

# TENDENZEN DER DEPONIETECHNIK IN DER SCHWEIZ

M. GANDOLLA

(KURZFASSUNG)

Der Bundesrat hat die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) ab dem 1. Februar 1991 in Kraft gesetzt. Mit dieser Verordnung bestehen erstmals, gestützt auf das Umweltschutzgesetz, allgemeine technische und organisatorische Bundesvorschriften über die Verwertung und Behandlung von Abfällen. Der Vollzug der Verordnung liegt in erster Linie bei den Kantonen.

Die TVA enthält allgemeine Vorschriften über die Separatsammlung, das Verwerten und Behandeln von Abfällen und über die kantonale Abfallplanung. Mit speziellen technischen und organisatorischen Vorschriften werden Errichtung, Betrieb und Kontrolle von Deponien, Abfallverbrennungsanlagen, Zwischenlagern und größeren Kompostierungsanlagen geregelt. Einen großen Raum nehmen die Vorschriften über das Deponieren von Abfällen ein. Die TVA enthält die Bewilligungsvoraussetzungen für Deponien und legt die Anforderungen an Standort, Errichtung, Betrieb und Überwachung von Deponien sowie die Zulassungsbedingungen für Abfälle in den Einzelheiten fest.

Im Bereich der Ablagerung von Abfällen nimmt die TVA eine entscheidende Neuorientierung vor: Nicht verwertbare Abfälle sollen grundsätzlich durch Vorbehandlung so aufbereitet werden, daß sie in einer chemisch stabilen, wasserunlöslichen, praktisch nur aus anorganischen Verbindungen bestehenden Form abgelagert werden können. Deponien, in denen ausschließlich solche Rückstände abge-

lagert werden, führen zu keinen langfristigen Grundwassergefährdungen. Die strengen Anforderungen der TVA an die chemisch-physikalischen Eigenschaften dieser Abfälle bilden zusammen mit den Vorschriften über den Standort, die Abdichtung und die Entwässerung der Deponien sowie den betrieblichen Anforderungen die wesentliche Sicherheitsbarriere, die letztlich verhindert, daß aus den Deponien die Altlasten der Zukunft werden.

---

**Beilagen 1-5:** (Seite 38 - 42)

Auszüge aus der TVA (Technische Verordnung über Abfälle ab 1. Februar 1991)

*Anschrift des Verfassers:*

*Prof. Dipl.-Ing. M. GANDOLLA,  
Ente Smalmento rifiuli Pregnom,  
via Industria,  
CH-6934 Bioggio*

Anhang I  
(Art. 32)

## Auf Deponien zugelassene Abfälle

## I Inertstoffdeponien

Auf Inertstoffdeponien dürfen nur abgelagert werden:

- a. Inertstoffe nach Ziffer 11;
- b. Bauabfälle nach Ziffer 12.

## II Inertstoffe

Abfälle gelten als Inertstoffe, wenn mit chemischen Analysen nachgewiesen wird, dass:

- a. die Abfälle zu mehr als 95 Gewichtsprozent, bezogen auf die Trockensubstanz, aus gesteinsähnlichen Bestandteilen wie Silikaten, Carbonaten oder Aluminaten bestehen;
- b. die Schwermetallgrenzwerte der Tabelle nicht überschritten werden;

Schwermetall	mg/kg trockener Abfall
Blei .....	500
Cadmium .....	10
Kupfer .....	500
Nickel .....	500
Quecksilber .....	2
Zink .....	1000

- c. sich beim Extrahieren einer zerkleinerten Abfallprobe (maximale Korngröße 5 mm) mit der zehnfachen Gewichtsmenge an destilliertem Wasser nicht mehr als 5 g Abfallanteile pro kg Trockensubstanz auflösen.
- d. die Grenzwerte der in den Tabellen aufgeführten Stoffe im Eluat der Abfälle nicht überschritten werden. Dazu sind zwei Tests durchzuführen. Für Test 1 ist als Elutionsmittel kontinuierlich mit Kohlendioxid gesättigtes Wasser, für Test 2 destilliertes Wasser zu verwenden. Die Einhaltung einzelner Grenzwerte muss nicht geprüft werden, wenn aufgrund der Zusammensetzung und Herkunft der Abfälle nachgewiesen ist, dass diese nicht überschritten werden können. Das Bundesamt erlässt Richtlinien über die Durchführung der Eluattests.

## Test 1

Stoff	Grenzwert
Aluminium .....	1,0 mg/l
Arsen .....	0,01 mg/l
Barium .....	0,5 mg/l
Blei .....	0,1 mg/l
Cadmium .....	0,01 mg/l
Chrom-III .....	0,05 mg/l
Chrom-VI .....	0,01 mg/l
Kobalt .....	0,05 mg/l
Kupfer .....	0,2 mg/l
Nickel .....	0,2 mg/l
Quecksilber .....	0,005 mg/l
Zink .....	1,0 mg/l
Zinn .....	0,2 mg/l

## Test 2

Stoff	Grenzwert
Ammoniak/Ammonium .....	0,5 mg N/l
Cyanide .....	0,01 mg CN/l
Fluoride .....	1,0 mg/l
Nitrite .....	0,1 mg/l
Sulfite .....	0,1 mg/l
Sulfide .....	0,01 mg/l
Phosphate .....	1,0 mg P/l
geläster organischer Kohlenstoff (DOC) .....	20,0 mg C/l
Kohlenwasserstoffe .....	0,5 mg/l
lipophile, schwerflüchtige, organische Chlorverbindungen .....	0,01 mg Cl/l
chlorierte Lösungsmittel .....	0,01 mg Cl/l
pH-Wert .....	6-12

## 12 Bauabfälle

Auf Inertstoffdeponien dürfen Bauabfälle abgelagert werden, wenn folgende Anforderungen erfüllt sind:

- a. Die Abfälle dürfen nicht mit Sonderabfällen vermischt sein.
- b. Sie müssen zu mindestens 90 Gewichtsprozent aus Steinen oder gesteins-

ähnlichen Bestandteilen wie Beton, Ziegel, Asbestzement, Glas, Mauerbruch, Strassenaufbruch bestehen.

c. Metalle, Kunststoffe, Papier, Holz und Textilien müssen vorgängig soweit entfernt werden, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

<sup>1</sup> Auf Inertstoffdeponien darf unverschmutztes Aushub- und Abraummaterial abgelagert werden, soweit es nicht für Rekultivierungen verwertet werden kann.

## 2 Reststoffdeponien

<sup>1</sup> Auf Reststoffdeponien dürfen nur Reststoffe abgelagert werden. Als Reststoffe gelten Abfälle, für welche die Anforderungen nach den Absätzen 2-6 erfüllt sind.

<sup>2</sup> Die chemische Zusammensetzung von mindestens 95 Gewichtsprozent des Abfalls, bezogen auf das Trockengewicht, muss, nötigenfalls gestützt auf chemische Untersuchungen, bekannt sein.

<sup>3</sup> Mit chemischen Analysen ist nachzuweisen, dass:

- die Abfälle, bezogen auf 1 kg Trockensubstanz, nicht mehr als 50 g organischen Kohlenstoff und 10 mg hochsiedende lipophile organische Chlorverbindungen enthalten;
- sich beim Extrahieren einer zerkleinerten Abfallprobe (maximale Korngrösse 5 mm) mit der zehnfachen Gewichtsmenge an destilliertem Wasser nicht mehr als 50 g Abfallanteile pro kg Trockensubstanz auflösen;
- die Abfälle ein Säurebindevermögen (Alkalinität) von mindestens 1 Mol pro kg Trockensubstanz aufweisen, es sei denn, es wird nachgewiesen, dass sie mit verdünnten Säuren nicht reagieren können;
- die Abfälle beim Kontakt mit anderen Reststoffen, Wasser oder Luft weder Gase noch leicht wasserlösliche Stoffe bilden können.

<sup>4</sup> Mit zwei Tests ist nachzuweisen, dass die Grenzwerte der in der Tabelle aufgeführten Stoffe im Eluat nicht überschritten werden. Für Test 1 ist als Elutionsmittel kontinuierlich mit Kohlendioxid gesättigtes Wasser, für Test 2 destilliertes Wasser zu verwenden. Die Einhaltung einzelner Grenzwerte muss nicht geprüft werden, wenn aufgrund der Zusammensetzung und Herkunft der Abfälle nachgewiesen ist, dass diese nicht überschritten werden können. Das Bundesamt erlässt Richtlinien über die Durchführung der Eluattests.

### Test 1

Stoff	Grenzwert
Aluminium	10,0 mg/l
Arsen	0,1 mg/l
Barium	5,0 mg/l
Blei	1,0 mg/l
Cadmium	0,1 mg/l
Chrom-III	2,0 mg/l
Chrom-VI	0,1 mg/l
Kobalt	0,5 mg/l
Kupfer	0,5 mg/l
Nickel	2,0 mg/l
Quecksilber	0,01 mg/l
Zink	10,0 mg/l
Zinn	2,0 mg/l

### Test 2

Stoff	Grenzwert
Ammoniak/Ammonium	5,0 mg N/l
Cyanide	0,1 mg CN/l
Fluoride	10,0 mg/l
Nitrite	1,0 mg/l
Sulfite	1,0 mg/l
Sulfide	0,1 mg/l
Phosphate	10,0 mg P/l
gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	50,0 mg C/l
biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> )	10,0 mg O <sub>2</sub> /l
Kohlenwasserstoffe	5,0 mg/l
lipophile, schwerflüchtige, organische Chlorverbindungen	0,05 mg Cl/l
chlorierte Lösungsmittel	0,1 mg Cl/l
pH-Wert	6-12

<sup>5</sup> Es ist nachzuweisen, dass:

- die Eluate nach Absatz 4 in einem bakteriellen Toxizitätstest (z. B. Atmungstest, Beliebschlammtest) nicht toxisch wirken, oder
- die Zusammensetzung und Herkunft des Abfalls eine toxische Wirkung ausschliesst.

<sup>4</sup> Die Behörde kann die Grenzwerte nach Absatz 3 Buchstaben a und b für gleichartige Abfälle eines Inhabers herabsetzen, wenn:

- a. der Inhaber mehr als 500 t gleichartige Abfälle pro Jahr abgibt;
- b. dies für den Inhaber technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

### 3 Reaktordeponien

<sup>1</sup> Auf Reaktordeponien dürfen, unter Vorbehalt der Absätze 2 und 3, nur folgende Abfälle abgelagert werden:

- a. auf Inertstoffdeponien zugelassene Abfälle (Ziff. 1);
- b. Schlacke aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle, sowie andere Schlacke mit ähnlichen Eigenschaften;
- c. Klärschlamm aus öffentlichen Abwasserreinigungsanlagen mit einem Wassergehalt von weniger als 65 Gewichtsprozent, der nicht verwertet oder der mangels Anlagenkapazität nicht verbrennt werden kann;
- d. Bauabfälle, die nicht auf Inertstoffdeponien abgelagert werden dürfen, mangels Anlagenkapazität nicht anders behandelt werden können und nicht mit Sonderabfällen vermischt sind;
- e. Siedlungsabfälle, die mangels Anlagenkapazität nicht verbrannt werden können;
- f. Abfälle, die in bezug auf Zusammensetzung, Wasserlöslichkeit und Verhalten mit denjenigen nach den Buchstaben a–e vergleichbar sind und nicht Sonderabfälle sind.

<sup>2</sup> Die Behörde kann dem Inhaber einer Reaktordeponie gestatten, Reststoffe nach Ziffer 2 abzulagern, wenn er sie in abgetrennten Abteilen so ablagert, dass ein Stoffaustausch mit anderen Abfällen ausgeschlossen ist.

<sup>3</sup> Die Behörde kann dem Inhaber einer Reaktordeponie ausnahmsweise gestatten, einen bestimmten Sonderabfall in einer begrenzten Menge abzulagern, wenn:

- a. der Abfall nicht verwertet oder anders behandelt werden kann;
- b. dessen Menge und chemische Zusammensetzung im voraus deklariert werden;
- c. nachgewiesen ist, dass der Abfall in bezug auf Zusammensetzung, Wasserlöslichkeit und Verhalten mit den Abfällen nach Absatz 1 Buchstaben a–e vergleichbar ist.

4377

### Anhang 2 (Art. 30)

#### Anforderungen an Standort, Errichtung und Abschluss von Deponien

##### I Standort

<sup>1</sup> Deponien dürfen nicht in Grundwasserschutzzonen (Zonen S 1, S 2, S 3) und Grundwasserschutzzonen errichtet werden.

<sup>2</sup> Mit Baugrunduntersuchungen und Setzungsberechnungen ist nachzuweisen, dass der Untergrund und die Umgebung der Deponie, allenfalls unter Einbezug baulicher Massnahmen, Gewähr dafür bieten, dass die Deponie langfristig stabil bleibt und dass keine Verformungen auftreten, die insbesondere das Funktionieren der vorgeschriebenen Anlagen zur Abdichtung, Entwässerung und Entgasung beeinträchtigen können. Beim Nachweis sind Gewicht und Eigenschaften der abzulagernden Abfälle sowie Zeit und Witterungseinflüsse zu berücksichtigen.

<sup>3</sup> Es ist nachzuweisen, dass der Standort nicht in einem überschwemmungs-, steinschlag-, rutschungs-, lawinen- oder besonders erosionsgefährdeten Gebiet liegt.

<sup>4</sup> Es ist nachzuweisen, dass der Standort nicht in einem der folgenden Gebiete liegt:

- a. Gebiet mit Lockergesteinsgrundwasser, das sich für die Wassergewinnung eignet oder Gebiet, das sich für die künstliche Grundwasseranreicherung eignet sowie deren unmittelbare Randgebiete;
- b. Karstgebiet, dessen Grundwasser für die Trinkwassergewinnung von Bedeutung ist;
- c. Gebiet, das Lockergesteins- und Spaltengrundwasser aufweist und im Einzugsgebiet von Quellen liegt, an deren Nutzung für die Trinkwassergewinnung ein öffentliches Interesse besteht.

<sup>5</sup> Es ist nachzuweisen, dass die Eigenschaften des Untergrundes es als unwahrscheinlich erscheinen lassen, dass Abwasser versickern kann. Dieser Nachweis ist in der Regel erbracht, wenn natürliche, weitgehend homogene Schichten vorliegen, deren Mächtigkeit mindestens 7 m und deren Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  höchstens  $1 \times 10^{-7}$  m/s beträgt. Weisen die natürlichen Schichten eine Mächtigkeit von weniger als 7 m auf, so können nach den Regeln des Erdbaus geschütete Schichten zusätzlich mitberücksichtigt werden.

<sup>6</sup> Die Nachweise nach den Absätzen 3–5 sind mit geologischen und hydrogeologischen Untersuchungen zu erbringen. Für Inertstoffdeponien muss von diesen Nachweisen lediglich derjenige nach Absatz 4 oder 5 erbracht werden.

<sup>7</sup> Es dürfen keine unterirdischen Reaktordeponien errichtet werden.

**2 Errichtung****21 Allgemeine Vorschriften**

<sup>1</sup> Vorübergehende Terrainveränderungen müssen möglichst naturnah erfolgen.

<sup>2</sup> Dimensionierung und Materialwahl müssen gewährleisten, dass die Anlagen, insbesondere diejenigen zur Abdichtung, Entwässerung und Entgasung, auch langfristig sicher funktionieren. Dabei sind physikalische, chemische und biologische Prozesse in der Deponie während der Errichtung, dem Betrieb und nach dem Abschluss zu berücksichtigen.

**22 Abdichtung**

<sup>1</sup> Deponien müssen an Basis und Flanken abgedichtet werden. Dies gilt nicht für Inertstoffdeponien, für die der Nachweis nach Ziffer 1 Absatz 4 erbracht wird.

<sup>2</sup> Werden Deponien, für die eine Abdichtung erforderlich ist, etappenweise errichtet, so ist jede Etappe einzeln abzudichten. Dies gilt auch für Reststoffabteile auf Reaktordeponien (Anhang 1 Ziff. 3 Abs. 2).

<sup>3</sup> Die Abdichtung muss langfristig verhindern, dass Abwasser versickern kann; die Untergrundbeschaffenheit, die Neigung von Deponiebasis und -flanken sowie die Beschaffenheit der Entwässerungsschicht sind zu berücksichtigen. In der Regel genügt eine der folgenden Abdichtungen:

- a. Mineralische Abdichtung: Sie muss eine Mindestdicke von 80 cm und einen Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  von weniger oder gleich  $1 \times 10^{-9}$  m/s aufweisen und in mindestens drei Schichten eingebaut werden, wobei jede Schicht einzeln verdichtet und vor dem Austrocknen geschützt werden muss.
- b. Abdichtung aus Asphaltbelag: Sie muss eine Mindestdicke von 7 cm aufweisen, über einer geeigneten Fundaments- und Binderschicht eingebaut und so verdichtet werden, dass der an einem Probestück bestimmte Hohlraumgehalt höchstens 3 Prozent beträgt.
- c. Abdichtung aus Kunststofffolien: Sie muss eine Mindestdicke von 2,5 mm aufweisen und über einer mineralischen Abdichtung nach Buchstabe a von einer Mindestdicke von 50 cm eingebaut werden.
- d. Andere Abdichtungen: Mit Labor- und Feldversuchen ist nachzuweisen, dass diese den Abdichtungen nach den Buchstaben a–c mindestens gleichwertig sind.

<sup>4</sup> Die Wirksamkeit der Abdichtungen muss während dem Einbau und vor dem Überdecken geprüft und dokumentiert werden.

**23 Entwässerung**

<sup>1</sup> Deponien müssen so errichtet werden, dass das Abwasser in freiem Gefälle abfließen kann und weder über der Abdichtung noch hinter Abschlussdämmen gestaut werden kann. Zu diesem Zweck muss insbesondere die Deponiebasis ein entsprechendes Gefälle aufweisen.

<sup>2</sup> Deponien, für die eine Abdichtung erforderlich ist, müssen über Anlagen zur Entwässerung aus folgenden Elementen verfügen:

- a. eine gut durchlässige Entwässerungsschicht über der Deponiebasis und den Flanken, deren Funktionsfähigkeit durch die aus dem Deponiekörper stammenden Feinsteile auch langfristig nicht beeinträchtigt werden kann;
- b. in die Entwässerungsschicht eingelegte Entwässerungsleitungen zum Sammeln und Ableiten des Sickerwassers;
- c. eine Entwässerung nach den Buchstaben a und b unterhalb der Abdichtung, wenn vom Untergrund und von der Seite Wasser zufließen kann.

<sup>3</sup> Wird die Deponie etappenweise errichtet, muss jede Etappe über Entwässerungsanlagen verfügen, die voneinander unabhängig sind und einzeln kontrolliert werden können. Dies gilt auch für Reststoffabteile auf Reaktordeponien (Anhang 1 Ziff. 3 Abs. 2).

<sup>4</sup> Entwässerungsleitungen sind so anzulegen, dass sie nach Abschluss der Setzungen ein Gefälle von mindestens 2 Prozent aufweisen.

<sup>5</sup> Bei Hauptleitungen und anderen wesentlichen Anlagenteilen müssen jederzeit Zustandskontrollen und Unterhaltsarbeiten ausgeführt werden können.

<sup>6</sup> Das in den Entwässerungsanlagen gesammelte und abgeleitete Abwasser muss, nötigenfalls nach entsprechender Behandlung, in einen Vorfluter oder eine Abwasserreinigungsanlage eingeleitet werden. Das innerhalb des Deponiekörpers gesammelte Abwasser muss getrennt von anderem gesammeltem Abwasser eingeleitet werden. Die Anlagen müssen sicherstellen, dass bei sämtlichen Einleitungen Probenahmen und Mengenmessungen möglich sind.

<sup>7</sup> Wird Abwasser in einen Vorfluter eingeleitet, ist durch bauliche Massnahmen sicherzustellen, dass das Abwasser nötigenfalls jederzeit behandelt oder in eine Abwasserreinigungsanlage eingeleitet werden kann.

<sup>8</sup> Bachläufe im Bereich der Deponie sind zu fassen und, spätestens nach Abschluss der Deponie, an der Erdoberfläche um diese herumzuleiten.

<sup>9</sup> In der unmittelbaren Umgebung der Deponie sind Möglichkeiten zur Entnahme von Grundwasserproben zu schaffen, und zwar an mindestens drei Stellen im Unterstrom und an mindestens einer Stelle im Oberstrom.

**24 Entgasung**

<sup>1</sup> Reaktordeponien müssen über Anlagen verfügen, mit denen die Gase aus allen Bereichen der Deponie so erfasst, abgeleitet, verwertet oder sonstwie behandelt werden können, dass die Emissionsgrenzwerte eingehalten werden. Wird

die Deponie etappenweise errichtet, sind Entgasungsanlagen einzurichten, die einzeln reguliert und kontrolliert werden können.

<sup>1</sup> Reststoffdeponien sowie Reststoffabteile auf Reaktordeponien (Anhang I Ziff. 3 Abs. 2) müssen über Anlagen wie Sammelleitungen oder Siphons an Entwässerungsleitungen verfügen, welche gewährleisten, dass die Abluft nötigenfalls erfasst werden kann.

### 3 Abschluss

<sup>1</sup> Werden keine Abfälle mehr abgelagert, ist die Oberfläche von Deponien und von allfälligen Etappen abzudecken. Die Oberfläche muss für die Entwässerung ein ausreichendes Gefälle aufweisen.

<sup>2</sup> Muss wegen der Zusammensetzung des Abwassers verhindert werden, dass Niederschlagswasser in die Deponie einsickern kann, so ist die Oberfläche abzudichten, sobald sich der Deponieinhalt gesetzt hat. Die Oberflächenabdichtung ist zudem mit einer geeigneten Entwässerungsschicht zu überdecken.

<sup>3</sup> Sobald sich der Deponieinhalt gesetzt hat, ist die Oberfläche überdies mit einer rekultivierbaren Deckschicht zu versehen. Diese soll sicherstellen, dass die vorgesehene Nutzung die Oberflächenabdichtung auch langfristig nicht beschädigen kann.

<sup>4</sup> Die Oberfläche von abgeschlossenen Deponien ist naturnah zu gestalten und, wenn sie nicht landwirtschaftlich genutzt wird, standortgerecht zu bepflanzen.

4377