

## **Stellungnahme zum Entwurf der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV)**

Stand 04. September 2001

Darmstadt, November 2001

Günter Dehoust, Öko-Institut e.V.  
Dr. Hartmut Stahl, Öko-Institut e.V.  
Peter Küppers, Öko-Institut e.V.

**Öko-Institut e.V.**  
Büro Darmstadt  
Elisabethenstr. 55-57  
D-64283 Darmstadt  
Tel.: 06151-8191-0

**Stellungnahme zum Entwurf der Verordnung  
über Deponien und Langzeitlager  
(Deponieverordnung – DepV)  
Stand 04. September 2001**

Günter Dehoust, Dr. Hartmut Stahl und Peter Küppers

Darmstadt, den 09. November 2001



Institut für Angewandte Ökologie • Institute for Applied Ecology • Institut d'écologie appliquée

**Geschäftsstelle  
Freiburg**

Postfach 62 26  
D-79038 Freiburg  
Tel.: 07 61 / 45 29 5-0  
Fax: 07 61 / 45 54-37

**Büro  
Darmstadt**

Elisabethenstr. 55-57  
D-64283 Darmstadt  
Tel.: 0 61 51 / 81 91-0  
Fax: 0 61 51 / 81 91-33

**Büro  
Berlin**

Navalisstr. 10  
D-10115 Berlin  
Tel.: 0 30 / 28 04 86-80  
Fax: 0 30 / 28 04 86-88

## Inhaltsverzeichnis

<b><u>1</u></b>	<b><u>Einleitung</u></b> .....	<b>3</b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>Stellungnahme zu § 8 Annahmekriterien</u></b> .....	<b>4</b>
<u>2.1</u>	<u>Zu § 8 Abs. 3</u> .....	4
<u>2.2</u>	<u>Zu § 8 Abs. 1</u> .....	16
<u>2.3</u>	<u>Zu § 8 Abs. 2</u> .....	17
<u>2.4</u>	<u>Zu § 8 Abs. 4</u> .....	17
<u>2.5</u>	<u>Zu § 8 Abs. 5</u> .....	18
<u>2.6</u>	<u>Zu § 8 Abs. 6</u> .....	18
<b><u>3</u></b>	<b><u>Stellungnahme zu den weiteren Paragraphen</u></b> .....	<b>19</b>
<u>3.1</u>	<u>Zu § 2 Begriffsbestimmungen</u> .....	19
<u>3.1.1</u>	<u>Zu Nr. 3 Behandlung</u> .....	19
<u>3.1.2</u>	<u>Zu Nr. 5 Deponie der Klasse Ia</u> .....	19
<u>3.1.3</u>	<u>Zu Nr. 18 Langzeitlager der Klasse Ia</u> .....	19
<u>3.2</u>	<u>Zu § 3 Deponieerrichtung</u> .....	19
<u>3.3</u>	<u>Zu § 9 Nicht zugelassene Abfälle</u> .....	20
<u>3.3.1</u>	<u>Zu Abs. 1 Nr. 4</u> .....	21
<u>3.3.2</u>	<u>Zu Abs. 1 Nr. 5</u> .....	21
<u>3.4</u>	<u>Zu § 15 Nachsorge</u> .....	22
<u>3.5</u>	<u>Zu § 19 Sicherheitsleistung</u> .....	23
<u>3.6</u>	<u>Zu § 22 Behördliche Entscheidung</u> .....	23
<u>3.7</u>	<u>Zu § 24 Verwertung</u> .....	23
<u>3.7.1</u>	<u>Zu Abs. 1</u> .....	23
<u>3.7.2</u>	<u>Zu Abs. 2</u> .....	24

## 1 Einleitung

Das Öko-Institut begrüßt den Entwurf zu der Deponieverordnung. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Zielrichtung der EU-Abfallrahmenrichtlinie, negative Auswirkungen von Abfällen auf die Umwelt zu verhindern, in dem Entwurf auch verfolgt wird. An einigen Stellen sind die Regelungen sicherlich wirksamer und konsequenter als in der europäischen Vorgabe.

Aus dem Verordnungstext, in Verbindung mit der sehr ausführlichen Begründung ist erkennbar, dass viele der wesentlichsten Probleme die zu negativen Umweltauswirkungen bei der Deponierung von Abfällen führen können, in der Regelung Berücksichtigung finden:

- Die Deponierung von Abfällen auf dafür nicht geeigneten Deponien durch verschiedene Methoden der Umdeklarierung dieser Abfälle (Vermischen, Umwidmung in Abfälle zur Verwertung etc.).
- Zulassung von Abfällen zu Deponieklassen gemäß Eluatwerten nach Verfestigung und Stabilisierung mit Verfahren, deren langfristige Wirksamkeit nicht nachgewiesen bzw. nachweisbar ist.
- Verhinderung von umweltgerechten und hochwertigen Verwertungsverfahren durch die Zulassung von „billigen“ Ablagerungen ohne Einhaltung der erforderlichen Sicherheitsstandards.

In der Vollzugspraxis zeigt sich aber immer wieder, dass bei der Auslegung von Verordnungstexten im Umweltrecht die Begründungen nicht mehr ausreichend gewürdigt werden. Deshalb haben wir in der vorliegenden Stellungnahme einige Vorschläge zur Klarstellung und Ergänzung im konkreten Verordnungstext erarbeitet, um eine zweifelsfreie Auslegung auch ohne Rückgriff auf die Begründung zu erleichtern. Darüber hinaus werden einige aus fachlicher Sicht erforderlichen Ergänzungen vorgeschlagen. Wir behalten uns vor, die Begründungen zu den Änderungsvorschlägen bei der mündlichen Anhörung am 05. November 2001 in Bonn nachzureichen bzw. zu ergänzen.

Insgesamt soll die Stellungnahme darauf hinwirken, dass durch die Untersagung

- der Vermischung von Abfällen zum Zwecke der Grenzwertunterschreitung,
- der Umwidmung von Haushaltsabfällen und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen in Inertabfälle sowie von besonders überwachungspflichtigen Abfällen in Haushaltsabfälle und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle oder Inertabfälle (eine entsprechende Umwidmung soll auch nach Vorbehandlung untersagt sein),
- der Verwertung von Abfällen auf Deponien, auf denen deren Deponierung nicht zugelassen ist,

- der Deponierung von Abfällen, deren hochwertige Verwertung möglich und vertretbar ist, sowie durch
- die Einforderung von konkreten Vorgaben zur Erbringung von geeigneten Nachweisen für die Langzeitsicherheit von Abfallverfestigung und -stabilisierung unter realen Ablagerungsbedingungen

gewährleistet wird, dass eine Gefährdung der Umwelt durch die Ablagerung von Abfällen vermieden wird.

Aufgrund von zahlreichen Anfragen die aus der Bevölkerung, Umweltverbänden und von Kommunalpolitikern an das Öko-Institut gerichtet wurden, ist zu erkennen, dass insbesondere durch die Deponierung oder „Verwertung“ von giftigen bzw. gefährlichen Abfällen (meist nach Verfestigung oder Stabilisierung) auf dafür nicht geeigneten Deponien der Klassen I und II, zunehmend Umweltbelastungen verursacht werden. Setzt sich dieser Trend so fort, ist bereits heute abzusehen, dass - häufig mit behördlicher Genehmigung - die Altlasten der Zukunft geschaffen werden. Diese Problematik spiegelt sich in dem § 8 „Annahmekriterien“ wider und dort insbesondere in § 8 Abs. 3 in dem die Zulässigkeit für verfestigte und stabilisierte Abfälle geregelt wird. Wegen dieser zentralen Bedeutung für die Schutzziele der Deponierichtlinie und –Verordnung, wird zunächst die Stellungnahme zu § 8 (beginnend mit § 8 Abs. 3) in einem eigenen Kapitel ausgeführt, bevor dann die restlichen Paragraphen behandelt werden.

## **2 Stellungnahme zu § 8 Annahmekriterien**

### **2.1 Zu § 8 Abs. 3**

§ 8 Abs. 3 sollte wie folgt geändert werden:

Abfälle, die einem Behandlungsverfahren im Sinne von § 2 Nr. 3 unterzogen wurden, um sie zu verfestigen oder zu stabilisieren, dürfen nur auf einer Deponie der Klasse abgelagert werden, auf der sie aufgrund ihrer Zuordnungswerte – abgesehen vom Zuordnungswert „Festigkeit“ – auch vor ihrer Behandlung hätten abgelagert werden dürfen.

In Ausnahmefällen dürfen verfestigte und stabilisierte Abfälle auch dann in einer Deponie der Klassen Ia, Ib, II oder III abgelagert werden, wenn maximal zwei Zuordnungswerte für die jeweilige Deponieklasse erst nach der Behandlung eingehalten werden und der Abfallbesitzer dem Deponiebetreiber nach den Vorgaben von Anhang X dieser VO (der noch hinzugefügt werden sollte, um die notwendigen Vorgaben für diesen Nachweis festzulegen) nachweist, dass die Verfestigungs- oder Stabilisierungswirkung unter Ablagerungsbedingungen langfristig sicher eingehalten werden und beim Einbau der verfestigten oder stabilisierten Abfälle eine Beschädigung der technischen Sicherheitsbarrieren der Deponie sicher ausgeschlossen werden kann. Sollte der Abfallbesitzer bzw. Betreiber der Verfestigungsanlage auch der

Betreiber der Deponie sein, ist der Nachweis direkt der Aufsichtsbehörde zu erbringen. Der Nachweis ist im Rahmen des Abfallannahmeverfahrens nach § 10 zu dokumentieren.

## Begründung

**„Deponien haben eine begrenzte Lebensdauer, wenn man sehr lange Zeithorizonte betrachtet.** Kein Stoff ist völlig unlöslich, kein Abfall ist absolut erosionsstabil. Keine obertägige Deponie kann über lange Zeiträume von der Atmosphäre, Hydrosphäre und Pedosphäre und den darin wirksamen natürlichen Kreisläufen isoliert bestehen. Die Haltbarkeit künstlich geschaffener technischer Barrieren ist nicht bekannt, voll funktionsfähig bleiben die technischen Barrieren vielleicht über Jahrzehnte oder wenige Jahrhunderte.“<sup>1</sup> Nimmt man diese in der Fachwelt unumstrittene Erkenntnis ernst, stellt sich die Frage, welche Zeithorizonte für den Nachweis einer langfristigen Wirksamkeit von Verfestigung und Stabilisierung in Verbindung mit einer sicheren, möglichst „umweltneutralen“ Ablagerung zu betrachten sind. Die Autoren der oben zitierten Studie umschreiben diese Spanne mit: Jahrtausende, Jahrzehntausende<sup>2</sup>.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist ein abgesicherter Nachweis über die langfristige Wirksamkeit von Verfestigung und Stabilisierung von Abfällen unter Ablagerungsbedingungen nicht möglich. Die Wirksamkeit von den unterschiedlichen Methoden zur Abfallverfestigung und Stabilisierung ist sehr eingeschränkt und von so vielen Faktoren abhängig, dass häufig schon deren kurzfristiger Erfolg nur für einzelne Schadstoffe festgestellt werden kann. Die Möglichkeiten einer langfristigen Mobilisierung von chemisch und mechanisch immobilisierten Abfällen sind vielfältig. Deshalb muss die Möglichkeit der Umwidmung von Abfällen in Richtung von geringer abgesicherten Deponien durch diese Vorbehandlungsverfahren deutlich eingeschränkt werden. Gerade weil der Nachweis für eine langfristige Wirksamkeit dieser Vorbehandlungsmethoden sehr unsicher ist, müssen die Anforderungen an einen entsprechenden Nachweis sehr hoch sein und unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Randbedingungen im Einzelfall exakt vorgegeben werden.

Um eine nachsorgearme obertägige Deponie zu erreichen, erscheint schon die Zielrichtung von Verfestigungs- und Stabilisierungsmethoden zweifelhaft. Vielmehr erreicht man damit eine Verzögerung der Schadstofffreisetzung in Zeiträume, die deutlich nach der aktiven Nachsorgephase liegen und in denen nicht mehr von der Funktionstüchtigkeit von Sicherheitsbarrieren ausgegangen werden kann. **„Prozesse die zu erhöhten Emissionen führen** und über einen Zeithorizont von mehreren Dekaden bzw. mehreren Generationen ablaufen können, **sollen** beschleunigt und/oder **vorweggenommen**, jedenfalls aber nicht durch technische Maßnahmen

---

<sup>1</sup> Zitiert nach: T. Sabbas, P. Mostbauer, P. Lechner: Deponien – Prozesse und Faktoren jenseits der Nachsorge, Wien, Dezember 1998 (Hervorhebung ist aus dem Original übernommen.)

<sup>2</sup> T. Sabbas, P. Mostbauer, P. Lechner; vgl. Fn 1

verzögert **werden**“ Als weitere Konsequenz kommen die Autoren zu folgendem Schluss: „Weiters wird vorgeschlagen **Abfälle**, die trotz Vorbehandlung noch einen sehr **hohen Schadstoffgehalt** aufweisen, in Zukunft **nicht** in **oberflächennahen** und somit erosionsgefährdeten Bereichen **einzubauen**.“<sup>3</sup>

Die Hauptwirkung von Stabilisierungs- und Verfestigungsverfahren ist die Reduzierung der Durchsickerungsrate des Niederschlagswassers. Zusätzlich wird häufig durch basische Zuschlagstoffe (z.B. Zement, Kalk) die Pufferkapazität der Abfälle erhöht. Eine weitere Wirkung stellt beispielsweise beim Zement die Einbindung von Schadstoffen in die Zementstruktur dar, wodurch über die Pufferwirkung hinaus, die Auswaschung von beispielsweise Schwermetallen zusätzlich erschwert werden soll. Neben den genannten, aus ihrem technischen Einsatz in der Bauwirtschaft bekannten Bindemitteln wie Zement, Kalk und Gips, werden auch Abfälle aus thermischen Prozessen (z.B. Flugaschen und Stäube aus der Kohlefeuerung und MVA) genutzt, die über hydraulische und puzzolanische Effekte Wasser chemisch binden können.

Bei Untersuchungen und Versuchen zur Deponierung von verfestigten und stabilisierten Abfällen wurden zahlreiche Probleme beobachtet, die im folgenden kurz diskutiert werden.

#### 1. Alterungsprozesse in Verbindung mit der Aufzehrung der Pufferkapazität der stabilisierten Abfälle führen zu verstärkter Auswaschung von Schadstoffen

Der Nachweis des langfristigen Erhaltes verfestigender und schadstoffimmobilisierender Eigenschaften von Bindemitteln, wie z.B. Zement, Kalk und Puzzolanen ist nicht möglich. Appel und Kreusch äußerten sich hierzu bereits 1986: "Empirisch abgeleitete Aussagen sind nicht verlässlich, weil entsprechende Erfahrungen bisher nur wenige Jahre abdecken. An der ungünstigen Relation zwischen erforderlichem Prognosezeitraum und empirisch belegten Standzeiten von verfestigtem Abfall wird sich auch nichts Grundsätzliches ändern. Aus Sicherheitsgründen muss daher unterstellt werden, dass das Verfestigungsprodukt einem Alterungsprozess unterliegt, der erhöhte Wasserdurchlässigkeit und damit zunehmende Freisetzung von Schadstoffen durch Auslaugung hervorruft. Wegen der gleichzeitig stattfindenden Vergrößerung der inneren Oberfläche verstärkt sich dieser Prozess im Laufe der Zeit. Für diese Einschätzung sprechen die Erfahrungen mit zementierten radioaktiven Abfällen. Bei ihnen hat die Unsicherheit hinsichtlich der langfristigen Wirksamkeit der Verfestigung dazu geführt, dass bei Sicherheitsanalysen für die Nachbetriebsphase von Endlagern für radioaktive Abfälle von einer weitgehenden Freisetzung der Schadstoffe aus dem verfestigten Abfall ausgegangen wird."<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> T. Sabbas, P. Mostbauer, P. Lechner; vgl. Fn 1 (Hervorhebung ist aus dem Original übernommen.)

<sup>4</sup> D. Appel, J. Kreusch: Qualitative Bewertung von Deponierungsstrategien unter Berücksichtigung des Langzeitaspekts, Müll und Abfall, 9/1986, S. 348 bis 357

Auch das schweizerische Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) geht davon aus, dass die in der Deponie enthaltenen Schadstoffe langfristig ausgetragen werden. Eluattests lassen sich dabei zur Beurteilung des Auslaugverhaltens aufgrund der langfristig sich ändernden Alkalinität nicht heranziehen. Die Konzentration an Schwermetallen im Sickerwasser wird entscheidend vom chemischen Milieu, das durch die Haupt- oder Matrixbestandteile in den Rückständen gegeben ist, beeinflusst. Bei zementverfestigten Rückständen ist davon auszugehen, dass sich der Deponiekörper inkongruent auflöst, d.h. dass zunächst ein Alkalinitätsverlust durch Neutralisationsprozesse und anschließender Auswaschung von Calciumkarbonat mit dem Sickerwasser erfolgt. Ist das Calcium weitgehend aus der Deponie herausgelöst, werden bei niedrigen pH-Werten des Sickerwassers im Bereich von pH 5 oder weniger die Schwermetallfestphasen aufgelöst. Es ist dann mit erhöhten Schwermetallkonzentrationen im Sickerwasser zu rechnen<sup>5</sup>.

## 2. Die immobilisierende Wirkung der Zuschlagstoffe ist nicht bei allen Schadstoffen gegeben

Die Wahl eines geeigneten Verfestigungsverfahrens bzw. Bindemittels ist umso schwieriger, je größer die Anzahl der beteiligten Komponenten in den Abfällen und Zuschlagstoffen ist. Jedes Bindungsmittel vermag nur jeweils einen Teil der Schadstoffe zu immobilisieren, während andere Schadstoffe nicht ausreichend immobilisiert werden oder sogar eine höhere Mobilität erlangen. Grundsätzlich ist daher in Frage zu stellen, ob für Abfälle, die Belastungen mit verschiedenen Schadstoffgruppen aufweisen, Verfestigungsprodukte hergestellt werden können, mit denen eine langfristige Schadstoffimmobilisierung erreicht werden kann. Insbesondere bei Abfällen mit verschiedenen, z.T. nicht genau bekannten Inhaltsstoffen sind erhebliche Schwierigkeiten zu erwarten.

Da die Hauptwirkung bei der Verfestigung mit Zement das geschaffene alkalische Milieu im Stabilisat und weniger die chemischen Wechselwirkungen zwischen den Schadstoffen und den Silikaten des Zementsteins darstellt, gelten „generell folgende Aussagen über die Mobilität anorganischer Stoffe im Zement (es existieren Ausnahmen):

1. Einwertige Ionen (Kationen und Anionen) werden nicht bzw. rein physikalisch immobilisiert.
2. Zweiwertige Kationen können mobil sein, wenn es sich um amphotere Elemente handelt, die vor allem bei pH-Werten über 12 in Lösung gehen. Durch Alterung oder CO<sub>2</sub>-Behandlung ist aber auch in diesem Fall eine chemische Immobilisierung möglich.

---

<sup>5</sup> BUWAL: Immobilisierung von Rauchgasreinigungsrückständen aus Kehrichtverbrennungsanlagen (Projekt IMRA), Schlußbericht Kurzfassung, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern 1991

3. Anionen, die mit  $\text{Ca}^{++}$  schwerlösliche Verbindungen bilden, werden dadurch immobilisiert (Sulfat, Phosphat).
4. Der Transport von Schadstoffen in gelöster, molekularer Form bzw. in gelöster, komplex gebundener Form wird nur wenig behindert. Ferner ist ein Transport gasförmiger Schadstoffe möglich<sup>6</sup>.

Goetz fand im Eluat von Müllverbrennungsaschen, die mit Zement verfestigt wurden, bei bestimmten Schwermetallen, wie z.B. Chrom und Kupfer, höhere Schwermetallgehalte als im Eluat von Aschen, die nicht mit Zement verfestigt wurden<sup>7</sup>. Auch Lahl und Struth untersuchten unterschiedliche Aufbereitungsverfahren für Müllverbrennungsaschen, u.a. auch mit Portlandzement. Die Ergebnisse erbrachten bei einigen Inhaltsstoffen erhebliche eluierbare Stoffmengen. Die Autoren äußern sich hierzu folgendermaßen: "Die unterschiedlichen Ergebnisse zeigen, dass die bisher verbreitete Ansicht, eine Vermischung mit Zement sei mit einer verringerten Eluierbarkeit und somit mit einer Immobilisierung gleichzusetzen, in dieser Allgemeinheit keinen Bestand hat. Vielmehr sind nach Verfestigung mit Zement bei einer Reihe von Untersuchungen erhöhte eluierbare Anteile zu beobachten"<sup>8</sup>.

Bei Versuchen von Sprung traten mit folgenden Abfallbestandteilen, die zu Treiberscheinungen im Stabilisat führen können, Probleme auf:

- quellfähige organische Stoffe,
- metallisches Aluminium und Zink (Wasserstoffgasbildung),
- Gips und Sulfate,
- Silikagel,
- Glas.

Als Ergebnisse dieser Versuche wurden für Cd sehr gute, für Tl gute, aber für Cr-VI und Hg keine chemische Bindung im Zement aufgezeigt<sup>9</sup>.

In anderen Untersuchungen wurde die gute Einbindung für Cd in hohen Konzentrationen nicht bestätigt. Wie auch für Ni wurde vielmehr dessen Ausfällung, v.a. durch

---

<sup>6</sup> P. Mostbauer, C. Heiss-Ziegler, P. Lechner: Möglichkeiten und Grenzen der Immobilisierung von Abfällen, Wien 1995

<sup>7</sup> Goetz, D.: Prüfung der Umweltverträglichkeit von Baustoffen. Umweltforschungsplan des BMUNR - Abfallwirtschaft, Forschungsbericht 90-103 01 369 (1990)

<sup>8</sup> Lahl, U., Struth, R.: Ein Aufbereitungsverfahren für Müllverbrennungsschlacken. Manuskript zum Vortrag bei der Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker anlässlich der Jahrestagung vom 25. - 27. Mai 1992

<sup>9</sup> S. Sprung: Bindung umweltrelevanter Sekundärrohstoffe durch Verfestigung mit Zement, Vortrag in der Bundeswirtschaftskammer, 01.12.1988  
zitiert nach: P. Mostbauer, C. Heiss-Ziegler, P. Lechner 1995, vgl. Fn 6

Hydroxidfällung, bei ausreichendem Carbonatangebot auch durch Carbonatfällung beobachtet<sup>10</sup>.

In lichtmikroskopischen und elektronenmikroskopischen Untersuchungen wird am Beispiel von Galvanikschlamm aufgezeigt, dass eine vollständig homogene Verteilung in der Zementmatrix nicht gelingt<sup>11</sup>. Selbst wenn die Ausgangslösungen (Zn-, Cd- und Hg- Nitrat) homogen waren, bildeten sich im Verfestigungsprodukt Inseln, in denen z.B. zweiwertiges Hg konzentriert vorlag. Verschiedene Autoren bestätigen diese Ergebnisse. So konnte mit dem TCLP-Auslaugtest gezeigt werden, dass sich auch die bei der Verfestigung durch Fällungsreaktion gebundenen Schadstoffe an der Oberfläche vollständig wieder mobilisieren lassen<sup>12</sup>.

### 3. Rissbildung durch die Wärmeentwicklung beim Abbinden von Zement

Beim Abbinden von Zement entsteht Hydratationswärme. Diese beträgt für Portlandzement z.B. 375 - 525 J/g<sup>13</sup>. Diese Wärmeentwicklung macht sich insbesondere dann bemerkbar, wenn wie bei der Verfestigung von Abfällen auf der Deponie große Massen verfestigt werden, weil aufgrund der geringen relativen Oberfläche die beim Abbinden gebildete Wärme nicht mehr abgeleitet werden kann. Beim Bau von Staudämmen sind z.B. Temperaturerhöhungen von 50 °C bis 70 °C im Zement beim Abbinden nicht außergewöhnlich. Die Wärmeentwicklung beim Abbinden führt auf der Deponie regelmäßig, soweit die Verfestigung auf der Deponie stattfindet, bei jeder Einbringung von neuen Abfall-Chargen zur Erwärmung mit folgender Abkühlung. Die damit verbundenen Volumenzu- und -abnahmen können zu Spannungen, Rissen und Spalten führen. Diese thermische Verwitterung beginnt demnach schon beim Abbinden, wird verstärkt durch Frost-/Tauwechsel, und bereitet den Weg für weitere physikalische Verwitterungsprozesse wie Frostverwitterung, Salzverwitterung und Quelldruck. Die damit verbundene Vergrößerung der spezifischen Oberfläche vergünstigt wiederum die chemische Verwitterung<sup>14</sup>.

Beim Einbau von Rückständen aus Rauchgasreinigungsanlagen, die mit Zement verfestigt wurden, wurden 6 Tage nach der Befüllung bei Außentemperaturen von unter 0 °C in 1 m Tiefe Temperaturen von 48 °C bis 58 °C gemessen. 1 Monat nach der Befüllung waren die Temperaturen auf 23 °C bis 29 °C zurückgegangen. Erhöhte

---

<sup>10</sup> F.D. Tamas, L. Csetenyi, J. Tritthart: Effects of adsorbents on the leachability of cement bonded electroplating wastes, *Cement and Concrete Res.* Vol. 22, 1992, S. 399-404  
zitiert nach Mostbauer/Heiss-Ziegler/Lechner 1995, vgl. Fn 6

<sup>11</sup> A. Roy et al.: Solifidation/stabilization of hazardous waste : Evidence of physical encapsulation, *Environ.Sci.Technol.* 26/ 1992 S. 1349-1353  
zitiert nach P. Mostbauer, C. Heiss-Ziegler, P. Lechner 1995, vgl. Fn 6

<sup>12</sup> P. Mostbauer, C. Heiss-Ziegler, P. Lechner 1995, vgl. Fn 6

<sup>13</sup> Ullmann - Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5. Auflage, Verlag Chemie, Weinheim Bergstr. 1985

<sup>14</sup> T. Sabbas, P. Mostbauer, P. Lechner; vgl. Fn 1

Temperaturen führen zu Rissbildungen. Durch die Risse kann Sickerwasser, das sich aus Niederschlägen bildet, durch den Deponiekörper gelangen<sup>15</sup>.

Bei der Verfestigung von Abfällen mit Zement auf der Deponie ist grundsätzlich in Frage zu stellen, ob die Vorgabe nach Nr. 9.6.1.4 der TA-Abfall, dass beim Einbau von Stoffen, die untereinander reagieren können, Temperaturen von 25 °C an der Deponiebasis nicht überschritten werden dürfen, eingehalten werden kann.

Je reaktiver der Zement, d.h. je schneller er abbindet, desto größer ist die Temperaturentwicklung<sup>16</sup>. Betriebstechnische Erfordernisse bei dem Einbau von verfestigten Abfällen legen aber häufig nahe, eine schnelle Abbindung anzustreben<sup>17</sup>.

Bei Verfestigungsversuchen im Rahmen von Prüfungen zur Wirksamkeit der Abfallverfestigung wird i.d.R. wegen der geringen Größe der verfestigten Probekörper keine Wärmeentwicklung festgestellt.

#### 4. Organische Schadstoffe können nicht wirksam immobilisiert werden und stören die Einbindung von anorganischen Schadstoffen

Bei Abfällen mit organischen Inhaltsstoffen industrieller Herkunft sind erhebliche Probleme bei der Verfestigung zu erwarten. So nennt eine in London durchgeführte Studie zur Verfestigung von Sonderabfällen verschiedene schwermetall- und sulfathaltige Schlämme mit organischen Gehalten von max. 12 %, die sich mit Zement nicht verfestigen ließen. Hierzu die Autoren: "Keiner der drei Abfälle kann mit herkömmlichen Verfestigungsmethoden auf Zementbasis verfestigt werden weil der organische Gehalt der Abfälle die Zementhydratation unterbindet und schnell aus der Matrix ausgelaugt würde."<sup>18</sup>. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Balzano 1989<sup>19</sup>.

Eine umfassende Untersuchung zur Wirksamkeit verschiedener Immobilisierungsverfahren, in der vier Eluattests vergleichend angewandt wurden, kommt zu dem Ergebnis, „dass die überwiegende Mehrzahl der Verfahren organische Schadstoffe nicht effektiv einbinden“ Insbesondere für Pentachlorphenol, Phenol und den TOC-

---

<sup>15</sup> Fichtel, K.: Schlacke/Reststoff/Additivverfahren des bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, in: Reststoffe aus der Rauchgasreinigung von Abfall- und Sonderabfallverbrennungsanlagen sowie Kohlekraftwerken, Beihefte zu Müll und Abfall, Nr. 29, S. 79 - 82, Erich Schmidt Verlag Berlin, 1990

<sup>16</sup> Ullmann 1985, vgl. Fn 13

<sup>17</sup> Antragsunterlagen der GEDELUX für eine Sonderabfalldeponie für Sonderabfälle in Mamer, Luxemburg 1995

<sup>18</sup> Montgomery, D.M. et al.: Optimization of Zement-Based Stabilization/Solidification of Organic-Containing Industrial Wastes Using Organophilic Clays, Waste Management & Research 1991/9, S.: 21 - 34

<sup>19</sup> Balzamo, S. et al.: The Solidification/Stabilization Technologie for Containment of Toxic and Hazardous Waste ENEA - Dipartimento Protezione Ambientale e Salute dell'Uomo, Centro Ricerche Energia Casaccia, ISSN/0393-6309, 1989

Wert konnten keine bzw. nur geringe Immobilisierungswirkungen beobachtet werden<sup>20</sup>.

Durch anaeroben Abbau von organischer Substanz in abgelagerten Abfällen kann Methan und H<sub>2</sub>S gebildet werden. Die Schwefelwasserstoffbildung kann sowohl bei organischen Verbindungen, z.B. über Eiweiße als auch bei anorganischen Verbindungen, z.B. über Sulfatverbindungen eintreten. Die Gase können zu Treiberscheinungen im Beton führen und sich in Blasen sammeln. Entstehen dann zu einem späteren Zeitpunkt im Beton Risse, so dass die angesammelten Gase mit Sauerstoff in Kontakt kommen, kann Schwefelsäure gebildet werden, die dann zum Betonangriff führt<sup>21</sup>.

Rechenberg untersuchte das Löslichkeitsverhalten von Phenol in Zementstein, der mit phenolhaltigem Wasser angemischt wurde. Dabei wurden erhöhte Phenollöslichkeiten bei Anwesenheit von Zement nachgewiesen. So verdoppelte sich die Phenolkonzentration im Porenwasser des Zementsteines bei einem Wasserzementwert von 0,4 gegenüber der Phenolkonzentration im Anmachwasser. Insgesamt wurde aber ein geringeres Auslaugverhalten bei verfestigten und für die Eluationsversuche unzerkleinerten Proben festgestellt. Rechenberg schließt aus den Untersuchungsergebnissen, dass das Phenol vom Zementstein weder chemisch gebunden noch physikalisch adsorbiert wird und demzufolge in ursprünglicher Menge und demzufolge höherer Konzentration im Porenwasser vorliegt. Er kommt weiter zu dem Ergebnis, dass die nachgewiesene Immobilisierung des Phenols bei den unzerkleinerten Zementsteinzylindern "auf die Einkapselung in das feste und dichte Zementsteingefüge zurückzuführen ist". Bei mechanischer Zerstörung dieses Gefüges ist eine erheblich höhere Auslaugung zu beobachten<sup>22</sup>.

## 5. Zerstörung von Zementstabilisaten durch Salze und Säuren

Die Verbindungen des Zements können mit verschiedenen Flüssigkeiten und Gasen chemisch reagieren. Als Folge können Beeinträchtigungen der Festigkeit des Zements bis hin zur Aufhebung des Zusammenhaltes auftreten<sup>23</sup>. Daher können z.B. Schäden an Bauwerken aus Beton schon nach 10 oder 20 Jahren oder aber erst nach

---

<sup>20</sup> Stegemann, J.A.; Cote, P.L.: Summary of an investigation of test methods for solidified waste evaluation; Waste Management Vol. 10, 1990; zitiert nach: P. Mostbauer, C. Heiss-Ziegler, P. Lechner 1995, vgl. Fn 6

<sup>21</sup> Neck, U.: Verfestigung von staubförmigen Abstoffen mit Zement - Beispiel Rauchgasreinigungsrückstand der Müllverbrennung, Kurzfassung eines Vortrages am 6.11.1992 an der Technischen Akademie Esslingen, Thema des Lehrganges: Reststoff- und Abfallverfestigung, sowie Bonzel: Alkalireaktion im Beton, beton 23 (1973) H. 11, S. 495 - 500

<sup>22</sup> Rechenberg, W. et al.: Einbinden organischer Schadstoffe durch Zementverfestigung, beton 43 (1993), H. 2, S.: 72 - 76 u. H. 3, S.: 122-125, sowie Rechenberg, W., Sprung, S.: Probenvorbereitung zur Beurteilung der Auslaugung umweltrelevanter Spurenelemente aus zementverfestigten Stoffen, Abwassertechnik, H. 3 u. 4 (1990), S.: 24 - 27 und 33 - 35

<sup>23</sup> Ullmann 1985, vgl. Fn 13

sehr langer Zeit auftreten. Unerlässlich bei der Beurteilung von Haltbarkeit und Festigkeit von Zementprodukten ist die Kenntnis von deren Inhaltsstoffen. Bei mangelnder Kenntnis sind keine Aussagen über das Langzeitverhalten des Verfestigungsproduktes möglich<sup>24</sup>.

Die Technische Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizerischen Zementindustrie (TFB) nennt in einem Aufsatz zwei wesentliche chemische Reaktionen, die zum Angriff auf Zementstein oder mit Zement verfestigten Produkten führen können:

- Den Säureangriff, der mit zunehmendem Wassorzementwert steigt. Häufig werden Produkte durch organische Säuren angegriffen.
- Den Sulfatangriff, der beim Zusammentreffen von  $3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ , einem Zementbestandteil, und  $\text{SO}_4$ -Ionen in Wasser erfolgt<sup>25</sup>.

Salze und Säuren mit austauschfähigen Kationen können Zementstein von der Oberfläche her auflösen, da die Reaktionsprodukte (z.B. **Calciumchloride**) wasserlöslich sind. Als Beispiel sind Reaktionen mit **Ammonium- oder Magnesiumsalzen** anzuführen<sup>26</sup>. Magnesium bildet Hydroxid oder wasserhaltiges Silikat. Es entsteht eine den weiteren Angriff hemmende Schicht. Ammonium entweicht im Gegensatz zu Magnesium als Gas. Daher ist dessen Angriffsvermögen stärker. In ähnlicher Weise wirken die **Salze anderer Metalle**, wie z.B. die **Salze des Aluminiums und des Eisens** sowie **Nitrate**<sup>27</sup>. Die TFB stuft den Schädlichkeitsgrad von Aluminiumsalzen als "deutlich" bis "sehr gefährlich" ein (vgl. Tabelle unten) Werden die genannten Stoffe mit in das Verfestigungsprodukt eingebunden, ist von einem Angriff von innen auszugehen.

Bei Untersuchungen von verfestigten Rostaschen und Flugaschen von Müllverbrennungsanlagen an Laborprüfkörpern wurde schon nach wenigen Tagen das Auftreten von Gefügestörungen, meist als trichterförmige Abplatzungen, sogenannte "pop outs", aber auch als Risse, beobachtet. In den "pop outs" und in den Rissen wurden Aluminiumsalze festgestellt, die durch Reaktionen zunächst zwischen größeren Aluminiumteilen der Rostasche und dem Calciumhydroxid des Zements und nachfolgend zwischen dem Aluminiumhydroxid und dem Sulfat oder dem Chlorid der Müllverbrennungsgasasche entstanden waren<sup>28</sup>.

Bei Verfestigungsversuchen für eine geplante Deponie für verfestigte Sonderabfälle in Luxemburg verursachten Salze im Abfall die Bildung von Gasen. Im Untersuchungsbericht wurde von einem erheblichen Treiben in den verfestigten Produkten gesprochen. An anderer Stelle wird auf die Gefahr der Bildung brennbarer Gase

---

<sup>24</sup> Dr. Wolf, Bundesverband der Zementindustrie in Köln, pers. Mitteilungen, Köln 1995

<sup>25</sup> TFB/Technische Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizerischen Zementindustrie: Die Einwirkung verschiedener Stoffe auf Beton, Cementbulletin, Jahrg. 50, Februar 1982, S.: 1 - 8

<sup>26</sup> Ullmann 1985, vgl. Fn 13

<sup>27</sup> Bonzel 1973, vgl. Fn 20

<sup>28</sup> Schmidt, M.: Verwertung von Müllverbrennungsrückständen zur Herstellung zementgebundener Baustoffe, beton 38 (1988), H. 6, S.: 238 - 245

durch freie Metalle, wie **Aluminium und Zink** hingewiesen<sup>29</sup>. Diese Prozesse sind auf eine beschleunigte Oxidation z.B. elementaren Aluminiums mit der Bildung von Wasserstoff zurückzuführen. Neben sicherheitstechnischen Aspekten wie der Bildung von Knallgas muss auch die Volumenzunahme durch Entgasung im Zementkörper berücksichtigt werden.<sup>30</sup>

Angriffsverhalten verschiedener Substanzen auf Zementstein<sup>31</sup>

Substanz	Schädlichkeitsgrad	Substanz	Schädlichkeitsgrad
Abwasser (abhängig vom pH und Sulfatgehalt)	0-5	Eisenchlorid	1-3
Alaun	3-4	Fett (Tier- u. Pflanzenfett)	3-5
Aluminiumchlorid	4-5	Gipswasser	1-4
Aluminiumsulfat	3-4	Humussäuren	3-4
Ammonsalze	3-4	Kupfervitriol	2-3
Asche	3-4	Magnesiumsalze	3
Calciumsulfat (Gips)	1-4	Nickelbäder	2-3
Phenol	2-3	Schwefelwasserstoff	3-4
Chlorwasser u. Chloride	2	Sulfate	3-4
Citronensäure	4-5	Zucker	3-4

Schädlichkeitsgrade:

- |   |                      |   |                    |
|---|----------------------|---|--------------------|
| 0 | völlig unschädlich   | 3 | deutliche Angriffe |
| 1 | sehr geringe Wirkung | 4 | gefährlich         |
| 2 | schwache Wirkung     | 5 | sehr gefährlich    |

**Sulfate** reagieren mit dem **Calciumaluminat** des Zements zu **Trisulfat (Ettringit)**. Bei hohen Sulfatkonzentrationen kann Gips entstehen. Der Wachstumsdruck der neu gebildeten Sulfatverbindungen kann Dehnungen hervorrufen, die als Sulfatreiben oder Zementbazillus bezeichnet werden<sup>32</sup>. Diese Vorgänge können zur Zerstörung

<sup>29</sup> GEDELUX 1995, vgl. Fn 17

<sup>30</sup> BUWAL 1991, vgl. Fn 5

<sup>31</sup> TFB 1982, vgl. Fn 24

<sup>32</sup> Ullmann 1985, vgl. Fn 13

des Betongefüges führen<sup>33</sup>. Diese Erkenntnisse führten einerseits zur Entwicklung von Zementen mit höherem Sulfatwiderstand und andererseits zur Begrenzung des Sulfatgehaltes von Abwässern, um den chemischen Angriff auf Betonbauteile in Abwasserreinigungsanlagen zu vermindern<sup>34</sup>. Die TFB beurteilt das Angriffsverhalten von Sulfaten als "deutlich" bis "gefährlich".

Auch **Sulfide** können über die Bildung von Schwefelsäure zum Zementangriff führen<sup>35</sup>.

In ungünstigen Kombinationen mit anderen Inhaltsstoffen können auch **Chloride** Zementstein gefährden. So wurde in Langzeitversuchen nachgewiesen, dass die ständige Einwirkung von Tausalzlösungen bei Raumtemperatur die Festigkeit von Beton negativ beeinflussen und zu erheblich stärkerem Quellen führen kann<sup>36</sup>. Die TFB beurteilt die Wirkung von Chloriden auf Beton als "schwach schädigend"<sup>37</sup>.

## 6. Verfestigung durch Zumischen verschiedener Abfallarten

Wie oben beschrieben werden neben eigentlichen Bindemitteln auch Abfälle mit entsprechenden hydraulischen oder latenthdraulischen Eigenschaften (insbesondere Flugaschen aus der Kohlefeuerung) für die Verfestigung eingesetzt. Hierbei tritt aber die chemische Bindung der Schadstoffe noch mehr in den Hintergrund als bei der Verfestigung auf Zementbasis. Die wirkenden chemischen Bindekräfte sind dabei oft sehr gering und häufig von zahlreichen Faktoren, wie beispielsweise wechselnde Zusammensetzungen der Flugaschen (zusätzlich zu den ohnehin wechselnden Zusammensetzungen der Abfälle) oder Schwankungen im Mischungsverhältnis (Abfall/Flugasche/Wasser), dass von einer quantitativen und reproduzierbaren Wirksamkeit nicht ausgegangen werden kann. Auch durch die Zumischung von weiteren Bindemitteln und Additiven kann das Verfestigungsprodukt den beschriebenen Verwitterungsprozessen nur über einen begrenzten Zeitraum standhalten<sup>38</sup>.

---

<sup>33</sup> Neck, U.: Verfestigung von staubförmigen Abstoffen mit Zement - Beispiel Rauchgasreinigungsrückstand der Müllverbrennung, Kurzfassung eines Vortrages am 6.11.1992 an der Technischen Akademie Esslingen, Thema des Lehrganges: Reststoff- und Abfallverfestigung, sowie BUWAL 1991, vgl. Fn 5

<sup>34</sup> Arbeitsbericht des ATV-Fachausschusses 2.3 Kommentar zum ATV-Arbeitsblatt A 115, Erläuterung zur Begrenzung des Sulfatgehaltes im Abwasser unter dem besonderen Aspekt der Korrosion, Korrespondenz Abwasser, 3/1987, 34. Jahrg. S.: 270 - 273

<sup>35</sup> Klose: Sulfide in Abwasseranlagen - Ursachen, Auswirkungen, Gegenmaßnahmen, beton 30 (1980) H. 1, S.: 13 - 17, H. 1, S.: 61 - 64

<sup>36</sup> Maultzsch, M.: Vorgänge beim Angriff von Chloridlösungen auf Zementstein und Beton, Material und Technik 1984, Nr. 3, S.: 83 - 90

<sup>37</sup> TFB/Technische Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizerischen Zementindustrie: Die Einwirkung verschiedener Stoffe auf Beton, Cementbulletin, Jahrg. 50, Februar 1982, S.: 1 - 8

<sup>38</sup> P. Mostbauer, C. Heiss-Ziegler, P. Lechner 1995, vgl. Fn 6

## 7. Probleme beim Nachweis der langfristigen Wirksamkeit

Versuche mit Eluattests sollen die Randbedingungen auf der Deponie möglichst exakt widerspiegeln, um annäherungsweise eine Aussage über die langfristige Wirksamkeit von Verfestigung und Stabilisierung zu ermöglichen. Dabei sieht man sich zwei wesentlichen Problemen gegenüber, die letztendlich nicht lösbar sind:

1. Es ist nur begrenzt möglich, die komplexen Randbedingungen einer Abfalllagerung mit der Wirkung verschiedenster physikalischer, chemischer und biologischer Vorgänge auf das Verfestigungs- oder Stabilisierungsprodukt in Tests nachzustellen.
2. Der Zeitraum eines Tests muss, um eine Handhabbarkeit im täglichen Vollzug zu ermöglichen, so stark eingeschränkt werden, dass fundierte Aussagen über langfristige Zeithorizonte kaum gelingen können.

Aus diesen Gründen ist es auch nicht verwunderlich, wenn die Eluierbarkeit auf der Deponie selbst für kurze Zeiträume nur in den seltensten Fällen durch Eluattests verlässlich vorhergesagt werden konnte. Schon gar nicht können Eluattests wie das Verfahren nach DIN 385414-S4 brauchbare Ergebnisse für den Nachweis der langfristigen Wirksamkeit von solchen Immobilisierungsmethoden liefern. Vielmehr ist davon auszugehen, dass zwischen den Schadstoffgehalten im so gewonnenen Eluat und im Sickerwasser kein mathematischer Zusammenhang besteht<sup>39</sup>.

Es wird vorgeschlagen, umgehend eine Expertenkommission einzurichten, die kurzfristig eine konkrete Vorgabe für das Nachweisverfahren zur Prüfung der Langzeitwirksamkeit von Verfestigungs- und Stabilisierungsverfahren bzw. -methoden erarbeitet. Dabei sollte ein gestuftes Verfahren eingeführt werden, bei dem für die Zulassung von Verfahren und exakten „Verfestigungsmenüs“ umfassende Kontrollen und Untersuchungen festgeschrieben werden und zur Kontrolle der Verfestigungsprodukte einzelne Tests aus dem Zulassungsverfahren festgelegt werden. Mit diesen Tests wird zumindest stichprobenhaft geprüft, ob die Vorgaben aus dem Zulassungsverfahren im Einzelfall eingehalten werden.

Bei der Festlegung der Kontrollen und Tests für das Zulassungsverfahren sind insbesondere folgende fachliche Randbedingungen zu beachten:

- Kurzeittests alleine reichen nicht aus, um die Langzeitsicherheit zu beweisen. Im Bereich der radioaktiven Abfälle zählen beispielsweise 7-Tage-Tests als Kurzeittests.

---

<sup>39</sup> vgl. hierzu: W. Friege et al.: Entwicklung und Bau eines semitechnischen Prototyps zur Reinigung von Abwässern einer Sondermülldeponie, Berlin 1991, sowie H.P. Tobler: Bewertungskriterien für Reststoffe, VDI-Berichte 753, VDI Verlag, Düsseldorf, 1989 sowie Dehoust et al.: Gutachterliche Stellungnahme zu Planrechtfertigung, Standort- und Sicherheitsfragen der geplanten Sonderabfalldeponie im Regierungsbezirk Arnsberg, Darmstadt 1993 sowie Öko-Institut e.V.: Risikountersuchung im Rahmen des Projekts: Entwicklung einer Hochdeponie für Sonderabfälle in Hessen, Darmstadt 1986

- Es sind Vorgaben für die physikalische (z.B. Festigkeit, Durchlässigkeit, Adsorptionsvermögen) und die chemische (z.B. Neutralisierungskapazität, Austauschkapazität) Immobilisierungsleistung zu definieren und Verfahren zu dessen Prüfung vorzugeben.
- Es sind sowohl Eluattests mit den unzerkleinerten Proben, als auch Durchströmungstests mit zerkleinerten Proben durchzuführen. Die Tests mit unzerkleinerten Prüfkörpern (z.B. Diffusionstest der American Nuclear Society [ANS] über 90 Tage) dienen insbesondere zur Beschreibung der Schadstoffdiffusion. Die Tests am zerkleinerten Material lassen den Zustand des Verfestigungsproduktes nach der physikalischen Verwitterung nachempfinden und ermöglichen somit einen gewissen Zeitraffereffekt.
- Die Eluattests sind bei verschiedenen Temperaturen durchzuführen. Die Versuchstemperaturen sollen die zu erwartenden Temperaturen auf der Deponie sowie die denkbaren Minima und Maxima abbilden.
- Das Auslaugmedium ist, bzw. die Auslaugmedien sind exakt vorzugeben. Dabei ist anzustreben ein oder mehrere Auslaugmedien zu finden, die unabhängig von dem zu untersuchenden Abfall geeignet sind. Untersuchungen zeigen, dass durch „geschickte“ Wahl der Auslaugmedien die Werte für die Eluierbarkeit um Faktor 100 verringert oder erhöht werden können<sup>40</sup>.
- Die Dauer des Versuchs sowie die Menge und Zusammensetzung des Auslaugmediums müssen so festgelegt werden, dass das Auslaugverhalten des Verfestigungsproduktes nach Aufbrauchen der Neutralisierungskapazität erfasst wird. Möglichst sollte der Verlauf des Eluationsverhaltens in Abhängigkeit zum pH-Wert und zur Pufferkapazität bestimmt werden (z.B. TCLP-Test der EPA, pH<sub>stat</sub>-Versuch).
- Das Mengenverhältnis zwischen Verfestigungsprodukt und Auslaugmedium ist exakt vorzugeben.
- Durch Frost-Tau-Tests, Ebbe-Flut-Tests, Feldversuche und Langzeitmodellierungen kann ergänzend zu den fest zu definierenden Durchströmungs- und Eluattests versucht werden, die konkrete Deponiesituation zu beschreiben.

## 2.2 Zu § 8 Abs. 1

In § 8 Abs. 1 sollte nach Nr. 3 folgender Absatz eingefügt werden:

Besonders überwachungsbedürftige Abfälle dürfen nicht auf Deponien der Klasse I oder II abgelagert werden, auch wenn durch eine Behandlung die Zuordnungswerte für diese Deponieklassen erreicht werden.

---

<sup>40</sup> Van der Sloot 1992, zitiert nach: P. Mostbauer, C. Heiss-Ziegler, P. Lechner 1995, vgl. Fn 6

## Begründung

Erst aus der Zusammenschau des Wortlauts des § 8 Abs. 1 und der zugehörigen Begründung wird deutlich, dass besonders überwachungsbedürftige Abfälle – unabhängig davon, ob sie durch Behandlung die Zuordnungskriterien für Deponien der Klasse I oder II einhalten – ausschließlich auf Deponien der Klasse III bzw. unter bestimmten Voraussetzungen der Klasse IV abgelagert werden dürfen. Um dies durch den Wortlaut des § 8 Abs. 1 zu verdeutlichen, dient die o.g. Ergänzung.

### **2.3 Zu § 8 Abs. 2**

§ 8 Abs. 2 sollte wie folgt gefasst werden:

Jarosit-, Geothid-, Zuckerrübenschlämme, Abfälle der Eisen- und Stahlindustrie der nassen Stufe der Gichtgasreinigung des Hochofens oder Baggergut dürfen, abweichend von § 3 Abs. 3 der Abfallablagereungsverordnung, auch bei Überschreitung einzelner Zuordnungswerte des Anhang 1 der Abfallablagereungsverordnung auf einer Monodeponie der jeweiligen Deponieklasse abgelagert werden, wenn

- der jeweilige Abfall nicht verwertbar ist und nicht durch Vorbehandlung einer Verwertung zugeführt werden kann,
- der Deponiebetreiber gegenüber der zuständigen Behörde gutachterlich nachweist, dass das Wohl der Allgemeinheit – gemessen an den Anforderungen dieser Verordnung und denen der Abfallablagereungsverordnung – nicht beeinträchtigt wird, und
- der jeweilige Abfall durch entsprechende Vorbehandlung in eine Form überführt wird, die zumindest die Zuordnungskriterien der Festigkeit erfüllt.

## Begründung:

Flüssige Abfälle sind nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 von der Ablagerung auf Deponien der Klassen Ia, Ib, II und III ausgeschlossen. Davon sollte nicht abgewichen werden. Dies gilt insbesondere, wenn zusätzlich sogar die Überschreitung von Zuordnungswerten zulässig sein soll. Um diese Mindestbedingungen zu erfüllen, dienen die Ergänzungen zu § 8 Abs. 2.

### **2.4 Zu § 8 Abs. 4**

§ 8 Abs. 4 sollte um folgenden Satz ergänzt werden:

Dies gilt nicht für Abfälle, die diese Zuordnungskriterien erst aufgrund einer Behandlung im Sinne von § 2 Nr. 3 erreichen.

## Begründung

Nach der Begründung zu § 8 Abs. 4 soll die genannte Abweichung nur für besonders überwachungsbedürftige Abfälle gelten, die die Zuordnungskriterien für Deponien der Klasse II bereits in ihrer Basiszusammensetzung einhalten. Dies sollte auch aus dem Verordnungstext deutlich werden. Die Ergänzung dient damit der Klarstellung.

### **2.5 Zu § 8 Abs. 5**

§ 8 Abs. 5 sollte gestrichen werden.

## Begründung

Es gibt keinen Grund, flüssige Abfälle auf eine Deponie zu verbringen. Abfälle, die sich ohne Behandlung soweit konsolidieren oder verfestigen, dass der Zuordnungswert für die Festigkeit eingehalten wird, können an ihrer Anfallstelle zwischengelagert werden und erst auf eine entsprechende Deponie gebracht werden, wenn der Zuordnungswert für die Festigkeit erreicht ist. Dies würde auch dazu führen, dass die gewollte Zurückführung des Überschusswassers in den abfallerzeugenden Prozess aufgrund der verringerten Transporte weniger aufwendig und damit zumutbarer wird.

### **2.6 Zu § 8 Abs. 6**

In § 8 Abs. 6 sollte folgender Satz angefügt werden:

Bei der Vermischung zur Erreichung der erforderlichen Festigkeit, muss jeder einzelne zur Mischung verwendete Abfall und jedes einzelne verwendete Material die Zuordnungskriterien 2 bis 4 aus Anhang 3 vor der Vermischung einhalten.

## Begründung

Nach dem derzeitigen Wortlaut könnte § 8 Abs. 6 so ausgelegt werden, dass es zulässig ist, durch Vermischen auch die Zuordnungskriterien 2 bis 4 aus Anhang 3 für einen Abfall zu erreichen, wenn das Vermischen zur Erreichung des Zuordnungskriteriums „Festigkeit“ im Vordergrund steht. Aus der Begründung zu § 8 Abs. 6 geht hingegen hervor, dass dies nach dem Willen des Gesetzgebers ebenfalls unzulässig ist. Dies sollte aber nicht nur aus der Begründung ersichtlich sein. Die Anfügung dient somit der Klarstellung.

## **3 Stellungnahme zu den weiteren Paragraphen**

### **3.1 Zu § 2 Begriffsbestimmungen**

#### **3.1.1 Zu Nr. 3 Behandlung**

In § 2 Nr. 3 sollte folgender Satz angefügt werden:

Das Vermischen mit Abfällen oder anderen Materialien stellt keine Behandlung im Sinne dieser Verordnung dar.

#### **Begründung**

Nach § 2 Nr. 3 besteht eine Behandlung aus Verfahren oder Verfahrenskombinationen, die u.a. die Einhaltung der Zuordnungswerte nach Anhang 3 gewährleisten sollen. Da nach § 8 Abs. 6 eine Vermischung von Abfällen untereinander oder mit anderen Materialien zur Erreichung der Zuordnungskriterien unzulässig ist, sollte dies zur Klarstellung aus auch § 2 Nr. 3 hervorgehen.

#### **3.1.2 Zu Nr. 5 Deponie der Klasse Ia**

Die Ausführungen unter Nr. 5 sind nicht verständlich.

Für die Deponieklasse I sind Zuordnungswerte aufgestellt. Diese Zuordnungswerte stellen Maximalwerte dar, die sowohl von Deponien der Klasse Ia als auch von Deponien der Klasse Ib einzuhalten sind. Zulässige Schadstoffbelastungen zur Unterscheidung zwischen Deponien der Klasse Ia und Ib sind an keiner Stelle definiert. Demnach gibt es keine Kriterien, die es ermöglichen, zu entscheiden, ob ein Abfall auf einer Deponie der Klasse Ia abgelagert werden darf oder ob er auf einer Deponie der Klasse Ib abgelagert werden muss.

#### **3.1.3 Zu Nr. 18 Langzeitlager der Klasse Ia**

Die Ausführungen zu Nr. 5 (s.o. 1.2) gelten entsprechend.

### **3.2 Zu § 3 Deponieerrichtung**

In § 3 wird an mehreren Stellen auf Anhang 1 verwiesen, in dem der Regelaufbau der geologischen Barriere und des Basisabdichtungssystems neu definiert werden. Die mineralische Dichtung soll zukünftig für die Deponieklassen I a und I b nicht mehr gefordert werden und für DK II und III wird jeweils nur noch eine Mächtigkeit von 0,25 m gefordert. Ersteres bezieht sich auf entsprechende Vorgaben der EU-Richtlinie, letzteres ist dort nicht geregelt. Beide Vorgaben widersprechen den Erkenntnissen aus der Praxis der Deponieüberwachung. Die Basisabdichtung für Deponien der Klasse I nach TA-Siedlungsabfall sind gut begründet. Bei der Überwa-

chung von Bauschuttdeponien ohne Basisabdichtung hat man häufig Schadstoffauswaschungen in das Grundwasser beobachtet.

Die vorgegebenen Dicken der mineralischen Basisabdichtungen für die Deponieklassen II und III sollten auf keinen Fall reduziert werden. Die zusätzliche Kunststoffdichtungsbahn hat nur eine sehr begrenzte Lebensdauer. Die mineralische Schicht wird durch verschiedene Prozesse von den Rändern her angegriffen (Austrocknung, chemischer Angriff durch das Sickerwasser etc.). Deshalb ist insbesondere die Mächtigkeit dieser Schicht eine Gewähr für die Langzeithaltbarkeit. Zudem ist der sachgerechte Einbau nur zu gewährleisten, wenn lagenweise eingebaut wird. Ein lagenweiser Einbau ist aber bei einer Mächtigkeit von 0,25 m nicht zu realisieren.

### **3.3 Zu § 9 Nicht zugelassene Abfälle**

Nach dem derzeitigen Wortlaut des § 9 Abs. 1 können Abfälle, die unter Ablagerungsbedingungen durch Reaktionen untereinander oder mit wässrigen Lösungen zu Volumenvergrößerungen, zur Bildung selbstentzündlicher, toxischer oder explosiver Stoffe oder Gase oder anderen gefährlichen Stoffen führen, auf Deponien der Klassen I bis III abgelagert werden, denn ihre Ablagerung wird in Abs. 2 nur für Deponien der Klasse IV untersagt.

Auf Deponien der Klasse Ia, Ib und II sollte die Ablagerung solcher Abfälle an dieser Stelle aber auch untersagt werden, da dies sonst mit den Ausführungen beispielsweise in § 2 Nr. 5 – 7 kollidieren würde.

Die Ablagerung solcher Abfälle auf Deponien der Klassen III sollte ebenfalls grundsätzlich untersagt werden. Da aber nicht ausgeschlossen werden kann, dass es Abfälle mit einzelnen dieser Eigenschaften gibt, für die kein Behandlungsverfahren existiert, sollte eine Ausnahmemöglichkeit bestehen. Die Ablagerung könnte beispielsweise nur dann erlaubt werden, wenn für einen solchen Abfall nachweislich, kein Behandlungsverfahren existiert, das dem Abfall diese Eigenschaften nimmt. Gleichzeitig sollten Behandlungsverfahren, die diese Eigenschaften verringern, zwingend vorgeschrieben werden.

In § 9 Abs. 1 Nr. 2 und Abs. 2 Nr. 1 werden Abfälle, die nach der Gefahrstoffverordnung korrosiv sind, von der Deponierung ausgeschlossen. Die Eigenschaftsbezeichnung „korrosiv“ existiert in der Gefahrstoffverordnung nicht; hier lautet die Bezeichnung für die Eigenschaft „ätzend“. Hier ist eine Klarstellung notwendig.

In § 9 Abs. 1 Nr. 2 und Abs. 2 Nr. 1 werden Abfälle, die nach der Gefahrstoffverordnung als explosiv, korrosiv (? s.o.), brandfördernd, hoch entzündlich, leicht entzündlich oder entzündbar eingestuft sind, von der Ablagerung auf allen Deponieklassen ausgeschlossen. Dies ist zu begrüßen. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden,

dass es Abfälle gibt, die eine der genannten Eigenschaften besitzen und für die weder ein anderes Beseitigungsverfahren in Frage kommt noch eine Behandlungsmöglichkeit besteht, die diese Eigenschaft beseitigt. Daher sollte überlegt werden, ob an dieser Stelle für die Ablagerung auf Deponien der Klassen III und IV unter bestimmten Bedingungen eine Ausnahmemöglichkeit eröffnet wird. Die Bedingungen könnten folgende sein: Der Abfallerzeuger muss nachweisen, dass weder ein anderes Beseitigungsverfahren existiert noch eine Behandlungsmöglichkeit besteht, die diese Eigenschaft beseitigt, wobei Behandlungsverfahren, die diese Eigenschaft verringern, stets anzuwenden sind.

Um zukünftig die Ablagerung von solchen Abfällen auszuschließen, könnte den Abfallerzeugern auch eine Frist eingeräumt werden. Nach Ablauf der Frist wird die Ablagerung entgeltlich verboten. In diesem Zeitraum können derzeit existierende Abfallerzeuger entsprechende Behandlungsverfahren entwickeln oder ihre Produktion so umstellen, dass dieser Abfall nicht mehr entsteht.

### 3.3.1 Zu Abs. 1 Nr. 4

In § 9 Abs. 1 Nr. 4 sollte der Halbsatz „soweit sie als besonders überwachungsbedürftig eingestuft sind“ gestrichen werden.

## Begründung

Nicht identifizierte Abfälle oder Abfälle deren Auswirkungen nicht bekannt sind, müssen aus Vorsorgegründen als besonders überwachungsbedürftige Abfälle angesehen werden und können nicht auf Deponien abgelagert werden. Vor der Ablagerung auf einer Deponie muss für einen solchen Abfall eine qualifizierte Untersuchung durchgeführt werden, auf deren Grundlage eine Zuordnung erfolgen kann.

### 3.3.2 Zu Abs. 1 Nr. 5

§ 9 Abs. 1 Nr. 5 sollte wie folgt geändert werden:

5. Abfälle, die einer Verwertung zugeführt werden können, wie beispielsweise

- ganze Altreifen,
- Form- und Kernsande,
- metallhaltige Abfälle unter den in Anhang X genannten Voraussetzungen.

Zur Konkretisierung sollte folgender Anhang X aufgenommen werden:

#### Anhang X – Vorrang der Rückgewinnung von Metallen

Abfälle, welche in der Trockenmasse den Gehalt eines Metalls erreichen, der dem 1,5-fachen der oberen abbauwürdigen Konzentration des Metalls im Erzgestein entspricht, dürfen nicht auf Deponien abgelagert werden, wenn die Gewinnung der

Metalle aus den Abfällen technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar sowie unter Einhaltung der Anforderungen an die Zulässigkeit einer solchen Verwertung durchführbar ist. Dies gilt für Abfälle mit den im folgenden aufgeführten Metallen, wenn die jeweils genannten Konzentrationswerte bezogen auf den Trockengehalt des jeweiligen Abfalls erreicht werden.

Zink	10 %
Blei	10 %
Kupfer	1 %
Zinn	1,5 %
Chrom	15 %
Nickel	2,5 %

#### Begründung:

Nach § 5 Abs. 2 KrW-/AbfG hat die Verwertung Vorrang vor der Beseitigung. In einer Verordnung, die das Ablagern von Abfällen regelt, sollten die Anforderungen des Gesetzes soweit wie möglich konkretisiert werden. Dies wird auch versucht, in dem ganze Altreifen von der Deponierung ausgeschlossen werden. Neben Altreifen gibt es aber eine Reihe anderer Abfälle, die einer Verwertung zugeführt werden können. Dies sollte durch den Verordnungstext deutlich werden.

Außerdem sollten Konkretisierungen, wie sie beispielsweise die Versatzverordnung für die Rückgewinnung von Metallen vorsieht, auch in dieser Verordnung nicht fehlen.

Die Ergänzungen dienen somit der Konkretisierung und Klarstellung.

### **3.4 Zu § 15 Nachsorge**

In Abs. 1 erster Satz sollten zusätzlich die Deponien der Klassen I und II aufgenommen werden, so dass Satz 1 wie folgt beginnt:

Der Betreiber einer Deponie der Klassen Ia, Ib, II, III oder IV hat ....

#### Begründung

Es ist nicht sachgerecht, dass die Betreiber von Deponien der Klassen Ia, Ib und II keine Nachsorgemaßnahmen durchführen müssen, denn auch von solchen Deponien können nach der Stilllegung negative Auswirkungen auf die Umwelt ausgehen. Auch in der in Abs. 1 genannten behördlichen Entscheidung nach § 22 Abs. 1 und 4 werden Deponien der Klassen Ia, Ib und II nicht ausgenommen. Daher sollte auch hier keine Einschränkung auf Deponien der Klassen III und IV erfolgen.

### **3.5 Zu § 19 Sicherheitsleistung**

In § 19 Abs. 3 wird zur Berechnung der Höhe der Sicherheitsleistung für alle Deponieklassen ein Nachsorgezeitraum von 30 Jahren angesetzt. Dies ist nicht sachgerecht. Für unterschiedlichen Deponieklassen sollten aufgrund der unterschiedlichen Gefahren- und Schadstoffpotenziale der enthaltenen Abfälle auch unterschiedliche Nachsorgezeiträume vorgesehen werden. Beispielsweise für Deponien der Klasse I 30 Jahre, für Deponien der Klasse II 60 Jahre und für Deponien der Klasse III 90 Jahre.

Für Deponien der Klasse IV gehen wir davon aus, dass die Ablagerung in der Regel – wie in Nr. 10.1. der TA Abfall vorgeschrieben – so erfolgt, dass keine Nachsorge erforderlich ist. Trotzdem ist es, wie in § 15 ausgesagt, sachgerecht, auch von Betreibern von Deponien der Klasse IV Nachsorgemaßnahmen zu fordern, wenn diese von der Behörde als notwendige erachtet werden.

### **3.6 Zu § 22 Behördliche Entscheidung**

In § 22 Abs. 1 sollte nach Nr. 4 eine zusätzliche Nummer eingefügt werden und wie folgt lauten:

die zugelassenen Verfestigungsverfahren sowie die Rezepturen für die zugelassenen Mischungen,

#### **Begründung**

Änderungen der Verfestigungsverfahren und Änderungen der Rezepturen können Auswirkungen auf die Sicherheit einer Deponie haben. In einem Planfeststellungsbeschluss, einer Plangenehmigung oder einer Planänderungsgenehmigung sollten daher nicht nur die zugelassenen Abfallarten sondern auch die zulässigen Verfestigungsverfahren sowie die Rezepturen für die zugelassenen Mischungen festgelegt werden, damit zukünftige Änderungen der Verfestigungsverfahren oder Rezepturen zumindest anzeigepflichtig werden.

### **3.7 Zu § 24 Verwertung**

#### **3.7.1 Zu Abs. 1**

§ 24 Abs. 1 Nr. 1 sollte um folgenden Halbsatz ergänzt werden:

und dies in Übereinstimmung mit der Planfeststellung, der Plangenehmigung oder der Planänderungsgenehmigung steht,

#### **Begründung**

Die Verwertung von Abfällen auf einer Deponie für Infrastrukturmaßnahmen ist faktisch mit der Beseitigung identisch; in beiden Fällen werden Abfälle abgelagert.

Aus diesem Grund umfasst die behördliche Entscheidung nach § 22 auch die Verwertung auf einer Deponie. Zur Klarstellung sollte dies auch aus § 24 hervorgehen.

### 3.7.2 Zu Abs. 2

§ 24 Abs. 2 sollte wie folgt geändert werden:

Sonstige Anforderungen, die sich aus abfallrechtlichen oder abfallwirtschaftlichen, insbesondere aus den §§ 4 und 5 KrW-/AbfG, sowie aus immissionsschutzrechtlichen, bodenschutzrechtlichen, wasserrechtlichen oder gefahrstoffrechtlichen Rechtsvorschriften ergeben, bleiben unberührt.

#### Begründung:

Häufig stehen für einen Abfall verschiedene Verwertungsoptionen offen. In solchen Fällen ist nach § 5 Abs. 2 KrW-/AbfG eine möglichst hochrangige Verwertung anzustreben. D.h., die Verwertung soll mit dem Verfahren erfolgen, das im Vergleich mit den anderen Verwertungsverfahren dasjenige darstellt, das in der ökologischen Wertigkeit an höchster Stelle steht. Dabei ist sowohl die abfallwirtschaftliche Rangfolge als auch die relative Schadlosigkeit gegenüber der Beseitigung zu berücksichtigen (s.u.). Die Verordnung hingegen schränkt die Anforderungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes ein, denn sie lässt in § 24 die Verwertung von Abfällen auf Deponien zu, ohne auf die Notwendigkeit eines Vergleichs verschiedener möglicher Verwertungsverfahren hinzuweisen.

#### Abfallwirtschaftliche Rangfolge

Zur Erstellung einer abfallwirtschaftlichen Rangfolge werden zwei Verwertungskategorien unterscheiden:

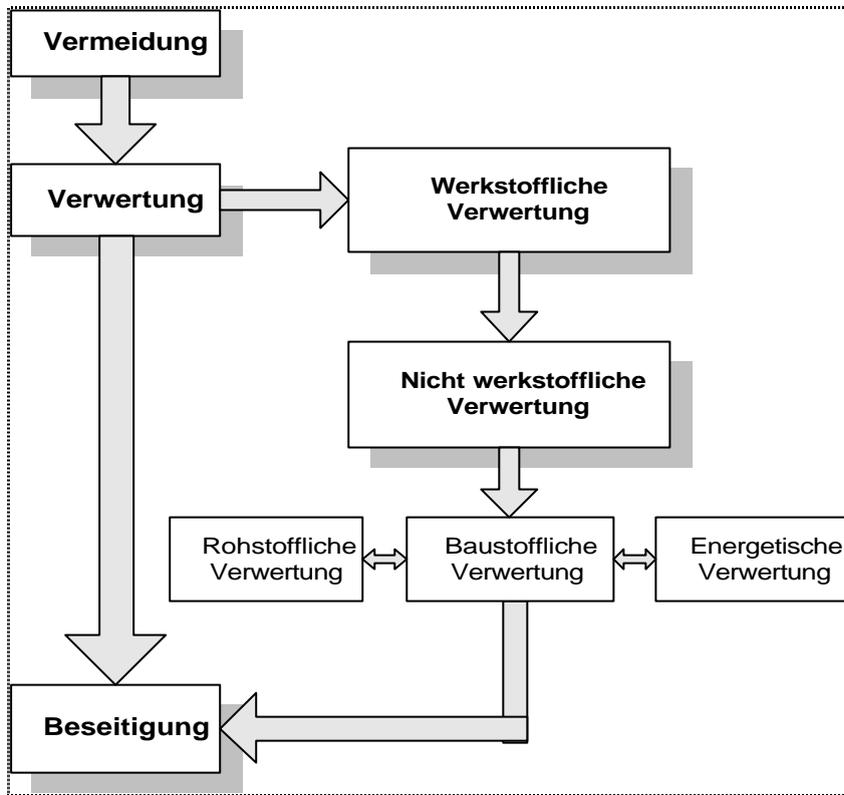
1. Werkstoffliche Verwertung
2. Nicht werkstoffliche Verwertung

Die nicht werkstoffliche Verwertung wiederum lässt sich unterteilen in

- rohstoffliche Verwertung,
- baustoffliche Verwertung und
- energetische Verwertung.

Die abfallwirtschaftliche Rangfolge zeigt Abbildung 3.1

Abbildung 3.1 Abfallwirtschaftliche Rangfolge



Die **Werkstoffliche Verwertung** hat das Ziel, den anfallenden Abfall so zu behandeln, dass ein Gut erhalten wird, welches wieder in den Produktionskreislauf integriert werden kann. Werkstoffliche Verwertungsverfahren zeichnen sich häufig durch Isolierung (Aufkonzentration) von Bestandteilen des Abfalls aus. Gelegentlich können Stoffe auch ohne vorherige Behandlung wieder in den Produktionskreislauf eingebunden werden.

**Rohstoffliche Verwertungsverfahren** sollten mit der Verwertung auf Deponien nicht in Konflikt geraten, denn hierzu geeignete Abfälle sind für Infrastrukturmaßnahmen auf Deponien ungeeignet. Sie zeichnen sich nämlich dadurch aus, dass sie Produkte liefern, die qualitativ als äquivalent zu petrochemischen Grundstoffen (z.B. Erdöl- oder Synthesegasersatz) einzustufen sind.

Unter **baustofflicher Verwertung** sind alle Verfahren zu verstehen, die anfallende Abfälle (mit oder ohne Vorbehandlung) in andere Materialien im Rahmen baulicher Tätigkeiten einbinden. Im Gegensatz zur werkstofflichen Verwertung ist die Isolierung definierter Bestandteile des Abfalls bei der baustofflichen Verwertung nicht vorgesehen. Der Begriff „Material, in welches der Abfall eingebunden werden soll“, ist weit zu verstehen. Beispiele sind die Aufnahme von Abfällen in den Straßen- und Wegebau, den Hoch- und Tiefbau, den Bergversatz sowie den Landschaftsbau. In

Einzelfällen kann die exakte Zuordnung eines Verwertungsverfahrens zu werkstofflicher oder baustofflicher Verwertung Schwierigkeiten bereiten.

Bei der **energetischen Verwertung** wird aus unvorbehandelten oder vorbehandelten Abfällen Energie in Form von Wärme und/oder Strom gewonnen. Abfälle zur energetischen Verwertung kommen für die Verwertung auf Deponien sicher nicht in Betracht, da ihr Heizwert ohne Vermischung mit anderen Stoffen derzeit mindestens 11.000 kJ/kg betragen muss.

### Schadlosigkeit

Im Sinne von § 5 Abs. 5 KrW-/AbfG muss sich jedes Verwertungsverfahren mit der Alternative der direkten Abfallbeseitigung messen lassen. Dies bedeutet, dass die Schadlosigkeit der Verwertung in Relation zur Schadlosigkeit der Beseitigung gesetzt werden muss. Die Einstufung eines Verwertungsverfahrens als ökologisch vorteilhaft ist nur gerechtfertigt, wenn die relative Schadlosigkeit gegenüber der Beseitigung gegeben ist. Dabei sind insbesondere

- die zu erwartenden Emissionen,
- das Ziel der Schonung der natürlichen Ressourcen,
- die einzusetzende oder zu gewinnende Energie und
- die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, Abfällen zur Verwertung oder daraus gewonnenen Erzeugnissen

zu berücksichtigen. Maßgeblich für die Betrachtung ist der Stand der Technik für das jeweilige Verfahren.

Für den Vergleich verschiedener Verwertungsverfahren untereinander bedeutet dies, dass dasjenige Verwertungsverfahren höher einzustufen ist, das im Vergleich mit einem anderen schadloser ist.

Darüber hinaus muss ein ausgewähltes Verwertungsverfahren folgenden Kriterien entsprechen:

#### 1. **Anreicherungsverbot**

Im Verwertungs- bzw. Recyclingkreislauf darf keine gefährliche Anreicherung schädlicher Stoffe erfolgen.<sup>41</sup> So sollten die Produkte aus der Verwertung keine höheren Schadstoffkonzentrationen aufweisen als die originären Materialien, die keine zu verwertenden Stoffzuschläge erhalten bzw. es muss eine Einzelfallbewertung durchgeführt werden, ob die Belastung als akzeptabel eingestuft werden kann.

#### 2. **Verdünnungsverbot**

Durch das Verwertungsverfahren dürfen keine gefährlichen oder schädlichen Stoffe in anderen Medien gestreckt oder verdünnt werden bzw. es muss eine

---

<sup>41</sup> § 5 Abs. 3 Satz 3 KrW-/AbfG.

Einzelfallbewertung durchgeführt werden, ob die Belastung und somit das Verfahren als akzeptabel eingestuft werden kann.

### 3. Vermischungsverbot

Das Vermischen von zur Verwertung anstehenden Stoffen untereinander oder zu anderen Produkten darf nur erfolgen, wenn dies zur Ausbildung der notwendigen Eigenschaften des Neuprodukts erforderlich ist.<sup>42</sup>

### 4. Näheprinzip

Grundsätzlich muss die Verwertung eines Abfalls in möglichst räumlicher Nähe erfolgen, um unnötigen Verkehr und damit Umweltbelastungen zu vermeiden. Die Verbringung von Abfällen zur Verwertung in Staaten ohne vergleichbare abfallrechtliche und sonstige umweltgesetzliche Regelungen stellt in jedem Fall eine Verletzung dieses Kriteriums dar.

## Unterscheidung

In Konkurrenz zur Abfallverwertung auf Deponien (Infrastrukturmaßnahmen) können nur werkstoffliche und baustoffliche Verwertungsverfahren treten. Rohstoffliche und energetische Verwertungsverfahren kommen nicht in Betracht.

Werkstoffliche Verwertungsverfahren sind in der abfallwirtschaftlichen Rangfolge höher einzustufen als baustoffliche Verwertungsverfahren. Die baustoffliche Verwertung eines Abfalls darf nur dann erfolgen, wenn das angewandte Verfahren schadloser ist als das konkurrierende werkstoffliche Verwertungsverfahren und eine Prüfung ergibt, dass der Vorteil „schadloser“ den Vorteil „höhere abfallwirtschaftliche Stufe“ überwiegt.

In der überwiegenden Zahl der Fälle werden aber verschiedene baustoffliche Verwertungsverfahren mit der Verwertung auf der Deponie (Infrastrukturmaßnahmen) konkurrieren, so dass Kriterien notwendig sind, die eine Einstufung und Unterscheidung der verschiedenen baustofflichen Verwertungsverfahren ermöglichen.

#### 1. Wertigkeit der Verwertungsmaßnahme

Unterschiede in der Wertigkeit einer baustofflichen Verwertungsmaßnahme sind vor allem daran festzumachen, wie „wertvoll“ der Baustoff ist, der durch den Abfall ersetzt bzw. eingespart wird.

#### 2. Umweltauswirkungen

Je geringer die möglichen negativen Umweltauswirkungen einer baustofflichen Verwertungsmaßnahme sind, desto höher ist das Verwertungsverfahren einzustufen. Hier ist eine Einzelfallprüfung unter Berücksichtigung der vier oben genannten Kriterien sowie der Emissionen in Luft, Wasser und Boden, Energieverbrauch und Ressourcenschonung erforderlich.

#### 3. Abwehr von Gefahren und negativen Umweltauswirkungen

Sollte sich im Einzelfall für einen Abfall aufgrund der Wertigkeit und der

---

<sup>42</sup> Vgl. § 5 Abs. 2 Satz 4 KrW-/AbfG und Ziffer 4.2 der TA Abfall.

Umweltauswirkungen kein Unterschied zwischen zwei oder mehr zur Verfügung stehender baustofflicher Verwertungsmaßnahmen ergeben, ist das baustoffliche Verwertungsverfahren höher einzustufen, das der Abwehr einer Gefahr oder einer negativen Umweltauswirkung dient. Beispiele sind die Verhinderung des Einsturzes eines Bergwerks mittels Versatz oder die Verringerung von Verkehrslärm durch Bau eines Lärmschutzwalls.