und Innenbehälter, die nicht in der Behälterliste enthalten sind, müssen beim BfS zur Aufnahme in die Behälterliste beantragt werden (siehe /7/).

Die resultierende stoffliche Beschreibung wird zusammen mit der übrigen Abfalldokumentation beim BfS eingereicht und im Rahmen der Produktkontrolle überprüft.

4.1 Bezugsgrößen zur Beschreibung eines radioaktiven Abfallgebundes

Im Regelfall ist die Bezugsgröße für die stoffliche Beschreibung von Abfallgebunden die Abfallgebundebuttomasse. So erfordern z. B. stark strahlende radioaktive Abfälle eine Strahlungsabschirmung oder eine thermische Abschirmung, die auch wassergefährdende Stoffe enthalten kann. Beim Verfüllen von Resthohlräumen im Abfallgebunde können auch kontaminierte Vergusswerkstoffe verwendet werden, die jedoch sowohl bei der radiologischen als auch bei der stofflichen Charakterisierung eines Abfallgebundes zu berücksichtigen sind. Diese Stoffe werden auch bei der Erfüllung der Nebenbestimmungen sowie bei der Ermittlung des Schlupfes entsprechend berücksichtigt.

Alternativ dazu können als Bezugsgröße für den Beschreibungsschwellenwert auch folgende Fälle zum Tragen kommen:

a) Charge von Rohabfällen oder zwischenbehandelten Abfällen

Liegt eine Charge von Rohabfällen vor, aus der mehrere Abfallgebunde oder im Innenbehälter verpackte Abfälle hervorgehen werden, so kann die Beschreibung der Zusammensetzung

für die ganze Charge erfolgen. Beispiele hierfür sind z. B. große Massen an Bauschutt aus dem gleichen Bauabschnitt oder Aschen aus großen Verbrennungskampagnen.

Die in der Charge vorhandenen Stoffe sind mit ihrer Masse anzugeben, sofern ihr Anteil am Abfallgebilde den jeweiligen Beschreibungsschwellenwert aus der Stoffliste überschreitet. Bezugsgröße ist in diesem Fall die Gesamtmasse der Charge. Resultat ist ein prozentualer Stoffvektor (relative Zusammensetzung).

Bei der Beschreibung der Zusammensetzung des Abfallgebildes kann dann auf die relative Zusammensetzung der Charge zurückgegriffen werden. Bei der Zusammensetzung des Abfallgebildes müssen nur die Stoffe der Chargenzusammensetzung zu berücksichtigt werden, die den Beschreibungsschwellenwert bezogen auf die Bruttomasse des Abfallgebildes überschreiten. Es ist jedoch sinnvoll, auch weitere Angaben, wenn sie vorliegen, zu übermitteln.

b) Charge von Abfallfässern

Stammen mehrere Abfallfässer aus einem gleichartigen Behandlungsverfahren mit gleichartigen Rohabfällen oder Zwischenprodukten, z. B. getrocknete Konzentrate oder zementierte Aschen, so kann die Beschreibung der Zusammensetzung als mittlere Zusammensetzung der gesamten Charge erfolgen. Ergebnis ist ein prozentualer Stoffvektor. Die Zusammensetzung der einzelnen Abfallfässer ergibt sich als Produkt aus der jeweiligen Abfallfassbruttomasse und den prozentualen Anteilen des Chargenstoffvektors.

Liegt der auf die Abfallgebildebruttomasse bezogene Stoffanteil unter dem Beschreibungsschwellenwert, muss der Stoff nicht, kann aber angegeben werden.

c) Charge von Abfallgebilden

Stammen mehrere Abfallgebilde aus einem identischen Konditionierungsverfahren mit gleichartigen Rohabfällen oder Zwischenprodukten oder Abfallfässern und Abfallbehältern, so kann die Beschreibung der Zusammensetzung als mittlere Zusammensetzung der gesamten Charge erfolgen. Ergebnis ist ein prozentualer Stoffvektor. Die Zusammensetzung der einzelnen Abfallgebilde ergibt sich als Produkt aus der jeweiligen Abfallgebildebruttomasse und den prozentualen Anteilen des Chargenstoffvektors.

Dies führt zwar bei einzelnen Abfallgebilden zu geringfügigen Abweichungen in der Zusammensetzung, liefert jedoch für die gesamte Charge ein hinreichend genaues Ergebnis.

4.2 Festlegung der Beschreibungsschwellenwerte

Im Regelfall betragen die Beschreibungsschwellenwerte für Neuabfälle 1 % der Abfallgebildebruttomasse und für Altabfälle 5 % der Abfallgebildebruttomasse. Wird im Rahmen des rechnerischen Nachweises (siehe Abschnitt 6) ein Deklarationsschwellenwert unterhalb dieser "Standard"-Beschreibungsschwelle ermittelt, so wird der Beschreibungsschwellenwert für Neuabfälle gleich dem errechneten Deklarationsschwellenwert festgesetzt. Der Beschreibungsschwellenwert für Altabfälle beträgt in diesem Fall das Fünffache des Beschreibungsschwellenwertes für Neuabfälle, vgl. Kap. 6.4.

4.3 Stoffvektoren bzw. Abfallströme

Abfallströme bestehen in der Regel aus einer Mischung verschiedener Materialien und Stoffe, deren Zusammensetzung sich in vielen Fällen aufgrund gleichbleibender Quellen und Verarbeitungsprozesse über längere Zeiträume nicht wesentlich verändert. Bei sehr großen Stoffströmen ist es sinnvoll, die charakteristische Zusammensetzung eines Abfallstroms zu ermitteln und die resultierende Zusammensetzung beim BfS als neuen Stoff (Stoffvektor) für die Stoffliste zu beantragen/8/. In diesem Fall ist es erforderlich, dass alle im Stoffvektor als Bestandteile des Abfallstroms genannten Stoffe bereits in der Stoffliste vorhanden sind. Diese Vorgehensweise erleichtert die Beschreibung eines Abfalls. Die Beantragung der Aufnahme eines Stoffes in die Stoffliste und die hierfür zu beschreibenden Größen werden in ISTec-A-1375 /8/ beschrieben.

5 BILANZIERUNG SCHÄDLICHER, NICHT RADIOAKTIVER STOFFE

Das BfS als Betreiber des Endlagers überprüft die durch den Abfallverursacher beschriebene stoffliche Zusammensetzung der angemeldeten Abfallgebinde. Die nicht radioaktiven schädlichen Stoffe in der Beschreibung der Abfallverursacher werden identifiziert, erfasst und bilanziert. Dazu wird der Deklarationsschwellenwert hinzugezogen. Der Deklarationsschwellenwert ist ein prozentualer Massenanteil, ab dem bilanziert werden muss, damit nachteilige Veränderungen des oberflächennahen Grundwassers mit Sicherheit ausgeschlossen sind (Analoge Vorgehensweise zu Berücksichtigungsgrenzwerten in Verordnung (EG) 1272/2008 /11/).

Die Herleitung der Deklarationsschwellenwerte ist in Abschnitt 6 beschrieben. Für alle enthaltenen Stoffe werden die Ausschöpfungsanteile jedes wassergefährdenden Bestandteils des Stoffes (gemäß seiner Zusammensetzung) jeweils addiert. Überschreitet bei einem Inhaltsstoff die Summe der Ausschöpfungsanteile den Wert 1, so ist dieser Inhaltsstoff zu bilanzieren.

5.1 Voraussetzungen

Die erste Nebenbestimmung der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis Konrad /1/ lautet:

Der Betreiber hat die endzulagernden Abfälle in ihrer Zusammensetzung zu überwachen. Die tatsächlich eingelagerten Radionuklide, die unter 1.1 aufgeführt sind, und die nicht radioaktiven schädlichen Stoffe (1.2, 1.3, 1.4) sind nach Art und Menge fortlaufend zu erfassen und zu bilanzieren. Schädliche Stoffe, die nachteilige Veränderungen im Sinne des § 137 NWG /6/ bewirken können, die nicht in der Erlaubnis erfasst sind, dürfen nicht zur Endlagerung gelangen.

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

Die Zusammensetzung der endzulagernden Abfälle ist in Abfalldatenblätter einzutragen, deren Aufbau in den Endlagerungsbedingungen Konrad vorgegeben ist (siehe Abbildung 3).

44	Stoffliche Zusammensetzung in kg: Stoff- und Behälterliste		
	Abfallprodukt		
	Beschreibung	Code /2/	Masse
	Bauschutt ^{*)}		kg
	Ionenaustauscherharze ^{*)}		kg
	Schrott ^{*)}		kg
	Mischabfall ^{*)}		kg
		
	Abfallbehälter/Verpackung		
	Beschreibung	Code /3/	Masse
200-l-Fass ^{*)}		kg	
Stahlblechcontainer ^{*)}		kg	
Zusätzl. Bleiauskleidung ^{*)}		kg	
...			
^{*)} Beispielhafte Angaben			

Abbildung 3: Beispielhafte Darstellung eines Abfalldatenblattes (Auszug, Stand Oktober 2009)

Es wird davon ausgegangen, dass alle Angaben des Abfalldatenblattes in der Stoff- bzw. Behälterliste /8; 7/ vorhanden sind und dass die Behälterwerkstoffe in der Stoffliste genannt sind. Dann kann aus diesen Angaben die Erfassung und Bilanzierung gemäß den Vorgaben der Nebenbestimmung 1 erfolgen. Sollte ein Stoff nicht in der Stoffliste enthalten sein, so ist seine Aufnahme in die Stoffliste beim BfS zu beantragen (siehe /8/).

Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der Bilanzierung im Detail beschrieben.

5.2 Überwachung

Die Überwachung der Zusammensetzung und die Prüfung der Korrektheit der Angaben erfolgen nach den Vorgaben der für das Wasserrecht zuständigen Behörde. Hierauf soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

5.3 Erfassung und Bilanzierung

Zur Erfassung und Bilanzierung von schädlichen Abfallgebindebestandteilen (Komponenten) im Sinne der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis Konrad müssen alle verfügbaren Angaben zu den Behälterwerkstoffen sowie den Abfallproduktbestandteilen zusammengestellt, bewertet und ggf. bilanziert werden. Erfasst werden Abfallgebindebestandteile oberhalb des Beschreibungsschwellenwertes. Bei der Bilanzierung bleiben die Stoffe unberücksichtigt, die in geringen Anteilen als Spurenverunreinigung in Gebinden oder Chargen enthalten sein

können. Die Spurenverunreinigungen dürfen nur in solchen Mengen auftreten, dass nachteilige Veränderungen hierdurch im oberflächennahen Grundwasser mit Sicherheit ausgeschlossen sind.

Dies gilt als gegeben, wenn die Konzentrationen der schädlichen Stoffe in den Abfallgebinden geringer sind als die Deklarationsschwellenwerte, für die nachgewiesen wurde, dass durch ihre Anwendung eine nachteilige Veränderung des oberflächennahen Grundwassers nicht zu besorgen ist (siehe Abschnitt 6).

Gemäß der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis sind 94 nichtradioaktive schädliche Stoffe zu erfassen und zu bilanzieren (PFB-Stoffe). Bei diesen Stoffen handelt es sich teilweise um Stoffgruppen, zu denen eine Vielzahl von Einzelstoffen zählen, die unterschiedliche Wassergefährdungseigenschaften aufweisen, z. B. Eisensalze.

5.3.1 Berücksichtigung der Behälterwerkstoffe

Die Abfalldatenblätter enthalten im zweiten Teil des *Feldes 44* Angaben zu den Behältern, und zwar Behälterbeschreibung, -code und -masse (Taramasse) (siehe Abbildung 3), die für die Beschreibung im Abfalldatenblatt aus der Behälterliste /7/ entnommen werden können. Zu den im Abfalldatenblatt genannten Behältern enthält die Behälterliste im Bereich *Behälter-Material* eine prozentuale Aufschlüsselung der Behälterwerkstoffe, wie dies exemplarisch für einen KC IV in Tabelle 5.1 dargestellt ist.

Tabelle 5.1: Exemplarische Darstellung der Behälterwerkstoffe eines KC IV in der Stoffliste

Behälter	Stoff	Anteil in %
CS04001 – Konrad-Container Typ IV	AAA031 – S355J203	94,92
	AAA035 – X5CrNi18-10	3,7
	BBC002 – EPDM (Dichtung)	0,39
	BBF001 – Lack (ausgehärtet)	0,99

Die erste Spalte enthält den Code und Namen des Behälters, die zweite Spalte die jeweils zugehörigen Werkstoffcodes und Bezeichnungen der Stoffe aus der Stoffliste, aus denen sich der jeweilige Behälter zusammensetzt. In der dritten Spalte sind die prozentualen Anteile der jeweiligen Werkstoffe - bezogen auf die Behältermassen - wiedergegeben. Aus der Taramasse (Angabe im Abfalldatenblatt, siehe Abbildung 3) und den Anteilen ergeben sich die Massen der jeweiligen Werkstoffe. Die Angaben zu den Behälterwerkstoffen werden anhand dieser Daten durch das BfS berechnet und bei der Überwachung, Erfassung und Bilanzierung entsprechend der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis ebenso wie die Bestandteile des Abfallkörpers berücksichtigt.

5.3.2 Berücksichtigung der Angaben der Stoffliste

Die Angaben zur stofflichen Zusammensetzung des Abfallproduktes sowie die anhand der Behälterliste abgeleiteten Angaben zu den Behälterwerkstoffen werden unter Anwendung der Stoffliste erfasst. Sie werden zusätzlich bilanziert, wenn sie im Sinne der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis des PFB Konrad schädlich sind und nicht nur als Spurenverunreinigung vorliegen.

Die Stoffliste enthält neben dem Code des Stoffes als eindeutige Bezeichnung vor allem Deklarations- und Beschreibungsschwellenwerte, die sich aus dem rechnerischen Nachweis (Abschnitt 6) ergeben.

Für alle beschriebenen Gebindebestandteile werden die Ausschöpfungsanteile für alle PFB-Stoffe und alle nicht zugelassenen Stoffe aufgelistet und mit den Ausschöpfungsanteilen anderer Gebindebestandteile im Rahmen der Bilanzierung für das ganze Gebinde Inhaltsstoffspezifisch aufsummiert.

Enthält die Abfallgebildebeschreibung einen Stoff, der nicht durch die Erlaubnis zur Einlagerung zugelassen ist, so darf bei Überschreitung des Deklarationsschwellenwertes dieses Stoffes das Abfallgebilde nicht zur Einlagerung angenommen werden. Für solche Stoffe ist zunächst ein BSW und DSW abzuleiten, damit überhaupt eine Überschreitung des DSW festgestellt werden kann.

Besteht ein nicht einlagerungsfähiger Stoff aus mehreren Bestandteilen, von denen einige bilanzierungspflichtig sind und liegt der nicht einlagerungsfähige Stoff in einer Menge unterhalb seiner Deklarationsschwelle vor, so ist die Einlagerung möglich und die bilanzierungspflichtigen Bestandteile werden zusammen mit anderen Stoffen des Gebindes bilanziert (aufsummiert werden die Ausschöpfungsanteile für jeden einzelnen Bestandteil über das ganze Gebinde). Das Vorgehen ist in Abbildung 4 dargestellt.

Die Stoffliste enthält u. a. die Anteile der gemäß der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zu deklarierenden Stoffe am angegebenen Stoff oder Gemisch. Die Anteile werden dabei nicht als Massenanteile dargestellt, sondern als Anteile an der Ausschöpfung des Deklarationsschwellenwertes unter Berücksichtigung verschiedener Ausprägungen eines zu deklarierenden Stoffes.

5.3.3 Bilanzierung

Zur Bilanzierung werden für alle Stoffe der Stoffliste die Ausschöpfungsanteile der 94 PFB-Stoffe und der nicht einlagerungsfähigen Stoffe, die Bestandteile des dargestellten Stoffes sind, aufgeführt. Dabei werden Ausschöpfungsanteile von 0 für solche PFB-Stoffe und nicht einlagerungsfähigen Stoffe, die im Stoff enthalten sind, aber aufgrund eines Schwellenwertes > 100% zu keiner Ausschöpfung beitragen, aufgeführt. PFB-Stoffe und nicht einlagerungsfähige Stoffe, die in einem Stoff nicht enthalten sind, werden dagegen nicht aufgeführt. Für jeden betrachteten Stoff sind folgende Daten relevant:

- Code und Name des betrachteten Stoffes,
- Namen der zu bilanzierenden PFB-Stoffe, die Bestandteile des betrachteten Stoffes sind,
- Ausschöpfungsanteile der PFB-Stoffe für Neuabfälle und

- Ausschöpfungsanteile der PFB-Stoffe für Altabfälle.

Die Anzahl der Einträge zum gleichen Stoff entspricht der Anzahl der enthaltenen PFB-Stoffe und nicht einlagerungsfähigen Stoffe. Ist ein PFB- oder nicht einlagerungsfähiger Stoff in mehreren Ausprägungen enthalten, so gibt die Stoffliste die Summe der Ausschöpfungsanteile dieser Ausprägungen an, die verschiedenen Ausprägungen sind aus der Zusammensetzung ersichtlich (z. B. enthält ein Stoff Natriumchlorid und Natriumhydroxid, so wird seine Zusammensetzung in x% NaCl und y% NaOH in der Stoffliste geführt. Beide Stoffe (NaCl und NaOH) sind in der Stoffliste enthalten und weisen eigene DSW aus, die in die Berechnung des Ausschöpfungsanteils für Natrium eingehen). Ausgewertet wird für jeden Stoff der Stoffliste (Index i), zu welchem Anteil die Deklarationsschwellenwerte der enthaltenen PFB-Stoffe bzw. nicht einlagerungsfähigen Stoffe (Index j) durch die Summe ihrer jeweiligen Ausprägungen (Verbindungen) (Index k) ausgeschöpft werden. Für den prozentualen Anteil des PFB-Stoffes j am Stoff i der Stoffliste mit der Ausprägung k gilt:

$$p_{i,j,k} = \frac{m_{i,j,k}}{m_i} \cdot 100\% \quad (1)$$

mit

$p_{i,j,k}$: Anteil des PFB-Stoffs j am Stoff i mit der Ausprägung k in %

m_i : Masse des Stoffs i im Abfallgebinde

$m_{i,j,k}$: Masse des PFB-Stoffs j im Stoff i mit der Ausprägung k

Die Ausschöpfung des $DSW_{j,k}$ mit der Ausprägung k durch einen Stoff i der Stoffliste ist wie folgt definiert:

$$a_{gesamt\ i,j,k} = \frac{m_{i,j,k}/m_{gesamt}}{DSW_{j,k}} \cdot 100\% \quad (2)$$

mit

$a_{gesamt\ i,j,k}$: Ausschöpfungsanteil (absolut) des PFB-Stoffes j mit der Ausprägung k durch Stoff i bezogen auf die Bruttogebindemasse (m_{gesamt}) bei $DSW_{j,k} < 100\%$ (Für $DSW_{j,k} \geq 100\%$ ist $a_{i,j,k} = 0$)

$DSW_{j,k}$: Deklarationsschwellenwert des PFB-Stoffs j in der Ausprägung k

Da zum Zeitpunkt der Ermittlung der Ausschöpfungsanteile, bei Aufnahme eines Stoffes in die Stoffliste, die Bruttomasse eines Abfallgebundes unbekannt ist, wird die Ausschöpfung auf den Stoff i bezogen:

$$a_{Stoff\ i,j,k} = \frac{m_{i,j,k}/m_i}{DSW_{j,k}} \cdot 100\% = \frac{p_{i,j,k}}{DSW_{j,k}} \quad (3)$$

für $DSW_{j,k} < 100\%$. Bei $DSW_{j,k} \geq 100\%$ wird $a_{i,j} = 0$.

Zur Erfassung und Bilanzierung eines PFB-Stoffs ist die Summe der zu diesem PFB-Stoff gehörenden Anteile an der Ausschöpfung der Deklarationsschwellenwerte S_j für alle Abfallgebindebestandteile bezogen auf die Bruttogebindemasse relevant:

$$S_j = \sum_i \sum_k a_{gesamt\ i,j,k} = \sum_i \sum_k \frac{m_i}{m_{gesamt}} \cdot a_{Stoff\ i,j,k} \quad (4)$$

Ist $S_j > 1$, ist die Masse m_j für alle Stoffe i im Abfallgebinde in allen schädlichen Ausprägungen ($DSW < 100\%$) zu bilanzieren.

$$m_j = \sum_i (m_i \cdot \sum_k a_{Stoff\ i,j,k} \cdot DSW_{j,k}) / 100\% \quad (5)$$

Die Erfassung und Bilanzierung schädlicher Stoffe in einem Abfallgebinde wird in folgendem Ablaufschema dargestellt. Die Abbildung zeigt sowohl den Fall einlagerungsfähiger als auch den Fall nicht einlagerungsfähiger Stoffe.

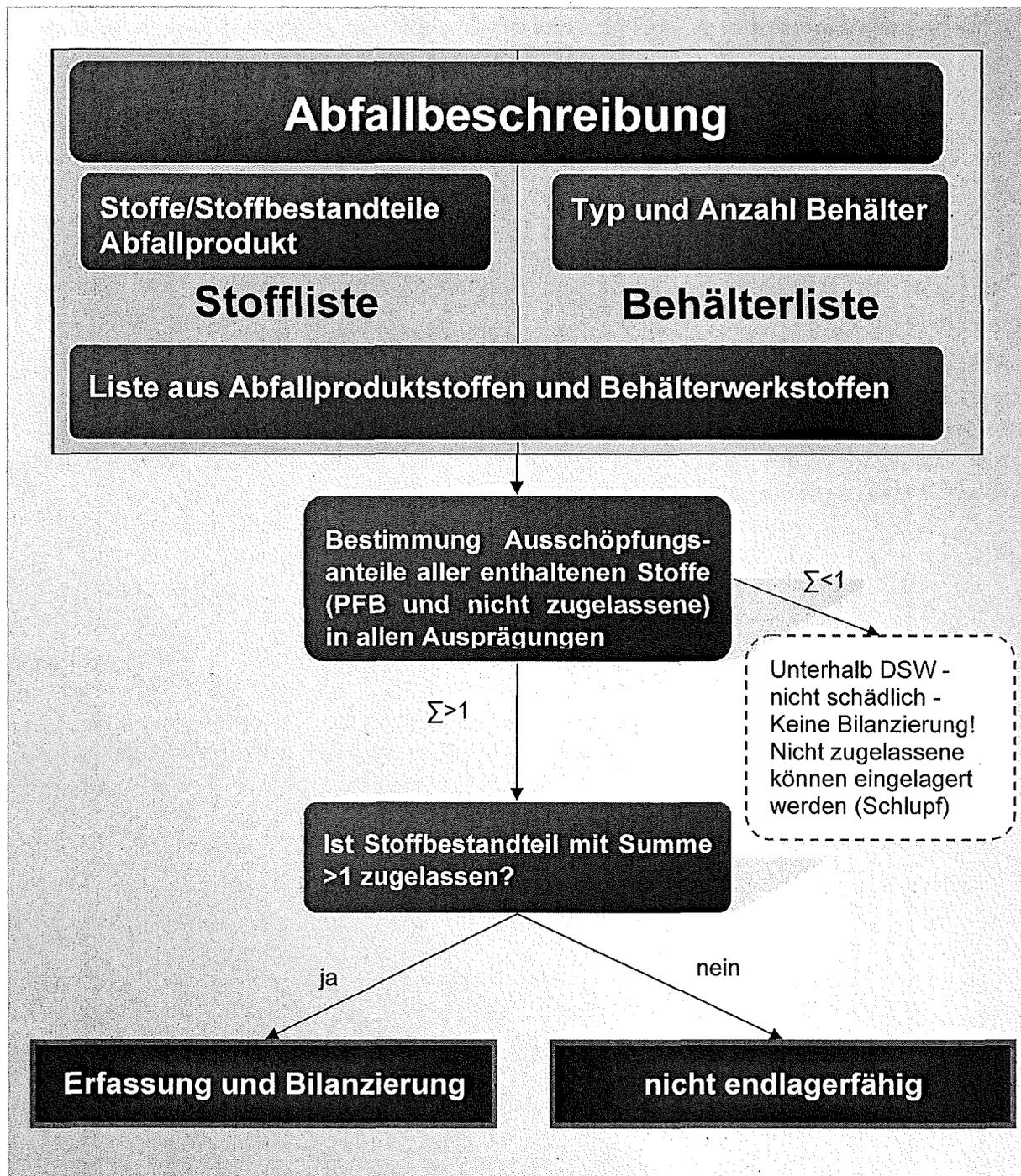


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Bilanzierung schädlicher Stoffe

Die Abfallbeschreibung des Abfallverursachers setzt sich zusammen aus einer Auflistung der Stoffe des Abfallproduktes und einer Auflistung der Innenbehälter, der Abfallverpackung sowie von Behältereinbauten. Mit den Angaben der Behälterliste werden die Behälterangaben durch das BfS in eine Liste von Behälterwerkstoffen überführt, die mit den Stoffen des Abfallproduktes zusammengeführt werden.

Für alle enthaltenen Stoffe werden für jeden enthaltenen Stoff (PFB-Stoffe und solche, die nicht im PFB enthalten sind, auf Basis der Grundwasserverordnung aber als schädlich angesehen werden müssen und daher nicht eingelagert werden dürfen) die Ausschöpfungsanteile aller vorkommenden Ausprägungen summiert. Ist die Summe > 1 , werden die Massen der jeweiligen PFB-Stoffe gemäß Gleichung (4) erfasst und bilanziert. Enthält ein Gebinde Stoffe, die nicht zugelassen sind, mit einer Summe der Ausschöpfungen ihrer Ausprägungen größer 1, so dürfen diese Gebinde nicht eingelagert werden. Für Inhaltsstoffe mit einer Summe der Ausschöpfung aller Ausprägungen < 1 gilt, wenn sie zugelassen sind ebenso wie wenn sie nicht zugelassen sind, dass eine Einlagerung erfolgen kann und nicht bilanziert werden muss.

Für die nicht erfassten PFB-Stoffe und eingelagerten nicht zugelassenen Stoffe wurde in einem rechnerischen Nachweis (siehe Abschnitt 6) belegt, dass diese Stoffe nicht zu einer nachteiligen Veränderung des oberflächennahen Grundwassers führen. Das bedeutet gemäß Festlegung in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis, dass diese Stoffe als *Spurenverunreinigung* anzusehen sind.

6 NACHWEIS DES AUSSCHLUSSES EINER SCHÄDLICHEN VERÄNDERUNG DES GRUNDWASSERS

Mit dem rechnerischen Nachweis wird gezeigt, dass durch die gemäß der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis nicht zu erfassenden und nicht zu bilanzierenden Spurenverunreinigungen (*Schlupf*) in Zusammenwirkung mit den zulässigen Massen der PFB-Stoffe keine nachteilige Veränderung des oberflächennahen Grundwassers zu besorgen ist. Diese Überprüfung ist sowohl für die 94 PFB-Stoffe und alle relevanten Stoffe durchzuführen, die zu den dort genannten Gruppen zählen, als auch für solche Stoffe, die als Spurenverunreinigungen vorkommen könnten. Letztere Gruppe ergibt sich durch Vergleich der in den Listen 1 und 2 der Grundwasserverordnung genannten Stoffe mit den in Anhang 4 des PFB zugelassenen Stoffen. Solche Materialien, die unter die Grundwasserverordnung fallen, durch den PFB aber nicht zugelassen sind, dürfen nur als Spurenverunreinigungen ins Endlager gelangen (es sei denn, die Aufnahme derartiger Materialien wird beantragt).

Der hier beschriebene Nachweis ist bei Aufnahme weiterer Stoffe in die Stoffliste, bei Abweichung der real anfallenden Abfälle von den im Rahmen des Nachweises angenommenen Randbedingungen (Häufigkeiten, Abfallzusammensetzung) oder Überschreitung eines Altabfallanteils von 5%, erneut dem NLWKN vorzulegen, gegebenenfalls sind die Schwellenwerte entsprechend anzupassen. Bis zu 5% Altabfälle sind durch den hier beschriebenen Nachweis aufgrund der systemeigenen Konservativitäten abgedeckt (siehe Abschnitt 6.4). Darüberhinaus wird in Abschnitt 6.4 beschrieben, wie die Schwellenwerte an den Anteil Altabfälle angepasst werden. Die Überwachung des Altabfallanteils wird in Abschnitt 7 dargestellt.

Bei den 94 PFB-Stoffen handelt es sich um

- eindeutig definierte Verbindungen (z. B. Tributylphosphat, Na₂-Oxalat, Kaliumpyrophosphat etc.) oder um
- Stoffgruppen wie halogenierte Naphthaline, Nitrate, Eisenverbindungen etc.

Die PFB-Stoffe, die keine eindeutige Verbindung darstellen, sind chemisch und bzgl. ihrer wassergefährdenden Eigenschaften unbestimmt. Aus diesem Grunde sind in einem ersten Schritt in die Stoffliste repräsentative, definierte Verbindungen aufgenommen worden, die den jeweiligen Verbindungsgruppen konkrete Eigenschaften geben. Diese Stoffe werden bei der ersten Erstellung des rechnerischen Nachweises berücksichtigt. Alle diese Stoffe sind mit ihren für die Rechnung relevanten Eigenschaften (Löslichkeit, Deklarations- und Beschreibungsschwellenwerte, Häufigkeit im endzulagernden Abfall, Zusammensetzung, Anteil der chemischen Ausprägung) in der Stoffliste enthalten.

Zunächst werden alle Stoffe anhand ihrer Zusammensetzung so gruppiert, dass jeder im Rahmen einer Gefährdung des oberflächennahen Grundwassers zu betrachtende Stoff mit grundwasserrelevanten Parametern einzeln betrachtet werden kann.

Das Kriterium für das Vorliegen einer schädlichen Veränderung des oberflächennahen Grundwassers ist eine aus der Einlagerung resultierende Überschreitung einer Grenzkonzentration, die aus dem einschlägigen Regelwerk ermittelt wird (siehe dazu Abschnitt 6.3.5).

Alle zu überprüfenden Stoffe werden den für sie relevanten Grenzkonzentrationen im oberflächennahen Grundwasser zugeordnet. So kann ein Stoff auch in mehreren Berechnungen vertreten sein (z. B. Ammoniumdiuranat bei Grenzkonzentration Uran und bei Grenzkonzentration Ammonium).

Die Ermittlung von DSW erfolgt unter Berücksichtigung folgender Spezialfälle:

- a. Für chemische Verbindungen, bei denen eine Dissoziation als sicher angesehen werden kann, wird keine eigenständige Berechnung durchgeführt. Hier werden die Deklarationsschwellen aus den Bestandteilen der Verbindungen (Ion und Gegenion) anhand einer Gewichtung auf Basis der Stöchiometrie ermittelt, so dass der rechnerische Nachweis für eine Unbedenklichkeit der Deklarationsschwellenwerte der Ionen abdeckend für die dissoziierende Verbindung ist. Dieses Vorgehen und die jeweils berücksichtigte Löslichkeit werden in der Stoffliste entsprechend angemerkt.
- b. Für Vertreter der gleichen Gruppe mit ähnlichen Löslichkeiten und Gefährdungsmerkmalen werden abdeckend diejenigen Verbindungen betrachtet, die über die jeweils höhere Löslichkeit verfügen. Die errechneten Deklarationsschwellenwerte werden dann auf die nicht im rechnerischen Nachweis betrachteten Stoffe mit geringerer oder gleicher Löslichkeit übertragen und diese Anwendung im Rahmen des Stoffaufnahmeantrags dargelegt. Dieses Vorgehen wird in der Stoffliste entsprechend angemerkt.
- c. Bei Stoffen, die hauptsächlich, jedoch nicht ausschließlich, in einer oder einigen wenigen chemischen Ausprägungen (Formen, Verbindungen) vorkommen, wird der Massenanteil dieser Ausprägung bzw. Ausprägungen an der Gesamtmasse aller Ausprägungen abgeschätzt. Zum Beispiel kommen stoffliche Bestandteile von Werkstoffen zumeist in elementarer Ausprägung vor (z. B. Eisen in Stählen), deren Anteil geschätzt wird. Der Rest deckt sonstige Ausprägungen ab (z. B. Eisenoxid aus der Dekontamination durch Elektropolieren).
- d. Für alle Gruppierungen, für welche die Anteile der chemischen Ausprägungen nicht abgeschätzt werden können, werden die zulässigen maximal einlagerbaren Massen und die im oberflächennahen Grundwasser einzuhaltenden Grenzkonzentrationen nach einer Gleichverteilung auf die Vertreter verteilt. Für Verbindungen, die aufgrund ihrer Unlöslichkeit bereits einen Bruchteil (z. B. ein Zehntel) der Grenzkonzentration einhalten würden, ist dabei dieser Bruchteil der Grenzkonzentration im oberflächennahen Grundwasser heranzuziehen, da diese Verbindungen nicht dorthin in einer größeren Konzentration gelangen können. Dadurch können sich die Teiler für die Gleichverteilungen von maximalen Massen und Grenzkonzentrationen unterscheiden, weil die maximalen Massen nur von den Anteilen der chemischen Ausprägungen abhängen, während die Grenzkonzentrationen zusätzlich von den Löslichkeiten dieser Ausprägungen abhängen.
- e. Für Stoffe, die zwar bekannt, aber durch die Genehmigung nicht zugelassen sind, wird eine entsprechende Berechnung der Deklarationsschwellen (Abgrenzung von Spurenverunreinigungen) durchgeführt.

6.1 Rechenmodell

Bei der Überprüfung wird errechnet, welche Masse eines durch die Gehobenen wasserrechtliche Erlaubnis zugelassenen Stoffes im Endlager maximal eingelagert werden dürfte, ohne dass dessen Lösung im Tiefengrundwasser und der Transport zur Oberfläche im oberflächennahen Grundwasser zu einer Überschreitung der jeweiligen zulässigen Grenzkonzentration führt. Diese somit unbedenklich einlagerbare Masse eines Stoffes wird im Folgenden als *maximale Fracht* ($m_{k\ max}$) bezeichnet.

Von der berechneten maximalen Fracht wird zunächst die zulässige einlagerbare Masse ($m_{k\text{zul}}$) gemäß Anhang 4 PFB für diesen Stoff abgezogen. Die Differenz stellt den *Schlupf* dar. Das ist die Masse, die durch Verwendung von Schwellenwerten ins Endlager gelangt, ohne bilanziert zu werden (Summe der Spurenverunreinigungen). Anschließend wird der Schlupf (max. Fracht – zul. Masse) durch die insgesamt einlagerbare Masse im Endlager geteilt. Dieser Quotient stellt den *maximalen rechnerischen DSW* dar.

Dabei wird von einer Durchschnitts-Dichte von 2 Mg/m^3 über das gesamte eingelagerte Volumen von 303.000 m^3 ausgegangen, so dass sich die insgesamt eingelagerte Masse (m_{ges}) zu 606.000 Mg ergibt.

Das angewendete Modell gemäß PFB weist dabei folgende Konservativitäten auf:

- Wechselwirkungen zwischen den in Lösung befindlichen Stoffen, die in ihrer Gesamtheit zu einer früheren Sättigung führen als in Einzelbetrachtung, werden vernachlässigt
- pH-Wert und Temperatur des Wassers werden vernachlässigt
- auch Stoffe, für die nach aktuellem Regelwerk keinerlei Grenzkonzentrationen vorgegeben werden (z.B. Edelmetalle) werden als schädlich betrachtet und durch eine restriktive Grenzkonzentration für Pflanzenschutzmittel begrenzt
- Passivierungsschichten und Schutz der Abfälle durch die Verpackungen etc. werden vernachlässigt. Das Modell geht von einer gleichmäßigen Durchdringung aller Abfälle und Verpackungen aus.
- Trotz des hohen Alters des vorgefundenen Tiefengrundwassers (weitgehend stagnierend) wird von einer Durchströmung des Endlagers ausgegangen.
- Rückhaltemechanismen des Bodens beim Aufstieg des Wassers werden vernachlässigt
- Mikrobiologischer Abbau der gelösten Stoffe wird vernachlässigt

6.1.1 Maximale Fracht

Bei der Ermittlung der maximalen Fracht wird die Löslichkeit des jeweils betrachteten Stoffes berücksichtigt. Die eingelagerten Stoffe werden in $V_{\text{TG}}=1.000.000 \text{ m}^3$ ($1\text{E}+9 \text{ l}$) des Tiefengrundwassers (TG) gelöst. Der Verdünnungsfaktor ($f = 10.000$) vom Tiefen- zum oberflächennahen Grundwasser kommt gemäß Anhang 4 des PFB zur Anwendung.

Bei der Ermittlung der maximal zulässigen Fracht wird im ersten Schritt geprüft, ob die Löslichkeit (L_k) so gering ist, dass aufgrund dessen eine schädliche Veränderung des oberflächennahen Grundwassers per se ausgeschlossen werden kann. Das bedeutet:

$$GK_k \cdot f \geq L_k \Rightarrow m_{k\text{max}} = \infty \quad (6)$$

mit

GK_k : Grenzkonzentration für Vertreter k im oberflächennahen Grundwasser

Ist diese Bedingung erfüllt, so kann unabhängig von der tatsächlich eingelagerten Masse die Grenzkonzentration im oberflächennahen Grundwasser in keinem Fall überschritten werden.

Dieses Phänomen (Sättigung) beruht darauf, dass nur ein Teil des jeweiligen Stoffes aufgrund seiner geringen Löslichkeit ins Tiefengrundwasser übergeht, so dass nach dem

Transport und der damit einhergehenden Verdünnung der Lösung im oberflächennahen Grundwasser eine Konzentration unterhalb der Grenzkonzentration erreicht wird. Die restliche Menge des Stoffes verbleibt als ungelöstes Material im Endlager und wird nicht aus dem Bereich des Endlagers ausgelesen. Diese Argumentation wird auch im Rahmen der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis bei der Begründung der genehmigten Einlagerungsmengen angewandt.

Diese aus rein sicherheitstechnischen Betrachtungen unbegrenzte Einlagerbarkeit eines Stoffes bedeutet gleichzeitig einen rechnerischen Deklarationsschwellenwert von $> 100\%$, da unlösliche Stoffe das Grundwasser nicht nachteilig verändern können und somit nicht deklarationspflichtig sind.

Bei Nichterfüllen der in Gleichung (6) aufgestellten Bedingung berechnet sich die maximale Fracht eines Stoffes aus der Grenzkonzentration für diesen Stoff und der Menge Wasser, in der er gelöst wird (inklusive Verdünnung) zu:

$$m_{k \max} = GK_k \cdot f \cdot V_{TG} \quad (7)$$

In diesem zweiten Fall geht die ganze Menge des eingelagerten Stoffes komplett in Lösung, da Sättigung bei der gegebenen Menge Tiefengrundwasser nicht erreicht wird. Folglich hängt die maximale Fracht von der Löslichkeit, sofern $L_k > GK_k \cdot f$ gilt, nicht ab (d. h. sofern die Löslichkeit nicht das Produkt der Grenzkonzentration und des Verdünnungsfaktors gemäß Gleichung (6) unterschreitet).

Die in Gleichungen (6) und (7) dargestellte maximale Fracht ergibt sich für Stoffe, die vollständig zur Ausschöpfung einer angegebenen Grenzkonzentration beitragen. In vielen Fällen enthält ein Stoff jedoch mehrere Bestandteile, für die unterschiedliche Grenzkonzentrationen zu beachten sind (beispielsweise Hexacyanoferrate mit einem Cyanid-Anteil von 73,65 % und einem Eisen-Anteil von 26,35 %). Diese Größe (der stöchiometrische Anteil ζ_k des Bestandteils k) geht in die Ermittlung der maximalen Fracht für diesen Stoff ein:

$$\frac{GK_k \cdot f}{\zeta_k} \geq L_k \Rightarrow m_{k \max} = \infty \quad (8)$$

$$m_{k \max} = \frac{GK_k \cdot f \cdot V_{TG}}{\zeta_k} \quad (9)$$

6.1.2 Theoretischer Deklarationsschwellenwert

Aus der maximalen Fracht lässt sich ein *theoretischer Deklarationsschwellenwert* (DSW_{th}) errechnen, indem der Anteil, den diese Masse abzüglich der gemäß der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis einlagerbaren (Ergebnis ist der Schlupf) am gesamten eingelagerten Material hat, in Prozent errechnet wird:

$$DSW_{th} = \frac{m_{k \max} - m_{k \text{ zul}}}{m_{ges}} \cdot 100\% \quad (10)$$

Die in Gleichung (10) dargestellte Beziehung gilt unter der Annahme, dass in jedem der im Endlager Konrad eingelagerten Gebinde der betrachtete Stoff k tatsächlich enthalten ist.

Bei vielen der zu betrachtenden Stoffe ist dies auszuschließen. In diesen Fällen wird eine Betrachtung angesetzt, die berücksichtigt, dass ein Stoff nur in einem Bruchteil c_k der einzu-

lagernden Gebinde überhaupt enthalten sein wird. Der theoretische Deklarationsschwellenwert unter Annahme einer abgeschätzten Häufigkeit (DSW_{thH}) ergibt sich dann zu:

$$DSW_{thH} = \frac{m_k^{max} - m_k^{zul}}{c_k \cdot m_{ges}} \cdot 100\% \quad (11)$$

Für den Spezialfall nicht einlagerbarer Stoffe ist in den Gleichungen (10) und (11) die max. zulässige Masse jeweils zu Null zu setzen.

6.2 Verteilungen bei Stoffgruppen

Die grundsätzliche Beschreibung der Vorgehensweise gemäß Kap. 6.1 bezieht sich auf Einzelstoffe, für die Löslichkeiten, Zusammensetzungen und Grenzkonzentrationen definiert sind. Bei einer Vielzahl der in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis genannten Stoffe handelt es sich dagegen um Stoffgruppen mit mehreren Vertretern.

Bei der summarischen Nachweisführung aller Gruppenvertreter zusammen werden zusätzlich zu den oben dargestellten Rechenschritten die maximal zulässige Masse der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis (m_k^{zul}) sowie die Grenzkonzentration (GK_k) der Stoffgruppe auf die einzelnen Vertreter aufgeteilt.

In verschiedenen Fällen muss bei der Verteilung berücksichtigt werden, dass die gehobene wasserrechtliche Erlaubnis mehrere Stoffe oder Gruppen namentlich nennt und mit zulässigen Massen belegt, die zusammen zur Ausschöpfung der Grenzkonzentration eines gemeinsamen Bestandteils beitragen (z. B. das NH_4 -Citrat, dessen Masse in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis begrenzt ist, trägt zum Ammoniak bei, dessen Masse ebenfalls in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis begrenzt ist). In solchen Fällen sind mehrere Massenangaben auf mehrere Vertreter zu verteilen. Es gelten folgende Regeln:

- Die nach der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zulässigen Massen für einzelne Stoffe werden ausschließlich diesen Stoffen zugeordnet, d. h. sie werden nicht auf mehrere Vertreter verteilt (z. B. die nach der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zulässige Masse für NH_4 -Citrat). Die zulässige Masse für die Gruppe wird zwischen den restlichen Vertretern aufgeteilt, denen in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis keine eigene zulässige Masse zugewiesen wird.
- Die Verteilung der nach der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zulässigen Massen für Gruppen orientiert sich daran, ob ein Stoff in die entsprechende Gruppe hineingehört oder nicht (siehe dazu auch die Angabe der „Quelle“ in der Stoffliste). Das heißt, dass in einer Gruppe mehrere Gleichverteilungen verschiedener Massen parallel auftreten können.

Zusammenfassend ergibt sich folgende Beziehung:

$$m_i^{zul} = \frac{m_k^{zul}}{n \cdot \zeta_{i,k}} \quad (12)$$

mit:

m_i^{zul} nach der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zulässige einlagerbare Masse für Vertreter i

n	Anzahl der Vertreter für Stoffgruppe k , denen in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis keine eigene zulässige Masse zugewiesen wird.
$\zeta_{i,k}$	stöchiometrische Anteil des Stoffs i im Stoff k (z. B. der Anteil $\zeta_{i,k} = 15,95\%$ von NH_4 im NH_4 -Citrat)

Durch das Auftreten einiger Verbindungen innerhalb verschiedener Gruppen (z. B. NH_4 -Citrat bei Ammoniak mit $\zeta_{i,k} = 15,95\%$ und bei DOC mit $\zeta_{i,k} = 31,86\%$), werden für diese Verbindungen bei Anwendung der beschriebenen Vorgehensweise nach Gleichung (9) unterschiedliche maximale Frachten erhalten, da sich die nach der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zulässigen Massen ebenso wie die Anzahl der Vertreter und auch der Anteil des jeweiligen Bestandteils an der Verbindung, unterscheiden.

In diesen Fällen wird nach der Ermittlung aller betreffenden maximale Frachten gemäß Gleichung (9) die kleinste für die jeweilige Verbindung ermittelt und diese bei allen zugehörigen Gruppen für diesen Stoff eingesetzt (siehe Ergebnisse der Rechnungen in ISTec-A-1369, Teil II). Die verbleibende maximale Fracht wird nicht auf sonstige Vertreter verteilt, so dass für künftig hinzutretende Stoffe ein Puffer bezüglich der verfügbaren maximalen Fracht erhalten bleibt.

Für die Verteilung der Grenzkonzentration GK_k auf die Vertreter einer Gruppe gilt eine eigenständige Verteilung, da hier unlöslichen Stoffen ein geringerer Anteil an der Grenzkonzentration (als bei einer Gleichverteilung) zugewiesen werden kann. Der verbleibende Teil der Grenzkonzentration wird zwischen den restlichen Vertretern aufgeteilt. Damit ergibt sich die für einen einzelnen Vertreter verfügbare Grenzkonzentration im oberflächennahen Grundwasser GK_k zu

$$GK_{i \text{ unlöslich}} = GK_k \cdot x_{i \text{ unlöslich}}$$

$$GK_{i \text{ löslich}} = GK_k \cdot \frac{1 - \sum(x_{i \text{ unlöslich}})}{m} \quad (13)$$

mit

$x_{i \text{ unlöslich}}$	den unlöslichen Stoffen der Gruppe zugewiesenen Anteile von GK_k
$x_{i \text{ löslich}}$	den löslichen Stoffen der Gruppe zugewiesenen Anteile von GK_k
m :	Anzahl der löslichen Stoffe innerhalb der Gruppe

Die maximale Fracht des Vertreters i an der Stoffgruppe k berechnet sich nach Gleichung (9) mit den anteiligen Grenzkonzentrationen GK_i nach Gleichung (13) und den anteiligen zulässigen Massen $m_{i \text{ zul}}$ nach Gleichung (12). Ergebnis sind für jeden Vertreter der Gruppe abgeleitete Deklarationsschwellenwerte nach Gleichung (11).

6.2.1 Häufig vorkommende chemische Ausprägungen

Einige Stoffe kommen hauptsächlich in einer chemischen Ausprägung (Form, Verbindung) oder in einigen wenigen chemischen Ausprägungen vor. Zum Beispiel kommen stoffliche Bestandteile von Werkstoffen zumeist in elementarer Ausprägung vor (z. B. Eisen in Stählen) oder der festgelegte Gültigkeitsbereich für ein Ion (z. B. Fluorid-Anion) schließt die meisten gängigen Salze dieses Ions ein. Dieselben Stoffe können jedoch auch in anderen Ausprä-

gungen vorkommen (z. B. Eisen im Eisenoxid aus der Dekontamination durch Elektropolieren oder Fluorid-Anion in Hexafluorosilicaten, Tetrafluoroboraten usw.). Hierzu wird der Massenanteil ($p_{0 \text{ Verb}}$) der dominierenden Ausprägung an der Gesamtmasse aller Ausprägungen abgeschätzt. Der verbleibende Anteil ($1 - p_{0 \text{ Verb}}$) wird auf die sonstigen Ausprägungen aufgeteilt:

$$p_{i \text{ Verb}} = \frac{1 - p_{0 \text{ Verb}}}{j} \quad (14)$$

mit

$p_{i \text{ Verb}}$: Anteil der sonstigen Ausprägungen an der zulässigen Masse des Stoffs in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis

j : Anzahl der sonstigen Ausprägungen

Mit dem Anteil der Ausprägung wird die nach der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zulässige Masse gewichtet:

$$m_{i \text{ zul}} = p_{i \text{ Verb}} \cdot \frac{m_{k \text{ zul}}}{\zeta_{i,k}} \quad \text{mit } i = 0, 1, \dots \quad (15)$$

Gleichung (16) ersetzt Gleichung (12). Liegen keine sonstigen Ausprägungen vor, wird die verbleibende zulässige Masse nicht verteilt, so dass für künftig hinzutretende Stoffe ein Puffer bezüglich der verfügbaren Massen nach der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis erhalten bleibt.

Die Anteile der Grenzkonzentration werden über geometrische Mittelwertbildung gewichtet:

$$y_i = \frac{\sqrt{p_{i \text{ Verb}} \cdot x_i}}{\sum \sqrt{p_{i \text{ Verb}} \cdot x_i}} \quad (16)$$

Die gewichteten Anteile y_i gehen in Gleichung (13) anstelle der ungewichteten Anteile x_i ein.

6.3 Eingangsgrößen der Rechnung

Die in Abschnitt 6.1 und 6.2 beschriebene Vorgehensweise benötigt als Eingangsgrößen für den rechnerischen Nachweis die zulässigen Massen der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis, Löslichkeiten der Stoffe, eine Abschätzung der Häufigkeit des Auftretens der Stoffe im Abfall, eine Abschätzung des Massenteils der etwaig häufig vorkommenden chemischen Ausprägung, die den unlöslichen Stoffen zugewiesenen Anteile der Grenzkonzentration (GK) sowie eine Aufteilung der GK und der nach der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zulässigen Masse auf die Vertreter der Gruppe.

Die Herleitung der Eingangsgrößen wird im Folgenden erläutert.

6.3.1 Zulässige Massen der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis

Außer bei Uran und Thorium werden alle zulässigen Massen unmittelbar der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis /3/ entnommen. Bei Uran und Thorium sind zusätzlich die zulässigen Massen der erlaubten radioaktiven Isotope zu berücksichtigen. Die Summe der in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis /3/ genannten Massen für die radioaktiven Stoffe

fe und die schädlichen nicht radioaktiven Stoffe ergibt zulässige Massen von 1,78E08 g Uran und 1,35E08 g Thorium.

6.3.2 Löslichkeiten

Gemäß Gleichung (6) dienen die Löslichkeiten lediglich als Entscheidungsgrundlage, ob bei dem in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis vorgegebenen Verdünnungsfaktor ($f = 10.000$) die zulässigen Grenzkonzentrationen für die jeweiligen Stoffe im oberflächennahen Grundwasser eingehalten werden oder nicht, denn von der Löslichkeit hängt ab, ob im rechnerischen Nachweis ein DSW von größer oder kleiner 100 % resultiert. Werden sie eingehalten, wird der DSW auf 101 % gesetzt. Anderenfalls muss der DSW berechnet werden, wobei die Löslichkeit nicht in die Rechnung eingeht, siehe Gleichung (7). Folglich sind bezüglich der Angabe von Löslichkeiten in der Stoffliste prinzipiell drei Fälle zu unterscheiden:

1. Die Löslichkeit des Stoffes ist bekannt und belegbar

Für die Löslichkeit eines einzelnen Stoffs (z. B. $\text{Na}_2\text{-Oxalat}$) liegt eine belastbare quantitative Literaturangabe vor, die in der Stoffliste (und damit im rechnerischen Nachweis) übernommen wird.

2. Die Löslichkeit ist $> \text{GK} \cdot f$, aber quantitativ unbekannt

Bei einer Stoffgruppe (z. B. anorganische Sulfate) sind Vertreter mit Löslichkeiten, welche die zulässigen Grenzkonzentrationen multipliziert mit dem Verdünnungsfaktor überschreiten, nicht auszuschließen. Eine quantitative Angabe der abdeckenden Löslichkeit ist in dem Fall nicht möglich aber auch nicht erforderlich, da der Wert der Löslichkeit nicht in die Berechnung des DSW eingeht. Analog gilt dies für einen einzelnen gut löslichen Stoff, für dessen Löslichkeit allerdings keine belastbare quantitative Literaturangabe vorliegt, so dass abdeckend (d. h. konservativ) von einer Überschreitung der zulässigen GK ausgegangen werden muss. Solche Fälle werden in der Stoffliste mit „ $> \text{GK}$ “ (anstelle der Löslichkeit) dokumentiert.

3. Die Löslichkeit ist $< \text{GK} \cdot f$, aber quantitativ unbekannt

Für einen Stoff (z. B. Asbest) liegt lediglich eine qualitative, jedoch belastbare Literaturangabe vor (Stoff ist „unlöslich“), die belegt, dass von einer Einhaltung der GK ausgegangen werden kann. Dies wird in der Stoffliste mit dem Eintrag „ $< \text{gk}$ “ dokumentiert werden. Die Kleinbuchstaben betonen den Unterschied zu „ $> \text{GK}$ “. Analog gilt dies für unlösliche Stoffe, die allerdings mit Wasser reagieren könnten (z. B. elementares Kupfer oder Eisen). Die Einhaltung der zulässigen GK ist bei solchen Stoffen über ihr elektrochemisches Potential oder die Unlöslichkeit ihrer Folgeprodukte nachzuweisen /12/.

Als Quellen zur Ermittlung von Löslichkeiten wurden die Römpp CD von 2006 /13/, die GESTIS-Datenbank der Berufsgenossenschaften /14/, das CRC-Handbook /15/ und Sicherheitsdatenblätter von Herstellern sowie in Einzelfällen andere Informationen herangezogen.

In einem ersten Schritt wurden Angaben der Römpp CD verwendet. Die Einträge dieses Nachschlagewerkes enthalten allerdings nur in einigen Fällen quantitative Angaben zu Löslichkeiten, häufiger qualitative und teilweise auch gar keine Angaben.

Im zweiten Schritt wurden daher Sicherheitsdatenblätter, die GESTIS-Datenbank und das CRC-Handbook ausgewertet. Hier finden sich eine Vielzahl von quantitativen Angaben, teilweise qualitative und in wenigen Fällen auch gar keine. Bei Vorliegen von quantitativen oder

qualitativen Angaben wurden diese jeweils mit den Daten aus der Römpp CD verglichen (falls vorhanden). Bei offensichtlichen Widersprüchen erhielt eine quantitative Angabe Vorrang vor einer qualitativen, bzw. wurde durch Heranziehen einer dritten Angabe aus einer anderen Quelle versucht, eine „Mehrheit“ bezüglich der abweichenden Angaben zu ermitteln. In solchen Fällen, bei denen gar keine quantitativen Angaben zu finden waren, wurden qualitative in quantitative Angaben „umgerechnet“. Grundlage für die Übersetzung waren die Angaben der Gesellschaft für Dermopharmazie /16/.

Tabelle 6.1: Zuordnung zwischen qualitativen Löslichkeitsangaben und Löslichkeitswerten nach /16/

Bezeichnung	Angabe gemäß /16/	Löslichkeit in Stoffliste [g/l]
Sehr leicht löslich	1 g in weniger als 1 ml	10.000
Leicht löslich	1g in 1 bis 10 ml	1.000
Löslich	1g in über 10 bis 30 ml	100
Wenig löslich	1g in über 30 bis 100 ml	33
Schwer löslich	1g in über 100 bis 1000 ml	10
Sehr schwer löslich	1g in über 1000 bis 10000 ml	1
Praktisch unlöslich	1g in mehr als 10000 ml	0,1

Die Werte in Spalte drei wurden jeweils als Obergrenze der genannten Bereiche festgesetzt. Teilweise wurden auch von den Verursachern Daten zu Löslichkeiten oder abfallrelevanten Vertretern einer Stoffgruppe erfragt.

Basierend auf dem in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis beschriebenen Modell wurden alle Löslichkeiten der betrachteten Stoffe in Wasser für 20°C betrachtet, da dies der häufigste zitierte Wert ist und somit eine Einheitlichkeit bei Betrachtung aller Stoffe besteht. Die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeiten (z. B. das CRC-Handbook gibt Löslichkeiten überwiegend für 25°C an) und der Einfluss des pH-Wertes wurden für die der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zugrundeliegenden Berechnungen vernachlässigt, was im Einklang mit der modellmäßigen Vorgehensweise aus der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis steht.

6.3.3 Häufigkeiten der Stoffe im Abfall

Da bislang für das Auftreten von Stoffen in Abfällen keine belastbaren Angaben der Abfallverursacher zur Verfügung standen, mussten die Häufigkeiten, mit denen die Stoffe in den Abfällen auftreten, modellmäßig geschätzt werden. Diese Häufigkeiten werden den Stoffen

der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zugeordnet. Für solche Verbindungen die im Rahmen mehrerer Betrachtungen zu unterschiedlichen Grenzkonzentrationen auftraten, wurde in allen Betrachtungen derselbe Wert verwendet. Die abgeschätzten Abfallanteile bezogen auf die Stoffe der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis werden in der Zusammenfassung in ISTec-A-1369, Teil II wiedergegeben. Das tatsächliche Auftreten der Stoffe im Abfall ist durch das BfS zu überwachen (siehe Abschnitt 7).

6.3.4 Abschätzung des Anteils einer häufig vorkommenden chemischen Ausprägung

Bei Stoffen, die hauptsächlich in einer oder einigen wenigen chemischen Ausprägungen vorkommen, wird der Massenanteil dieser Ausprägung bzw. Ausprägungen an der Gesamtmasse aller Ausprägungen modellmäßig abgeschätzt. Bei den Metallen, die hauptsächlich als Werkstoff in Form von z. B. Stählen, als Abschirmungsmaterial oder als Leitermaterial in Kabeln vorkommen, wird der metallische Anteil zu 99 % abgeschätzt. Bei Quecksilber, Uran und Thorium wird ein geringerer Anteil angenommen. Der Anteil von Ionen, die dem jeweiligen Gültigkeitsbereich entsprechen, wird mit 99 % angesetzt, sofern deren am häufigsten vorkommende Salze nicht in der Stoffliste aufgeführt sind. Ansonsten wird der Anteil des Ions in sonstigen, in der Stoffliste nicht aufgeführten Salzen entsprechend geringer abgeschätzt. Bei einigen Ionen ist eine Abschätzung anhand des vorliegenden Kenntnisstands der Abfälle nicht möglich und muss zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Bis dann wird von einer Gleichverteilung gem. Kap. 6.2 ausgegangen.

Diese Anteile der häufig vorkommenden chemischen Ausprägungen werden in der Zusammenfassung in ISTec-A-1369, Teil II angegeben.

6.3.5 Grenzkonzentration

Die Bezeichnung Grenzkonzentration steht hier als vereinheitlichendes Synonym für die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung /17; 18/, die Geringfügigkeitsschwellen der LAWA /19; 20/ und die Anforderungen des DVGW-Regelwerks /21/. Eine Übersicht gibt Tabelle 6.2:

Tabelle 6.2: Quellen für Grenzkonzentrationen

Nr.	Kurzbezeichnung	Titel	Zitat
1	TVO 2001	Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung (2001)	/17/
2	TVO 1990	Trinkwasserverordnung (TrwV) vom 05.12.1990	/18/
3	LAWA 2004	Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser	/20/

Nr.	Kurzbezeichnung	Titel	Zitat
4	LAWA 1996	Aktualisierte Prüfwerte der Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden (unveröffentlichter Entwurf 1996)	/19/
5	DVGW	Eignung von Fließgewässern für die Trinkwasserversorgung (1996)	/21/

Bei der Nutzung der Quellen gelten folgende Prioritäten:

Oberste Prioritäten haben Verordnungen als Teil des gesetzlichen Regelwerks. Dann folgen die Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser als Empfehlungen einer öffentlich-rechtlichen Körperschaft. Unterste Priorität haben die Empfehlungen der Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V. als Empfehlungen einer wirtschaftlichen Vereinigung. Dabei haben aktuelle Fassungen Vorrang vor älteren. Damit gilt die in Tabelle 6.2 durch die Nummern der ersten Spalte gegebene Reihenfolge.

6.4 Ergebnisse des Rechnerischen Nachweises

Als Ergebnis des Rechnerischen Nachweises werden die Beschreibungs- und Deklarations-schwellenwerte für die Stoffe der Stoffliste ermittelt.

6.4.1 Deklarationsschwellenwerte

Bei den über den rechnerischen Nachweis theoretisch ermittelten DSW_{th} wird nicht berücksichtigt, dass die DSW für Neu- und Altabfälle unterschiedlich sind, sofern die $DSW_{th} < 100\%$ sind. Für Altabfälle mit einem $DSW_{th} < 1\%$ liegt gemäß /8/ der BSW für Altabfälle und damit der DSW immer um einen Faktor 5 über den entsprechenden Schwellenwerten für Neuabfällen, bei Altabfällen mit einem $DSW_{th} \geq 1\%$ und $< 5\%$ um einen Faktor zwischen 1 und 5.

Aus diesem Grunde wird unter der Voraussetzung, dass alle Abfälle, in denen der betrachtete Stoff vorkommen kann, den DSW_{th} ausschöpfen, der zulässige Schlupf des betrachteten Stoffes überschritten. Obwohl durch die oben beschriebenen Modell-Konservativitäten diese theoretische Überschreitung bei einem Altabfallanteil von bis zu 5% am Gesamtabfallaufkommen voraussichtlich abgedeckt ist, werden für einen sicheren Ausschluss einer nachteiligen Veränderung des oberflächennahen Grundwassers die DSW_{th} um das Maß der Überschreitung ($M_{Überschreitung}$) reduziert. $M_{Überschreitung}$ berechnet sich wie folgt:

$$M_{Überschreitung} = 5 \times A + (1 - A) \quad (17)$$

Mit

A: Anteil Altabfälle (absolut)

Mit einem Altabfallanteil von 5 % ergibt sich für $M_{\text{Überschreitung}}$ ein Wert von 1,2.

Damit ergibt sich folgender Wert für den abgesenkten theoretischen Deklarationsschwellenwert (DSW_{tha}) aus dem theoretischen, unter Abschätzung der Häufigkeit abgeleiteten Deklarationsschwellenwert (DSW_{thH}), siehe Gleichung 11:

$$DSW_{\text{tha}} = \frac{DSW_{\text{thH}}}{M_{\text{Überschreitung}}} = \frac{DSW_{\text{thH}}}{1,2} \quad (18)$$

Als Deklarationsschwellenwert in der Stoffliste für Neuabfälle (DSW_{N}) wird DSW_{tha} übernommen.

Der um den Faktor 1,2 abgesenkte theoretische Deklarationsschwellenwert (DSW_{tha}) wird zur leichteren Anwendung anschließend noch gemäß Tabelle 6.3 abgerundet.

Bei einer Überschreitung des angenommenen Altabfallanteils von 5% durch die eingelagerten Abfälle ist der rechnerische Nachweis erneut durchzuführen und der Faktor gegebenenfalls anzupassen.

Tabelle 6.3: Überführung des abgesenkten theoretischen Deklarationsschwellenwertes (DSW_{tha}) in die Deklarationsschwellenwerte der Stoffliste für Neuabfälle (DSW_{N})

Theoretischer Deklarationsschwellenwert	Deklarationsschwellenwert in Stoffliste	Beispiel
$0\% < DSW_{\text{tha}} < 2\%$	DSW_{tha} abgerundet auf eine Nachkommastelle	$DSW_{\text{tha}}=0,89\% \rightarrow DSW_{\text{N}}=0,8\%$
$2\% \leq DSW_{\text{tha}} < 10\%$	DSW_{tha} abgerundet auf eine ganze Zahl	$DSW_{\text{tha}}=4,8\% \rightarrow DSW_{\text{N}}=4\%$
$10\% \leq DSW_{\text{tha}} < 100\%$	DSW_{tha} abgerundet auf Vielfache von 5 %	$DSW_{\text{tha}}=68\% \rightarrow DSW_{\text{N}}=65\%$

Für Altabfälle ergeben sich die in Tabelle 6.4 dargestellten Wertebereiche für Deklarationsschwellenwerte. Dementsprechend errechnen sich für Stoffe mit Deklarationsschwellenwerten kleiner oder gleich 5 % die Ausschöpfungsanteile für Altabfälle mit den entsprechend erhöhten Deklarationsschwellenwerten für Altabfälle zu anderen Werten als denen für Neuabfälle.

Tabelle 6.4: Wertebereiche für Deklarationsschwellenwerte für Altabfälle

Wertebereich Deklarationsschwellenwert Neuabfall (DSW_{N})	Deklarationsschwellenwert Altabfall (DSW_{A})
$0 < DSW_{\text{N}} \leq 1\%$	$DSW_{\text{A}} = 5 \cdot DSW_{\text{N}}$
$1\% \leq DSW_{\text{N}} \leq 5\%$	$DSW_{\text{A}} = 5\%$
$5\% < DSW_{\text{N}}$	$DSW_{\text{A}} = DSW_{\text{N}}$

6.4.1.1 Deklarationsschwellenwert aus Zusammensetzung

Für alle Stoffe, die sich aus den im rechnerischen Nachweis aufgeführten chemischen Verbindungen zusammensetzen, werden die Deklarationsschwellenwerte basierend auf den Ausschöpfungsanteilen dieser Bestandteile berechnet:

$$DSW_M = \frac{1}{\max_{1 < i < n} (a_i)} \cdot 100 \% \quad (19)$$

Dabei gilt:

- DSW_M: Deklarationsschwellenwert des Materials insgesamt
- a_i: Ausschöpfungsanteil des jeweiligen Bestandteils
- i: Index zur Identifizierung des jeweiligen Bestandteils
- n: Anzahl der Bestandteile

Die Ausschöpfungsanteile sind in der Stoffliste eingetragen /8/. Sie sind ein Maß für die Gefährlichkeit eines Stoffes und werden aus dem Massenanteil eines Bestandteils und einer Deklarationsschwelle für diesen Anteil ermittelt. Das beschriebene Verfahren zur Ermittlung von Deklarationsschwellenwerten aus Zusammensetzungen wird außer bei Stoffgemischen und Legierungen auch bei dissoziierenden Verbindungen angewendet, da für diese das Verhalten der Ionen, die freigesetzt werden, maßgeblich für die Bewertung ist.

Der Deklarationsschwellenwert für zusammengesetzte Gemische ist nicht relevant für die in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis geforderte Bilanzierung der PFB-Stoffe. Sie wird benötigt für die Angabe von Beschreibungsschwellenwerte in heterogenen Abfällen, z. B. den Anteil von Bauschutt (als geprüften Stoff in der Stoffliste) im Abfallgebilde. Aus der Angabe der Zusammensetzung eines Stoffes ergeben sich jedoch Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des nicht zu spezifizierenden Restes im Abfallgebilde.

6.4.1.2 Beschreibungsschwellenwerte

Die Herleitung der Beschreibungsschwellenwerte aus den im rechnerischen Nachweis ermittelten Deklarationsschwellenwerten erfolgt basierend auf den in Abschnitt 4.2 dargestellten Zusammenhängen und ist in Tabelle 6.6 aufgezeigt.

Tabelle 6.5: Beschreibungsschwellenwerte für Alt- und Neuabfälle

Wertebereich Deklarationsschwellenwert Neuabfall (DSW _N)	Deklarationsschwellenwert Altabfall (DSW _A)	Beschreibungsschwellenwert Neuabfall (BSW _N)	Beschreibungsschwellenwert Altabfall (BSW _A)
0 < DSW _N ≤ 1 %	5·DSW _N	DSW _N	DSW _A
1 % ≤ DSW _N ≤ 5 %	5 %	1 %	DSW _A
5 % < DSW _N	DSW _N	1 %	5 %

7 VALIDIERUNG VON RECHENPARAMETERN

Die in diesem Bericht beschriebene Vorgehensweise sowie insbesondere der im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Nachweis der Unbedenklichkeit der Deklarationsschwellenwerte und damit auch die Deklarationsschwellenwerte selbst, beruhen auf verschiedenen Abschätzungen bezüglich der Charakteristik der zu erwartenden Abfallgebände. Dies sind insbesondere:

- Anteil von Altabfällen an den eingelagerten Abfallgebänden,
- Häufigkeit des Auftretens von Inhaltsstoffen und deren Ausprägungen (insbesondere die niedrig begrenzten Stoffe der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis) in Abfallgebänden und
- In Abfallgebänden auftretende Vertreter der verschiedenen Stoffgruppen und ihre Massenanteile an der Gesamtmasse aller Vertreter.

Um die Einhaltung des Schutzziels, den Ausschluss einer nachteiligen Veränderung des oberflächennahen Grundwassers durch die Einlagerung, gewähren zu können, sind daher während und vor dem Betrieb des Endlagers Informationen zur tatsächlichen Beschaffenheit der einzulagernden Abfälle durch den Betreiber, das BfS nachzuhalten.

Das heißt, dass neben den Bilanzierungspflichten, die oben beschrieben und in den Nebenbestimmungen 1 und 2 des Anhangs 4 PFB festgelegt sind, weitere Überwachungsaufgaben zu erfüllen sind.

7.1.1 Überwachung des Altabfallanteils

Die in Abschnitt 6 ausführlich dargestellte Vorgehensweise zum rechnerischen Nachweis der Unbedenklichkeit der abgeleiteten Schwellenwerte deckt durch die verschiedenen Konservativitäten (siehe Abschnitt 6.4) einen Altabfallanteil von bis zu 5 % der eingelagerten Masse ab.

Durch den gegenüber Neuabfällen teilweise um den Faktor 5 höher liegenden Deklarationsschwellenwert erhöht sich durch einen höheren Anteil an Altabfall der Schlupf an schädlichen Stoffen im Endlager. Aus diesem Grund muss für alle angemeldeten Abfälle die Masse der gemeldeten Altabfälle ins Verhältnis zur insgesamt gemeldeten Abfallmasse gesetzt werden. Bei Überschreitung der in Betracht gezogenen 5 % an Altabfällen ist der rechnerische Nachweis entsprechend zu modifizieren und erneut dem NLWKN vorzulegen. Gegebenenfalls sind dann entsprechende Anpassungen der Schwellenwerte vorzunehmen.

7.1.2 Häufigkeiten von Abfallbestandteilen

Die Unbedenklichkeit der Deklarationsschwellenwerte, für die in Abschnitt 6 die Vorgehensweise zum rechnerischen Nachweis dargestellt wird, beruht für einige Abfallbestandteile auf der Tatsache, dass deren Vorkommen in einem Großteil der Abfallgebände ausgeschlossen werden kann. Für diese Stoffe wird somit ein Schlupf errechnet, der die Ausschöpfung der Deklarationsschwelle nur in einigen der eingelagerten Abfallgebände voraussetzt. Hierzu wurde eine Häufigkeit des Vorkommens auf Basis der Kenntnis der Abfallströme abge-

schätzt. Die Gültigkeit dieser Schätzung ist durch die Auswertung der gemeldeten Abfälle während und vor der Betriebszeit zu überwachen.

Geeignete Verfahren zur Kontrolle dieser geschätzten Häufigkeiten sind z. B.:

- Die Auswertung von Angaben zu Abfällen, die unterhalb der Beschreibungsschwellenwerte liegen hinsichtlich ihrer Mengen und Ausprägungen,
- Die Auswertung von stofflichen Analysen zu nicht radioaktiven gleichartigen Abfällen,
- Bilanzierungen der Stoffströme des Ablieferungspflichtigen,
- Angaben zum Ausschluss bestimmter Bestandteile in Abfällen durch den Ablieferer,
- Durch das BfS zu veranlassende stoffliche Analysen von Abfallströmen,
- Plausibilitätsbetrachtungen etc.

Ein Konzept zum Vorgehen bezüglich dieser Überwachungsaufgabe wird in einem separaten Bericht basierend auf den Ergebnissen des rechnerischen Nachweises dargestellt.

Im Mittelpunkt eines Konzeptes zur Überwachung der Häufigkeit von Abfallbestandteilen wird die Festlegung einer Untergrenze stehen, unterhalb derer ein Stoff als „nicht enthalten“ angesehen wird.

Bei nennenswerten Abweichungen von den für den rechnerischen Nachweis getroffenen Annahmen bezüglich der Häufigkeit von Bestandteilen in Abfallgebinden ist der rechnerische Nachweis erneut zu erbringen und dem NLWKN vorzulegen. Gegebenenfalls sind Deklarations- und oder Beschreibungsschwellenwerte entsprechend anzupassen.

7.1.3 Vertreter der verschiedenen Stoffgruppen

Der rechnerische Nachweis (Abschnitt 6) umfasst neben den explizit in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis genannten Stoffen auch Vertreter zu den darin begrenzten Stoffgruppen. Die Benennung dieser Vertreter erfolgte auf Basis der allgemeinen Abfallkenntnisse des Antragstellers. Im Rahmen der Anmeldung von Abfällen sind die benannten Vertreter der jeweiligen Gruppe gegebenenfalls per Antrag zur Aufnahme in die Stoffliste nachträglich in den rechnerischen Nachweis aufzunehmen bzw. andere Vertreter, die in realen Abfällen nicht auftreten, aus den Betrachtungen wieder auszuschließen. Die Überwachung der tatsächlich auftretenden Vertreter ist Bestandteil des Stoffantragsverfahrens sowie der Produktkontrolle. Bei relevanten Korrekturen des Stoffumfangs ist der rechnerische Nachweis erneut zu erbringen und dem NLWKN vorzulegen. Gegebenenfalls müssen Beschreibungs- und Deklarationsschwellenwerte entsprechend angepasst werden.

Auch hier wird wie unter Abschnitt 7.1.2 bereits erwähnt, die Festlegung einer Untergrenze, ab welcher ein Stoff zu betrachten ist, die zentrale Frage des Konzepts sein.

8 LITERATURVERZEICHNIS

/1/ Bundesregierung:

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 - GrwV). In: Bundesgesetzblatt , S. 542.

/2/ [REDACTED]

Prüfung und Bewertung einer möglichen Verschmutzung des Grundwassers durch bestimmte gefährliche Stoffe (EU 509), ET-IB-94-Rev-3, BfS, Salzgitter, März 1998.

/3/ Niedersächsisches Umweltministerium:

Gehobene wasserrechtliche Erlaubnis zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen im Endlager Konrad. In: Umweltministerium, N.: Planfeststellungsbeschluss Konrad, Hannover , 2002, S. Anhang 4-1

/4/ Niedersächsisches Umweltministerium:

Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerkes Konrad in Salzgitter als Anlage zur Endlagerung fester oder verfestigter radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, 2002.

/5/ 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 (GrwV).

/6/ Umweltministerium, N.:

Niedersächsisches Wassergesetz. In: Niedersächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt, Ausgabe 23/2007 , Hannover, S. 345 ff.

/7/ [REDACTED]

Umsetzung der das Wasserrecht betreffenden Nebenbestimmungen des PFB Konrad - Behälterliste, Institut für Sicherheitstechnologie (ISTec) GmbH, ISTec-A-1373, Köln, September 2010.

/8/ [REDACTED]

Umsetzung der das Wasserrecht betreffenden Nebenbestimmungen des PFB Konrad Stoffliste, Institut für Sicherheitstechnologie (ISTec) GmbH, ISTec-A-1375, Köln, September 2010.

/9/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV).

/10/ Bundesamt für Strahlenschutz:

Produktkontrolle Radioaktiver Abfälle Schachanlage Konrad SE-IB-30/08-REV-1 (Entwurf), Bundesamt für Strahlenschutz, SE-IB-30/08-REV-1, Salzgitter, Oktober 2009.

/11/ Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union:

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006. In: Amtsblatt der Europäischen Union, Ausgabe L 353/1 vom 31.12.2008, zuletzt geändert durch VO 790/2009 vom 05.09.2009/16. Dezember 2008 , Brüssel

/12/ TÜV Nord EnSYS GmbH:

Freigabe Stoffliste - Endfassung (Excel-Datei), 05.11.2009.

/13/ Frunder, D. B. & Kast, D. T.:

Römpf CD 2006 (CD-ROM), Georg Thieme Verlag KG, 2006.

/14/ Smola, T. D. et al.:

GESTIS-Stoffdatenbank (<http://www.dguv.de/bgia/de/gestis/stoffdb/index.jsp#>).

/15/ Lide, D. R. (Hrsg.):

CRC Handbook of Chemistry and Physics, CRC Press/Taylor and Francis, Boca Raton, FL, USA, 90th Edition (CD-ROM Version 2010).

/16/ Gesellschaft für Dermopharmazie (GD):

GD-Online: Empfehlung der GD: Wirkstoffdossiers für externe dermatologische Rezepturen (<http://www.gd-online.de/german/fgruppen/magistral/wirkstoffdossiers.htm>) [Stand 4.November.2008].

/17/ Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung. In: Bundesgesetzblatt, Ausgabe Teil 1 Nr. 24/2001 , Bonn

/18/ Trinkwasserverordnung (TrwV) vom 05.12.1990, zuletzt geändert durch VO zur Änderung der Trinkwasserverordnung vom 01.04.1998. In: Bundesgesetzblatt I , S. 699.

/19/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA):

Aktualisierte Prüfwerte der LAWA-Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2. Dezember 1996.

/20/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA):

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Düsseldorf, Dezember 2004.

/21/ DVGW, Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.:

Eignung von Fließgewässern für die Trinkwasserversorgung, 251, T. M.M.W. (Hrsg.);
DVGW Regelwerk, August 1996.

/22/ Bundesregierung:

BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung zuletzt geändert am
31.07.2009. In: Bundesgesetzblatt I, S. 1554.

/23/ ETS:

Endlager Morsleben (ERAM): Inventar chemotoxischer Stoffe in radioaktiven Abfällen,
Bundesamt für Strahlenschutz, Zürich, 22. Dezember 2000.

/24/ 

Umsetzung der das Wasserrecht betreffenden Nebenbestimmungen des PFB Konrad -
Projektbericht, Institut für Sicherheitstechnologie (ISTec) GmbH, ISTec-A-1369, Köln,
September 2010.

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tabelle 1:	Exemplarische Darstellung der Behälterwerkstoffe eines KC IV in der Stoffliste	21
Tabelle 2:	Zuordnung zwischen qualitativen Löslichkeitsangaben und Löslichkeitswerten nach /16/	35
Tabelle 3:	Quellen für Grenzkonzentrationen	36
Tabelle 6.4:	Überführung des abgesenkten theoretischen Deklarationsschwellenwertes (DSW_{tha}) in die Deklarationsschwellenwerte der Stoffliste für Neuabfälle (DSW_N)	38
Tabelle 6.5:	Wertebereiche für Deklarationsschwellenwerte für Altabfälle	38

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1:	Grundkonzept der Qualifizierung und Quantifizierung von Abfallbestandteilen (DB = Datenbank)	13
Abbildung 2:	Grundkonzept der stofflichen Deklaration	14
Abbildung 3:	Beispielhafte Darstellung eines Abfalldatenblattes (Stand Oktober 2009)	20
Abbildung 4:	Schematische Darstellung der Bilanzierung schädlicher Stoffe	25