

Neue Richtlinien für die Ablagerung von Abfällen

Peter Lechner, Wien*)

Vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft wurde gemeinsam mit dem Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie im Jahr 1990 die „Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen“ herausgegeben.

Technischen Regelungen kommt gerade im Entsorgungsbereich immer größere Bedeutung zu. Im Gegensatz zu Rechtsnormen stellen Richtlinien, Merkblättern oder Normen nur unverbindliche Unterlagen dar. Werden diese aber den Verwaltungsbehörden zur Anwendung empfohlen, dann kommen sie einer intern verbindlichen Verwaltungsvorschrift bereits sehr nahe.

Die Deponie sollte in der Abfallwirtschaft nur das Endglied einer Entsorgungskette sein, nachdem alle Möglichkeiten der Abfallvermeidung, Abfallverwertung, Abfallbehandlung und Schadstoffentfrachtung ausgeschöpft wurden.

Das der Richtlinie zugrunde liegende Deponiekonzept bzw. Barrierensystem wird vorgestellt. Die Regelung zur Begrenzung der umweltgefährdenden Eigenschaften, die Anforderungen an den Standort sowie Ausstattung und Betrieb der Deponie werden erläutert.

New Guidelines for the Landfilling of Wastes

“Guideline for the landfilling of wastes” were issued by the federal ministry for agriculture and forestry together with the federal ministry of Environment, Youth and Family.

Technical regulations are more and more important in the field of disposal. Opposed to legal standards, guidelines, fact sheets or norms are not binding. If these are, however, recommended to the administering authorities, they approach an internally binding administrative regulation.

The landfill should in the waste management serve only as

the end of the disposal chain, after all possibilities of waste avoidance, waste evaluation, and extraction of harmful substances have been exhausted.

The guidelines on the bases of existing landfill concepts or barrier systems are introduced. The regulation limiting the environmentally hazardous properties, the requirements of the location, as well as equipment and management of the landfill are highlighted.

Nouvelles directives pour le depot des déchets

En 1990, le Ministère fédéral pour la gestion des Terres et Forêts a émis, en collaboration avec le Ministère fédéral pour l'Environnement la Jeunesse et la Famille la «Directive pour le dépôt des déchets».

Dans la réglementation technique, le domaine de la manière de disposer des déchets prend toujours de plus en plus d'importance. Contrairement aux normes légales, directives, circulaires ou normes ne constituent que des documents n'ayant aucune valeur d'engagement. Mais s'ils sont recommandés aux autorités administratives pour être utilisés, ils se rapprochent beaucoup d'une prescription administrative ayant une valeur d'engagement interne.

Dans la gestion des déchets, le dépôts ne devrait être que le maillon final d'une chaîne pour disposer des déchets, après que toutes les possibilités pour éviter leur formation aient été épuisées, ceci afin de les utiliser, de les traiter et d'en éliminer les substances dangereuses.

On présente la conception du dépôt ou système de barrières qui se trouve à la base de cette directive. On expose les règles pour la limitation des propriétés menaçant l'environnement, les exigences locales ainsi que l'équipement et l'exploitation du dépôt.

1. Deponiekonzept

Das Konzept der Richtlinie (1), (2) basiert auf den in den österreichischen „Leitlinien zur Abfallwirtschaft“ enthaltenden grundsätzlichen Anforder-

1. Deposition concept

The concept of the guidelines (1), (2) is based on the principal requirement of the Austrian “Principle for Waste Management”, containing the basic requirements for the landfilling of waste:

Accordingly, the requirements on the quality of the landfilling can no longer be differentiated purely by specific characteristics of origins, e. g. domestic waste landfill or hazardous waste land-

*) Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Lechner
Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau
Technische Universität Wien
A-1040 Wien, Karlsplatz 13

derungen an die obertägige Ablagerung von Abfällen:

Demnach dürfen sich die Anforderungen an die Qualität von Deponien nicht mehr aus rein herkunftsspezifischen Unterscheidungsmerkmalen ableiten – z. B. Hausmülldeponie oder Sonderabfalldeponie – vielmehr gilt es, die Ablagerung von Abfällen nach deren Stoffinhalten bzw. Gefährdungspotential zu orientieren und daraus entsprechende Anforderungen an die Deponiequalitäten zu formulieren.

Da Deponien Bauwerke sind, haben sie im Gegensatz zu Schadstoffen nur eine zeitlich begrenzte Lebensdauer. Das Ablagern von Abfällen, die über ein hohes Emissions- oder auch unbekanntes Schadstoffpotential verfügen bzw. das Ablagern von toxischen Abfallstoffen, führt unabhängig von Standort und technischer Ausstattung der Deponie zu einem Langzeitrisko mit nicht abschätzbaren Folgekosten und Haftungsansprüchen. Damit widerspricht das direkte, endgültige Ablagern von umweltgefährdenden bzw. reaktionsfähigen Abfällen in sogenannten „Hochsicherheitsdeponien“ den Zielen einer zukunftsorientierten Abfallwirtschaft.

In den „Leitlinien“ (3) wird daher konsequenterweise eine umfassende Behandlung der Abfälle vor deren Ablagerung gefordert, sodaß letztlich nur noch „erdkrustenähnliche“ Rückstände abgelagert werden, d. s. Abfälle mit folgenden Eigenschaften:

- Kein die Umwelt über die Medien Luft, Wasser und Boden beeinträchtigendes Immissions- und/oder Emissionsverhalten, d. h. nicht mobil, also unlöslich bzw. dauerhaft schwer löslich.
- Nicht toxisch.
- Reaktionsträge mit Luft, Wasser und mit anderen Abfallstoffen.

Da für gewisse Abfälle diese Qualitätsanforderungen kurzfristig nicht erreichbar sein werden, wird kurz- bis mittelfristig für solche Abfälle folgender Weg einzuschlagen sein:

- Die Reaktionsfähigkeit, die Mobilisierbarkeit und die Toxizität der Abfallstoffe müssen so niedrig wie möglich sein.
- Ohne Emissionskontrolle und Reparaturmöglichkeit oder ohne Emissionskontrolle und Rückholbarkeit dürfen keine Abfälle abgelagert werden.

Um lineare Stoffflüsse, die permanente Umweltprobleme verursachen, durch Stoffkreisläufe zu ersetzen, ist vorab bei allen Abfällen zu prüfen, ob nicht eine Vermeidung, Verwertung oder eine thermische bzw. biologische Behandlung möglich ist.

Die rasche und möglichst weitgehende Reduktion des Gehaltes an organischen Substanzen im Abfall, selbstverständlich nach dem Stand der Behandlungstechnik, ist ein wichtiges Ziel zum Er-

fill – it is far more valid to orientate the landfilling of wastes according to their analysis or potential danger and thus demand the appropriate requirements of the landfill site.

As landfill sites are buildings, they have a limited life span, as opposed to the hazardous materials. The landfill of wastes which have a high emission or unknown hazardous potential, or the disposal of toxic wastes, leads to a long term risk, independent of site and technical equipment, with consequent costs and legal claims which cannot be estimated. This then speaks against the direct and permanent landfill of environmentally dangerous or potentially reactive wastes in "high security landfill" – the aims of a waste orientated industry towards the future.

In the guideline (3) as a consequence, there is a demand for a comprehensive treatment of waste landfill before landfill, so that finally only residues resembling materials like the earth's crust are landfilled of, i. e. wastes with the following properties:

- No characteristics which affect the environment through the media air, water or soil due to immission and/or emission, i. e. not mobile, that is to say insoluble or hardly soluble in the long term.
- Non-toxic.
- Inert to reactions with air, water and other waste materials.
- As this quality requirement cannot be achieved in the short term for certain wastes, for the short or medium term the following way will have to be followed for these materials:
- The reactivity, mobility and toxicity of the material must be as low as possible.
- Without emission control and the ability for repair, or without emission control and ability to retrieve, no wastes must be disposed of.

It is primarily required to examine all wastes, whether linear material flows, which cause permanent environmental problems, cannot be replaced by closed circuit flow.

To substitute linear material flows, which cause permanent environmental problems with closed circuit flows, it is first of all necessary to investigate whether an avoidance, reclaiming or a thermal or biological treatment is possible.

The fast and possibly extensive reduction of the content of organic substances in the waste, of course dependent on the latest state of the art of treatment technology, is an important aim to achieve an environmentally acceptable landfill.

Based on these ground rules, the guide lines are formulated for the following 3-barrier-system:

- Wastes to be landfilled
- Site
- Equipment, process and control

reichen einer umweltverträglichen, endgültigen Ablagerung.

Basierend auf diesen Grundsätzen werden in den Richtlinien für das folgende „3-Barrieren-System“ Anforderungen formuliert:

- Abzulagernde Abfälle,
- Standort,
- Ausstattung, Betrieb und Kontrolle.

Diejenigen gefährlichen Abfälle, die derzeit noch nicht so behandelt werden können, daß sie die stofflichen Anforderungen an den Deponieinput erfüllen, müssen entweder für eine begrenzte Zeit obertägig gelagert oder untertägig abgelagert werden.

Das Ablagern von Abfällen bekannter Zusammensetzung und begrenzter Schadstoffgehalte beinhaltet ein mittelfristiges Risiko, das abschätzbar ist, nämlich im Schadensfall die Emission von Sickerwasser mit bekanntem Inhalt. Bei richtiger Standortwahl und Deponietechnik sind mögliche Folgekosten und Haftungsansprüche kalkulierbar.

Die Ablagerung von Reststoffen oder Sekundärabfällen aus der Abfallbehandlung, deren hoher anorganischer Schadstoffgehalt in einer dauerhaft schwerlöslichen Form vorliegt, enthält nur mehr jenes Restrisiko, das allen dem Stand der Technik entsprechenden Prozessen anhaftet. Zur Minimierung dieses langfristig bestehenbleibenden Restrisikos müssen deshalb auch solche Deponien über eine technische Barriere verfügen.

Zur Abminderung eines Restrisikos sind immer Nachsorgemaßnahmen erforderlich. Die Durchführung von Nachsorgemaßnahmen an Deponien ist daher über einen in jedem Einzelfall festzulegenden Zeitraum sicherzustellen, sollte jedoch mindestens 20 Jahre betragen. Nach Ablauf dieses Zeitraumes wäre im Zuge einer neuerlichen behördlichen Überprüfung über weitere Maßnahmen zu entscheiden.

Dieses Konzept wurde der „Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen“ zugrundegelegt.

2. Deponietypen

Ein System der Zuordnung von Abfällen zu mehreren Stoffklassen oder Deponietypen ist unumgänglich, da bei einer gemeinsamen Ablagerung aller deponiefähigen Abfälle i. a. die ungünstigen Wechselwirkungen, wie Remobilisierung, Geruchsbildung etc., vor den günstigen Wechselwirkungen, wie Adsorption, Verdünnung etc., überwiegen, und weil das Verhalten der Stoffe in einer Multikomponentendeponie keinesfalls prognostizierbar ist.

In großen Mengen anfallender, nicht kontaminierter Bodenaushub, Abraum aus Kiesgruben, Steinbrüchen und aus dem Berg- und Tunnelbau ist kein Abfall und soll daher keinen speziellen Anforderungen an die Ablagerung unterliegen.

Those dangerous wastes which cannot yet be treated in this way, in order that they can fulfill the material regulations of the disposal site, must either be stored above ground for a limited period or be stored under ground.

The landfilling of waste of known composition containing limited amounts of hazardous materials represents a medium term risk which can be estimated, i. e. in cases of problems such as the emission of leachate with a known composition. By choosing the right site and correct storing technique, possible resultant costs and legal claims can be calculated.

The landfilling of residual materials, or secondary wastes after the treatment of a waste, where the high organic content of hazardous materials are in the form of barely soluble state, contain only that small risk which is valid for all state of the art processes. To minimise the long term remaining risks, such landfills must also have technical barriers.

To reduce these remaining risks, follow-up measures are adviseable. The implementation of these at the depot has to be guaranteed for a definite time period for each case, but should be a minimum of 20 years. After this time new measures have to be decided upon, following an official examination.

This concept was the basis of "Guidelines for the Landfilling of Wastes".

2. Types of Landfills

A system of classification of wastes into several material sorts of landfill types is unavoidable as a combined landfill of all wastes to be disposed cannot forecast the behavior of the materials in a multi-compound landfill, because of the disadvantageous interactions such as remobilisation, formation of odors etc. outweigh the advantages such as adsorption, dilution etc.

Materials moved in large quantities, non-contaminated earth movements, excavation of gravel pits, mining and tunnelling, is not a waste, and should not require special conditions for landfilling.

Waste description: inert materials

Type of landfill: inert material landfill

Wastes containing levels of hazardous materials in the order of magnitude of the natural geogenic background, or the emissions cannot affect the environment, are described as inert materials. For the deposition of inert materials there is no requirement for technical barriers.

Waste description: residual materials

Type of landfill: residual material landfill

Remains of a waste treatment which have a high, yet virtually immobile hazardous content are

Abfallbezeichnung: Inertstoffe
Deponietyp: Inertstoffdeponie

Abfälle, deren Schadstoffgehalte in der Größenordnung des natürlichen geogenen Hintergrundes liegen bzw. deren Emissionen keine Umweltbeeinträchtigungen verursachen können, werden als Inertstoffe bezeichnet. Für die Ablagerung von Inertstoffen ist keine technische Barriere notwendig.

Abfallbezeichnung: Reststoffe
Deponietyp: Reststoffdeponie

Rückstände aus der Abfallbehandlung, die einen hohen, jedoch weitgehend immobilen Schadstoffgehalt aufweisen, werden als Reststoffe bezeichnet. Das zu erwartende Sickerwasser soll die Einleitbedingungen in einen Vorfluter erfüllen bzw. darf im jeweiligen Einzelfall keine unzulässigen Immissionen im Vorfluter verursachen. Ein Basisdichtungssystem ist aus Gründen einer Emissionskontrolle und der Sicherheit gegen ein Restrisiko erforderlich.

Abfallbezeichnung:
Abfälle mit begrenztem Schadstoffgehalt
Deponietyp:
Kompartimentdeponie/Reaktordeponie

In vielen Fällen wird es erforderlich sein, Abfälle mit einem eher geringen Schadstoffpotential direkt abzulagern. Eine Vorbehandlung ist auf Grund der großen Mengen und des eher geringen Schadstoffgehaltes nicht möglich und auch nicht notwendig. Für solche Fälle ist eine Grenzwertregelung unter Beachtung des Gefährdungspotentials und der bestehenden Möglichkeiten, die Emissionen zu entsorgen, anzuwenden. Im allgemeinen wird es sich um die Ablagerung großer Mengen gleichartiger Abfälle in Monodeponien oder Kompartimenten mit entsprechender Sickerwasseraufbereitung handeln.

Die Ablagerung von Hausmüll und kommunalem Klärschlamm in Form der Reaktordeponie ist ebenfalls hier einzuordnen.

Die Reaktordeponie ist eine Form der obertägigen Ablagerung mit zeitlich begrenzten, kontrollierten Emissionen, die aufgrund von abschätzbaren biologischen, chemischen und physikalischen Vorgängen auftreten.

Die Müllklärschlammkompostierung bzw. der Rotteprozeß sind geeignete Vorbehandlungsschritte für Abfälle mit entsprechendem organischen Anteil, um die leicht abbaubare organische Substanz deutlich zu verringern bzw. den Prozeßschritt der sauren Gärung in der Reaktordeponie mit seinen für den Deponiebetrieb negativen Erscheinungen – hohe BSB-Belastung des Sickerwassers, Inkrustationen im Entwässerungssystem, Geruch – möglichst nicht auftreten zu lassen.

described as residual materials. The expected leachate should fulfill the condition of draining into an drainage system, and must in no event cause any immission into the drainage system. A basic sealing system is necessary for the control of emissions and security against risk.

Waste description: wastes with a limited hazardous materials content
Type of landfill: compartment landfill/reactor landfill

In many cases it will be necessary to store directly wastes with a low content of hazardous material. A pretreatment is not possible and not necessary due to the large volumes and low hazardous material content. In such cases a limited value regulation is to be used taking into consideration the potential danger and the possibilities of removing the emissions. In general, this will be for the storage of large amounts of similar wastes in mono-depots or compartments with the appropriate leachate treatment.

The disposal of domestic wastes and communal sewage sludge in the form of reactor landfill is also to be classed in this way.

The reactor landfilling is a form of open landfill with time limited, controllable emissions, which occur in the basis of estimated biological chemical and physical processes.

The sewage composting or rotting processes are suitable pretreatment steps for wastes with the appropriate organic content, to reduce the organic contents which are easily decomposed and to avoid the acid formation step in the reactor landfill with its resultant negative phenomena – high load of BSB in the leachate, incrustations in the drainage system and odours.

If the appropriately pretreated waste with sufficiently landfill water content is landfill, the degassing phase can occur quicker and controlled. The BSB-load of the leachate – methane production starts immediately – is minimal.

The reactor landfill presents an alternative to the presently used form of waste landfill in Austria, as the length of time of emission cannot be estimated in the latter case.

For communal waste, the present landfilling in Austria illustrates the standard guiding rails. In the year 1987, 1.71 million tonnes waste were directly deposited and 0.42 million tonnes of residues from composting, incineration and sorting were deposited, which is 70% of communal waste. For depot conditions, equipment and operation of the landfills, there exist in Austria technical regulations in the form of guide lines for waste landfill, since the end of 1988. The evant technical requirements – free seepage water drainage, combination seals and operation in the form of reactor deposition – have been met almost

Wird entsprechend vorbehandelter Müll mit ausreichender Einbaufeuchte verdichtet abgelagert, kann die Entgasungsphase verkürzt und kontrolliert ablaufen. Die BSB-Belastung des Sickerwassers – Methanproduktion setzt ja sofort ein – ist gering.

Die Reaktordeponie stellt in Österreich derzeit eine Alternative zur bisher betriebenen Form der Mülldeponie dar, da der Emissionszeitraum und mögliche Emissionsfrachten der letzteren in keiner Art und Weise abschätzbar sind.

Für kommunale Abfälle stellt die Deponie in Österreich derzeit die maßgebliche Entsorgungsschiene dar. Im Bezugsjahr 1987 wurden 1,71 Mio. t direkt und 0,42 Mio. t Reststoffe aus Kompostierung, Verbrennung und Sortierung deponiert, d. s. 76 Gew.-% des kommunalen Mülls. Für Standortanforderungen, Ausstattung und Betrieb dieser Deponien bestehen in Österreich seit Ende des Jahres 1988 technische Regelungen in Form einer Richtlinie für Mülldeponie. Den maßgeblichen technischen Anforderungen – Freie Sickerwasservorflut, Kombinationsdichtung und Betrieb in Form einer Reaktordeponie – wurde seither bei der Errichtung von Mülldeponien nahezu lückenlos Rechnung getragen.

Abfallbezeichnung: Gefährliche Abfälle
Deponietyp: Untertagedeponie bzw. Lager auf Zeit

Abfälle, welche weder die Anforderungen an eine obertägige Ablagerung erfüllen, noch mit einem herkömmlichen Verfahren entsprechend vorbehandelt werden können, müssen in Untertagedeponien oder in Abfallager auf Zeit verbracht werden. Eine Lagerung auf Zeit gibt die Möglichkeit, entsprechende Behandlungstechniken und -kapazitäten zu schaffen. Damit ist die sichere Möglichkeit gegeben, diese Abfälle solange von einer endgültigen obertägigen Ablagerung auszuschließen, bis eine geeignete Behandlung möglich ist.

3. Deponieerweiterung

Wird eine bestehende Deponie aufgehöhht ohne den Schüttbereich zu vergrößern, spricht man von einer Deponieerweiterung. Ebenso im Fall einer Erweiterung der für die Ablagerung zugelassenen Abfallarten. Die Voraussetzung für eine solche Erweiterung ist dann gegeben, wenn die Deponie

- über eine freie Sickerwasservorflut,
 - eine mehrlagige mineralische Basisdichtung mit einem k-Wert $< 10^{-8}$ m/s (4),
 - eine funktionsfähige, kontrollierbare und spülbare Basisentwässerung
- verfügt. Die Anforderungen an den Standort und sonstige technische Ausgestaltung des Deponiebasisdichtungssystems müssen im Erweiterungsfall nicht erfüllt sein.

without exception in the construction of waste landfill.

Waste description: dangerous materials
Type of landfill: underground storage or storage for a certain time

Wastes which do not meet the requirements of deposition above ground or cannot be pretreated by processes available today, must be deposited below ground or in time limited landfill. The time limit gives the opportunity to develop the relevant treatment technique and capacities. Thus the possibility is presented to exclude these wastes from a permanent landfill above ground, until a suitable treatment is developed.

3. Extension of Landfills

If a landfill is increased without extending the dumping area, this is called an extension of a landfill. This also applies to an extension of the deposition of admissible types of waste. The precondition for such an extension is given, when the landfill contains

- a free leachate drainage system,
- a multi-layer mineral base seal with a k-value 10^{-8} m/s (4),
- a functioning, controllable and washable main canal.

The requirements on the landfill and other technical equipment of the landfill base seal system are not required to be fulfilled in the case of an extension.

4. Regulations to limiting environmentally hazardous waste properties – Barrier 1

The hazardous material content of wastes which are to be stored above ground, must be limited in such a way, that not only the emissions are controllable, but also that the environmental effects and thus the resultant costs can be calculated.

One possible way is to fix limiting values. Limiting values must be of precautionary standards. They are to be fixed according to sensible discussions and directional questions on the basis of ecosystematic stability criteria (Foerstner, 1990). On no account must limiting value decisions be arrived at as a compromise between extreme demands. On the other hand for numerous materials there are no limiting values when all possible harmful effects can be avoided. As an example one can name Dioxins, materials which are suspected to cause cancer, or the increase of heavy metals in the ground. Even the lowest limiting value leads to an accumulation with many materials. In this case, the limiting value legitimises the

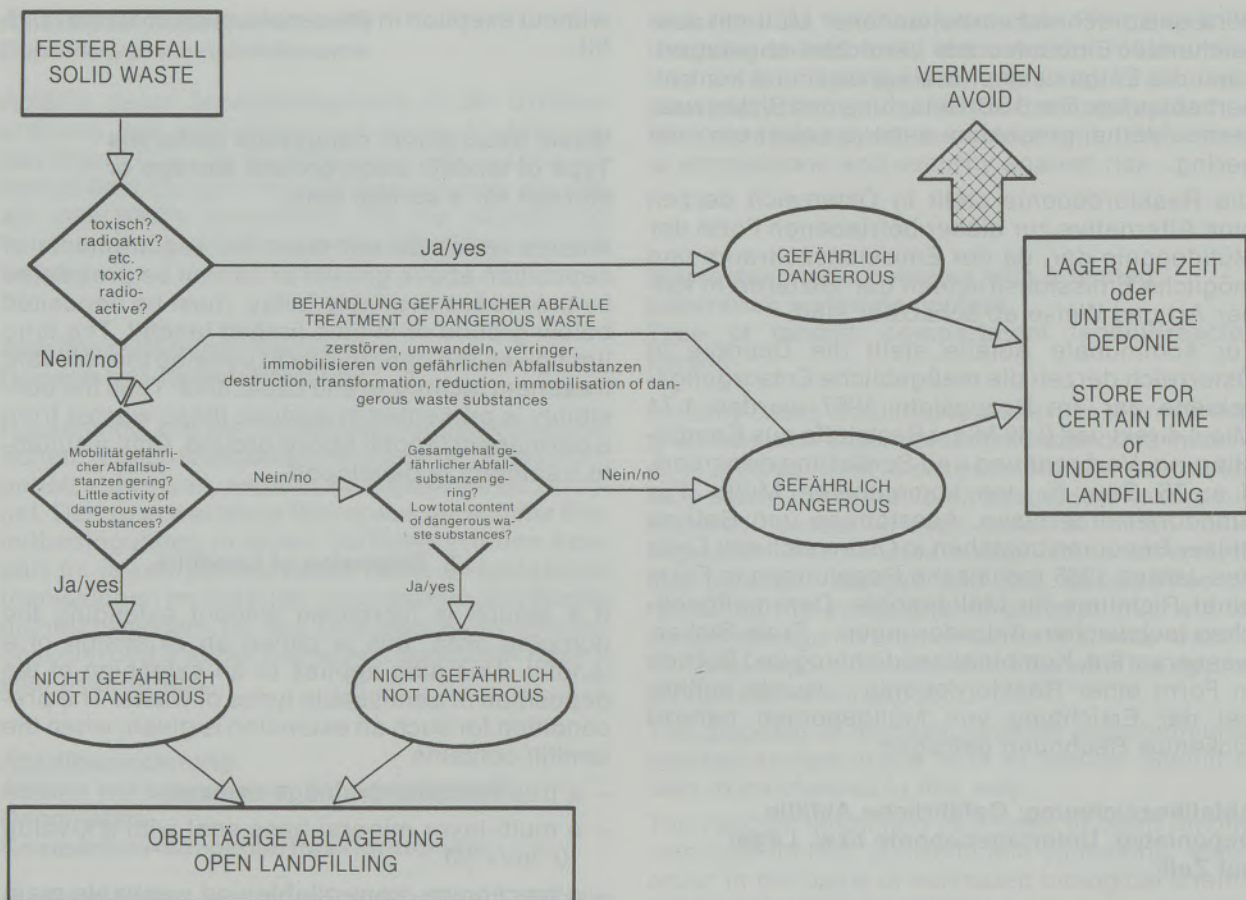


Abb./Fig. 1

Vorgangsweise zur Beurteilung der Eignung für die obertägige Ablagerung von Abfällen
The method of judging the suitability of waste for open landfilling

4. Regelung zur Begrenzung der umweltgefährdenden Abfalleigenschaften = Barriere I

Der Schadstoffgehalt von Abfällen, die obertägig abgelagert werden sollen, muß derart begrenzt werden, daß nicht nur die möglichen Emissionen beherrschbar, sondern auch die möglichen Umwelteinflüsse und damit die Folgekosten kalkulierbar sind.

Ein möglicher Weg ist das Festsetzen von Grenzwerten. Grenzwerte müssen Vorsorgestandards sein. Sie sind nach bewußter Auseinandersetzung mit grundsätzlichen Sinn- und Orientierungsfragen aufgrund ökosystemischer Stabilitätskriterien festzulegen (Förstner, 1990). Keinesfalls dürfen Grenzwertentscheidungen als Kompromisse zwischen extremen Forderungen getroffen werden.

Andererseits gibt es bei einer Vielzahl von Stoffen so gut wie keinen Grenzwert, bei dem alle denkbaren Schäden vermieden werden können. Als Beispiel seien Dioxine genannt, Stoffe, die im Verdacht stehen, krebserzeugend zu sein. Oder die Anreicherung von Schwermetallen in unseren Böden. Auch der niedrigste Grenzwert führt bei vielen Stoffen zu einer Akkumulation. In diesem

burden up to an arbitrarily arrived at limiting maximum load limit.

For the assessment of landfill behavior of waste materials, the type and number of parameters must be considered for any single case, taking into account the origin, formation and composition of the waste. The behavior of poisonous or very poisonous substances must be especially assessed where no limiting values can yet be given.

For the definition poisonous and very poisonous, the Austrian Chemical law BGBlNr. 326/1987 and appendix B of the chemicals regulation, BGBlNr. 208/1989 should be referred to.

4.1. Exemption criteria

In general, the following materials may not be landfilled:

- Liquid wastes.
- Slimes or pasty waste may not be landfilled when the function of drainage water collection system is adversely affected and if the stability of the depot cannot be proven. In as far as the

Fall legitimiert ein Grenzwert die Belastung bis hin zu einer willkürlich festgesetzten Belastungsgrenze!

Für die Beurteilung des Deponieverhaltens von Abfallstoffen müssen die Art und Anzahl der Parameter in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung der Herkunft, Entstehung und Zusammensetzung des Abfalls betrachtet werden. Insbesondere ist auch das Verhalten jener giftigen oder sehr giftigen Inhaltsstoffe zu beurteilen, für die noch keine Grenzwerte angegeben werden können.

Zur Definition der Begriffe „giftig“ und „sehr giftig“ wäre das Österreichische Chemikaliengesetz, BGBl. Nr. 326/1987 und Anhang B der Chemikalienverordnung, BGBl. Nr. 208/1989, heranzuziehen.

4.1. Ausschlußkriterien

Generell dürfen folgende Abfälle nicht abgelagert werden:

- Flüssige Abfälle.
Schlammige oder pastöse Abfälle dürfen dann nicht abgelagert werden, wenn die Funktionsfähigkeit des Sickerwassersammelsystems beeinträchtigt wird und wenn die Standfestigkeit des Deponiekörpers nachweislich nicht gegeben ist. Sofern die Abfälle mit Fahrzeugen eingebaut und verdichtet werden, muß der Deponiekörper befahrbar bleiben.
- Abfälle, für die eine Verwertungs- oder Behandlungsmöglichkeit existiert.
- Explosive Abfälle.
- Gase unter Druck.
- Stoffe, die bei Kontakt mit Wasser heftig reagieren.
- Selbstentzündliche Stoffe.
- Stoffe, die zu akuten Brandgefahren führen.
- Abfälle, die dem Tierseuchengesetz unterliegen.
- Abfälle aus dem medizinischen Bereich, die eine Gefahr darstellen können und daher einer besonderen Behandlung bedürfen (siehe ÖNORM S 2104).

Obertägig dürfen zusätzlich nicht abgelagert werden:

- Radioaktive Abfälle (siehe §§ 89 bis 92 Strahlenschutzverordnung, BGBl. Nr. 47/1972).
- Hochtoxische Abfälle.
- Niedermolekulare organische Verbindung in konzentrierter Form.
- Stoffe der Wassergefährdungsklasse 3 des Kataloges „Wassergefährdende Stoffe“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – Gemeinsames Ministerialblatt des Bundes vom 18. September 1980 (laufende Ergänzungen)/BRD;

wastes are incorporated and sealed with vehicles, the depots must be accessible at all times.

- Wastes for which there exist commercial or pretreatment possibilities
- explosive wastes
- gasses under pressure
- substances which react violently when in contact with water
- self igniting materials
- materials which lead to an acute fire hazard
- materials which come under the animal disease laws
- materials from the medical field which represent a danger, and therefore require special handling (see ÖNORM S 2104)

In addition the following materials must not be stored above ground:

- radioactive wastes (see paras 89 to 92 radiation protection regulation, BGBnr. 47/1972)
- highly toxic wastes
- low molecular compounds in concentrated form
- materials, in the water endangering class 3 of the catalogue "Water endangering materials" of the federal water working group – joint ministerial paper of the federal state dated 18. 9. 1980 (continual appendices)/FRG; publication dated 8. 5. 1985 of the federal ministry of the interior/FRG
- wastes for which the quoted limiting values in tables 1 and 2 cannot be met (not relevant for reactor deposits)

4.2. Limitation of the hazardous material content

The recommended limiting values in table 1 and 2 for a landfilling above ground were based on the following considerations (fig. 1):

If a waste contains hazardous materials in the form of compounds, where a medium term release can be expected, their total content must be limited in such a way that not only possible emissions are controllable, but also the resultant cost must be able to be calculated – see total content of the type compartment landfilling (table 1).

Such contents must be minimal, under the assumption that they can be released in the medium term. Therefore this regulation must be extended to take into account the leaching kinetics of wastes with increased hazardous material contents – see eluate values of the types residual material landfill (table 2).

With such a regulation the mobile hazardous material content to be deposited above ground is limited, but not the total hazardous content. This

Tabelle 1/Table 1

Richtwerte (Grenzwertvorschlag zur Begrenzung der Schadstoffgehalte (Totalgehalte) für Inertstoff-, Reststoff- und Kompartimentdeponie

Guide values (suggestable limits) for reducing the noxious matter content (total content) of inert matter, residual matter and compartment landfilling

Parameter (mg/kg TS od. Masse %) Parameter (mg/kg TS or % mass)	Inertstoffdeponie Inert matter landfill	Reststoffdeponie Residual matter landfill	Kompartimentdeponie Compartment landfill
Lösliche Anteile/Soluble portion siehe Tabelle 2/see table 2			
Metalle (elementar)/Metals (primary)			
Gasbildender Metallstaub Gas forming metal dust	a) a)	a) a)	< 4 Masse % a) < 4 % mass a)
Anorganische Schadstoffe/Inorganic noxious matters			
Arsen/Arsenic	< 50 (150)	< 0,5 Masse %/% mass	< 500
Barium/Barium	i. E. f.	c)	< 10.000
Blei/Lead	< 150 (500) b)	c)	< 3.000
Cadmium/Cadmium	< 2	< 0,5 Masse %/% mass	< 30
Chrom gesamt/Chrome total	< 300 b)	c)	< 5.000
Chrom sechswertig	siehe Tabelle 2	siehe Tabelle 2	siehe Tabelle 2
Chrom sexivalent	see table 2	see table 2	see table 2
Eisen	siehe Tabelle 2	siehe Tabelle 2	
Iron	see table 2	see table 2	c)
Kobalt/Cobalt	< 50 b)	c)	< 500
Kupfer/Copper	< 100 (500) b)	c)	< 5.000
Nickel/Nickel	< 100 (200) b)	c)	< 2.000
Quecksilber/Mercury	< 1	< 20 g)	< 20
Silber	siehe Tabelle 2	siehe Tabelle 2	< 50
Silver	see table 2	see table 2	
Zink/Zinc	< 200 (500) b)	c)	< 5.000
Zinn	siehe Tabelle 2	siehe Tabelle 2	i. E. f.
Tin	see table 2	see table 2	
Ammonium-N (NH ₄ ⁺ -N)	siehe Tabelle 2 / see table 2		
Ammonium-N (NH ₄ ⁺ -N)	siehe Tabelle 2 / see table 2		
Nitrat-N (NO ₃ ⁻ -N)	"		
Nitrate-N (NO ₃ ⁻ -N)	"		
Nitrit-N (NO ₂ ⁻ -N)	"		
Nitrite-N (NO ₂ ⁻ -N)	"		
freies Cyanid (CN ⁻)	"		
Free cyanide (CN ⁻)	"		
Fluorid (F ⁻)	"		
Flouride (F ⁻)	"		
Phosphat-P (PO ₄ ³⁻ -P)	"		
Phosphate-P (PO ₄ ³⁻ -P)	"		
Organische Summenparameter/Organic summation parameters			
Gesamter org. geb. Kohlenstoff (TOC) Total organic carbon (TOC)	< 2 Masse % / mass d)	< 3 Masse % / mass e) h)	< 5 Masse % / mass e) h)
Kohlenwasserstoffe gesamt Total hydrocarbon	f)	< 0,5 Masse % / mass	< 2 Masse % / mass
Strippbare organische Halogenverbindungen POX i)	j)	j)	< 0,1 %
Strippable organic halogen composites (POX) i)			
Polyzyklische aromatische Verbindungen (PAK) k)	< 0,5	i. E. f.	i. E. f.
Polycyclic aromatic compositions (PAK) k)			
anionenaktive Tenside Anionic surfactants		siehe Tabelle 2 see table 2	

i. E. f. = im Einzelfall festzulegen

- a) Gasbildung bei den Deponietypen „Inertstoffdeponie“ und „Reststoffdeponie“ nicht zulässig; der Gehalt an metallischen, gasbildenden Bestandteilen bzw. an gasbildenden Metallstaub – vorwiegend Aluminium, Magnesium – ist im Einzelfall festzulegen. Im Fall der „Kompartimentdeponie“ ist folgendermaßen vorzugehen: die trockene Abfallprobe ist mit einem Sieb der Maschenweite 0,63 mm abzusieben; der Gehalt an gasbildenden Metallen der Fraktion < 0,63 mm ist durch Reaktion mit 6 n Salzsäure zu ermitteln. Das dabei gebildete Gasvolumen ist nach der Stöchiometrie der Reaktion reinen, metallischen Aluminiums auf Massen-% Aluminium umzurechnen und auf die Trockensubstanz der ungesiebten Abfallprobe zu beziehen.
- b) Gilt nicht für die Ablagerung erstarrter mineralischer Schmelzen aus der Abfallbehandlung, wenn bei Temperaturen > 900° C eine durchschnittliche Verweilzeit von mindestens 10 Sekunden eingehalten wurde.
- c) Für die Ablagerung im Deponietyp „Reststoffdeponie“ nicht begrenzend.
- d) < 5 Masse-% organische Bestandteile, wenn diese durch eine Sortieranalyse bestimmbar sind, andernfalls < 2 Masse-% organischer Gesamt-Kohlenstoff (OC).
- e) Für Reststoffdeponien ist dieser Richtwert nicht maßgeblich, wenn es sich um nicht biologisch abbaubare Kohlenstoffverbindungen (z. B. Kohle) bzw. um elementaren Kohlenstoff handelt. Im Einzelfall sollen als Übergangslösung Verbrennungsrückstände mit einem TOC-Gehalt bis maximal 10 Gew. % in Kompartimentdeponien abgelagert werden dürfen.
- f) Ablagerung in diesem Deponietyp unzulässig bzw. durch Richtwerte im Eluat begrenzt (siehe Tabelle 2).
- g) Wenn Quecksilber in Form schwerlöslicher anorganischer Verbindungen vorliegt und durch Verfestigung immobilisiert wurde, ist ein Quecksilbergehalt bis maximal 0,3 Masse-% zulässig.
- h) Gilt nicht für die Ablagerung folgender Abfälle nach ÖNORM S 2100:
 Schlüssel Nr. 91: feste Siedlungsabfälle, einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle
 Schlüssel Nr. 945: stabilisierte Schlämme aus mechanisch-biologischer Abwasserbehandlung
 Schlüssel Nr. 54912: Bitumen, Asphalt
 Schlüssel Nr. 31410: Straßenaufbruch
 Schlüssel Nr. 57502: Altreifen und Altreifenschnitzel und für Abfälle der Schlüssel Nr. 571 – Ausgehärtete Kunststoffabfälle – sofern diese alle anderen Voraussetzungen für die Ablagerung in einer Reststoffdeponie erfüllen. Die Ablagerung dieser Abfälle erfolgt dann im allgemeinen in Form einer Monodeponie.
- i) Die Analysenmethode für die POX- und AOX-Bestimmung soll die organischen Verbindungen aller Halogene erfassen; eine selektive Bestimmung nur der chlorierten Kohlenwasserstoffe ist im allgemeinen nicht ausreichend. Der Meßwert ist auf mg Cl/l oder Masse-% Cl, bezogen auf Trockensubstanz (TS), umzurechnen.
- j) Als Summenparameter für den relevanten, eventuell sehr niedrigen Meßbereich derzeit nicht bestimmbar bzw. durch Richtwerte für POX im Eluat begrenzt (siehe Tabelle 2).
- k) Summe der Gehalte des Abfalls (Eluates) an polyzyklischen aromatischen, nicht halogenierten Verbindungen, zumindest aber die Summe jener von folgenden 6 Verbindungen:
 Fluoranthen C₁₆H₁₀,
 Benzo(a)pyren = 3,4-Benzpyren C₂₀H₁₂,
 Benzo(b)fluoranthen = 3,4-Benzfluoranthen C₂₀H₁₂,
 Benzo(k)fluoranthen = 11,12-Benzfluoranthen C₂₀H₁₂,
 Benzo(g,h,i)perylene = 1,12-Benzperylene C₂₂H₁₂,
 Indeno(1,2,3-c,d)pyren = 2,3-o-Phenylperylene C₂₂H₁₂.

Bekanntmachung vom 8. Mai 1985 des Bundesministeriums für Inneres/BRD.

- Abfälle, bei denen die in den Tabellen 1 und 2 genannten Richtwerte nicht eingehalten werden (für Reaktordeponien nicht relevant).

4.2. Begrenzung des Schadstoffgehaltes

Den in den Tabellen 1 und 2 vorgeschlagenen Grenzwerten für eine obertägige Ablagerung wurde folgende Überlegung zugrundegelegt (Abb. 1):

Enthält ein Abfall Schadstoffe in einer Bindungsform, die ein mittelfristiges Freisetzen erwarten läßt, müssen deren Gesamtgehalte derart begrenzt werden, daß nicht nur die möglichen Emissionen beherrschbar, sondern auch die Folgekosten kalkulierbar sind – siehe Gesamtgehalte des Typs Kompartimentdeponie (Tabelle 1).

Solche Gesamtgehalte müssen unter der Annahme, daß sie mittelfristig freigesetzt werden können, gering sein. Daher ist diese Regelung durch eine solche zu ergänzen, welche die Auslaugkinetik der Abfälle im Fall höherer Schadstoffgehalte berücksichtigt – siehe Eluatwerte des Typs Reststoffdeponie (Tabelle 2).

Mit einer derartigen Regelung wird der mobilisierbare Schadstoffgehalt der obertägig abzulaugernden Abfälle begrenzt, jedoch nicht deren

means that in the future a pretreatment of waste must be carried out with the aim, to transform the hazardous materials into such a form not to be detrimental to the environment. Only then can wastes with a higher total amount of hazardous material content – i. e. overstepping the limiting values of a landfill type “compartment-landfilling” be stored above ground. This rule is to-date the basis of the draft regulation for the waste industry law “Technical Requirements for the Landfilling of Wastes above Ground”.

Minimum overstepping of the limiting values must be tolerated. As a rule it can be valid for example, that a maximum of 20% of samples of a waste, with a minimum number of samples $n = 10$, an excess of up to $1\frac{1}{2}$ times can be tolerated. For inert material deposition only one deviating regulation, in fact the overstepping of only one parameter, should be used. The extend of these excesses are indicated in the values in brackets in table 1.

Furthermore, the reactivity and toxicity of the waste are to be considered. An assessment of the reactivity assumes a knowledge of the main transformation processes of the landfilling in type, magnitude and extend. Included are reactions with water, with oxygen in the air, with the main constituent of the waste itself and the biological decomposition of organic materials. Statements on the toxicity stem from the knowledge and

Tabelle 2/Table 2

Richtwerte (Genzwertvorschlag zur Begrenzung der Schadstoffgehalte im Eluat für Inertstoff-, Reststoff- und Kompartimentdeponie
Guide values (suggestable limits) for reducing the noxious matter content in eluates of the inert matter, residual matter and compartment landfilling

Parameter (mg/l oder mS) Parameter (mg/l or mS)	Inertstoffdeponie Inert matter landfill	Reststoffdeponie Residual matter landfill	Kompartimentdeponie Compartment landfill
Lösliche Anteile und pH-Wert/Soluble portion and pH value			
pH-Wert/pH value	6,5 bis 11	6 bis 12	6 bis 13
el. Leitfähigkeit/electr. conductivity	< 150 mS/m	< 300 mS/m	m) n) p)
Abdampfdruckstand/Residual vapours	< 800	< 3.000	< 20.000
Chlorid/Chloride	< 200	1)	p)
Sulfat/Sulphate	1)	1)	< 2.500
Anorganische Schadstoffe/Inorganic noxious matters			
Arsen o)/Arsenic o)	< 0,05	< 0,1	q)
Aluminium o)/Aluminium o)	< 0,5	< 10	q)
Barium o)/Barium o)	< 1,0	< 10	q)
Blei o)/Lead o)	< 0,1	< 1,0	q)
Cadmium o)/Cadmium o)	< 0,005	< 0,1	q)
Chrom gesamt o)/Chrome total o)	< 0,1	< 2,0	q)
Chrom sechswertig/Chrome sexivalent	< 0,02	< 0,1	< 2,0
Eisen o)/Iron o)	< 0,2	< 2,0	q)
Kobalt o)/Cobalt o)	< 0,05	< 0,5	q)
Kupfer o)/Copper o)	< 0,2	< 1,0	q)
Nickel o)/Nickel o)	< 0,1	< 1,0	q)
Quecksilber o)/Mercury o)	< 0,001	< 0,01	q)
Silber o)/Silver o)	< 0,02	< 0,1	q)
Zink o)/Zinc o)	< 1,0	< 3,0	q)
Zinn/Tin	< 0,2	< 2,0	q)
Ammonium-N (NH ₄ ⁺ -N)/ Ammonium-N (NH ₄ ⁺ -N)	< 0,8	< 10	< 1.000
Nitrat-N (NO ₃ ⁻ -N)/Nitrate-N (NO ₃ ⁻ -N)	< 10	i.E.f.*	i.E.f.*
Nitrit-N (NO ₂ ⁻ -N)/Nitrite-N (NO ₂ ⁻ -N)	< 0,03	< 1,5	< 100
freies Cyanid < 0,02/Free cyanide	< 0,02	< 0,1	< 10
Fluorid/Fluoride	< 2	< 10	< 500
Phosphat-P (PO ₄ ³⁻ -P)/ Phosphate-P (PO ₄ ³⁻ -P)	< 0,5	< 5,0	i.E.f.*
Organische Summenparameter/Organic summation parameters			
Ges. organischer Kohlenstoff (TOC) Total organic carbon (TOC)	i.E.f.*	< 25	i.E.f.*
Chem. Sauerstoffbedarf (CSB) Chemical oxygen demand (COD)	< 20	< 75	i.E.f.*
Kohlenwasserstoffe, gesamt (IR-KW) Total hydrocarbon (IR-KW)	< 0,1	< 10	q)
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX) Adsorbable halogen composits (AOX)	r	i.E.f.*	< 3,0 s)
Stripbare organische Halogenverbindungen (POX) Stripable organic halogen composits (POX)	< 0,03 s)	< 0,1 s)	i.E.f.*
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserst. (PAK) u) Polycyclic aromatic compositions (PAK) u)	< 0,0002	< 0,003	i.E.f.*
anionenaktive Tenside t) Anionic surfactants t)	< 0,1	< 2,0	i.E.f.*

- i. E. f.* = im Einzelfall festzulegen
- l) Durch elektrische Leitfähigkeit und Abdampfdruckstand begrenzt.
- m) Reaktionen zwischen verschiedenen Abfällen, die auf unterschiedlichen pH-Wert und Alkalität von Abfällen hervorgerufen werden, sollen vermieden werden.
- n) Die Ablagerung von Abfällen mit pH-Werten des Eluates zwischen pH=3 und pH=6 ist zulässig, wenn diese pH-Werte nachweislich vorwiegend durch biologisch gut abbaubare organische Säuren verursacht werden.
- o) Wahl des Eluans unter Beachtung der Säureneutralisierungskapazität – z. B. Verwendung von CO₂.
- p) Durch Abdampfdruckstand begrenzt.
- q) Durch Gesamtgehalt im Abfall begrenzt (siehe Tabelle 1).
- r) Ablagerung in diesem Deponietyp unzulässig, flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe durch POX-Wert begrenzt.
- s) Die Analysenmethode für die POX- und AOX-Bestimmung soll die organischen Verbindungen aller Halogene erfassen; eine selektive Bestimmung nur der chlorierten Kohlenwasserstoffe ist im allgemeinen nicht ausreichend. Der Meßwert ist auf mg Cl/l oder Masse-% Cl, bezogen auf Trockensubstanz (TS), umzurechnen.
- t) Berechnet als Tetrapropylenbenzolsulfonat (TBS)
- u) Summe der Gehalte des Abfalls (Eluates) an polyzyklischen aromatischen, nicht halogenierten Verbindungen, zumindest aber die Summe jener von folgenden 6 Verbindungen:
 Fluoranthen C₁₆ H₁₀,
 Benzo(a)pyren = 3,4-Benzpyren C₂₀H₁₂,
 Benzo(b)fluoranthen = 3,4-Benzfluoranthen C₂₀H₁₂,
 Benzo(k)fluoranthen = 11,12-Benzfluoranthen C₂₀H₁₂,
 Benzo(g,h,i)perylene = 1,12-Benzperylene C₂₂H₁₂,
 Indeno(1,2,3-c,d)pyren = 2,3-o-Phenylpyren C₂₂H₁₂.

gesamten Schadstoffgehalt. Das heißt, daß zukünftig eine Vorbehandlung der Abfälle mit dem Ziel, die Schadstoffe in einer weitgehend nicht mehr für die Umwelt verfügbaren Form festzulegen, durchgeführt werden muß. Nur dann können Abfälle mit einem erhöhten Schadstoffgesamtgehalt – also bei einer Überschreitung der Grenzwerte des Deponietyps „Kompartimentdeponie“ – obertägig abgelagert werden. Diese Regelung ist derzeit die Grundlage des Verordnungsentwurfes zum Abfallwirtschaftsgesetz „Technische Anforderungen an die obertägige Ablagerung von Abfällen“.

Geringfügige Überschreitungen dieser Grenzwerte müssen toleriert werden. Als Maß kann beispielsweise gelten, daß bei maximal 20% der Proben eines Abfalls, bei einer Mindestprobenanzahl $n = 10$, eine Überschreitung bis zum 1,5-fachen toleriert werden kann. Für Inertstoffdeponie sollte eine davon abweichende Regelung, und zwar die Überschreitung von nur einem Parameter, zur Anwendung kommen. Für das Ausmaß dieser Überschreitung werden in der Tabelle 1 in Klammer gesetzte Werte angegeben.

Weiters sind die Reaktivität und die Toxizität der Abfälle zu berücksichtigen. Eine Beurteilung der Reaktivität setzt die Kenntnis der möglichen Hauptumsetzungsprozesse in der Deponie in Art, Größenordnung und zeitlichem Verlauf voraus. Dazu zählen Reaktionen mit Wasser, mit Luftsauerstoff, mit Hauptbestandteilen des Abfalls selbst sowie der biologische Abbau organischer Stoffe. Aussagen über die Toxizität ergeben sich aus der Kenntnis der Zusammensetzung und Auslaugbarkeit sowie aus der Beurteilung der Mobilität der Abfallbestandteile. Werden biologische Wirkungstests durchgeführt, ist zu beachten, daß die bei diesen Tests beobachtete Wirkung bei gleicher Dosis stark vom Testorganismus sowie von den sonstigen Versuchsbedingungen abhängt.

Es dürfen also nur solche Abfälle obertägig abgelagert werden, wenn entweder

- sowohl deren Gesamtgehalte an Schadstoffen die in Tabelle 1/Kompartimentdeponie angeführten Werte einhalten

leaching ability as well as the assessment of the mobility of the waste constituents. If biological activity tests are to be carried out, it must be considered that the observed activities from these tests are dependant on the strength of the dose of the test organisms, as well as other test conditions.

Therefore, only such wastes are allowed to be landfilled above ground when either

- the total amount of hazardous materials which are shown in table 1/compartiment landfilling are within the indicated values
- or by overstepping these values
- their eluates shown in table 2/residue landfill indicated values are met. Furthermore, the quotient oxygen mobilisation capacity: decomposable carbon must be greater than 3.

In addition the eluate and total content are to be adhered to for certain hazardous materials.

Wastes, where the total content of heavy metals, nitrides or cyanides overstep the values shown in table 1, may on no account be stored together with wastes code number 91 (solid settled wastes including similar trade wastes) and wastes code number 945 (stabilised slimes from mechanical-biological sewage water treatment) (5). A landfilling in compartments permanently separated is however permitted.

5. Site demands – barrier 2

The most requested demand is not to open a waste landfill site directly over ground water. This is applicable in many individual cases but would be so restrictive for Austria that practically no more landfill sites could be opened. Regional and wide spread sources of ground water, which is or will be used as drinking water, is determined by the Water Board Planning Department together with the Government Authorities. The Water and Planning Department is entrusted with all domestic water situations together with the control on the water demand. Taking this in consideration, any contradiction, which could jeopardize this situation, could lead to the rejection of a landfill project.

oder bei Überschreiten dieser Werte

- deren Eluate die in Tabelle 2/Reststoffdeponie angeführten Werte einhalten. Weiters muß der Quotient Säureneutralisierungskapazität : abbaubarem organischem Kohlenstoff größer als 3 sein.

Zusätzlich sind für bestimmte Schadstoffe in beiden Fällen Eluatgehalte bzw. Gesamtgehalte einzuhalten.

Abfälle, deren Gesamtgehalte an Schwermetallen, an Nitrit oder an Cyanid die Werte der Tabelle 1 überschreitet, dürfen keinesfalls gemeinsam mit Abfällen der Schlüsselnummer 91 (feste Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle) und Abfällen der Schlüsselnummer 945 (stabilisierte Schlämme aus mechanisch-biologischer Abwasserbehandlung) (5) abgelagert werden. Eine Ablagerung in dauerhaft voneinander getrennten Kompartimenten ist jedoch zulässig.

5. Anforderungen an den Standort – Barriere 2

Die oft generell erhobene Forderung, über Grundwasser keine Deponie zu errichten, scheint im Einzelfall oft berechtigt zu sein, wäre jedoch derart restriktiv, daß in Österreich praktisch keine Deponien mehr errichtet werden könnten. Im Fall von Grundwasservorkommen mit regionaler oder überregionaler Bedeutung ist deren Bedarf für die gegenwärtige oder zukünftige Trinkwasserversorgung in Zusammenarbeit mit dem wasserwirtschaftlichen Planungsorgan der zuständigen Landesregierung festzustellen. Das „Wasserwirtschaftliche Planungsorgan“ ist mit der Zusammenfassung aller wasserwirtschaftlicher Planungsfragen im Lande zu betrauen, und hat die Einhaltung der wasserwirtschaftlichen Rahmenverfügungen zu überwachen. Liegt ein Widerspruch mit einer wasserwirtschaftlichen Rahmenverfügung vor, dann muß dies mit Rücksicht auf die bindende Wirkung einer solchen Verfügung zur Abweisung eines Projektes führen.

Lokale Grundwasservorkommen sind nicht nur für die regionale Wasserversorgung meist unbedeutend, sondern ermöglichen, gerade wenn keine Verbindung zu größeren Grundwasservorkommen besteht, eine ausgezeichnete Emissionskontrolle. Weiters bleiben die Emissionen im nie auszuschließenden Schadensfall lokal begrenzt. Lokale Grundwasservorkommen stellen daher kein Ausschlußkriterium dar.

In Österreich ist weiters die Bedeutung der Karstwasservorkommen für die Trinkwasserversorgung unbestritten. Da sich über verkarsteten geologischen Einheiten meist keine abdichtende Deckschicht erhalten hat, sind die hier vorkommenden Karstwässer weder durch eine solche Deckschicht, noch durch eine Filterwirkung des Träbergesteins auf natürliche Weise geschützt. Als besonders schwierig gestaltet sich auch das Auffinden bzw. Verfolgen von Karstwegsamkeit.

Local sources of ground water which are fairly unimportant with regards to regional water supplies and have no connection to larger ground water sources create a very efficient emissions control. Furthermore, any acute damage caused by emissions can be limited locally. For this reason, local ground water sources should not be neglected.

The importance of karst water sources, for drinking water in Austria, is undisputed. Due to the geological structure of karst regions, karst water sources are rarely sealed nor has the natural filter possibilities from the surrounding rock. This makes karst water sources very vulnerable. It is very difficult to find and follow the karst water streams which makes clefty karst ground water source regions unsuitable for landfill sites.

Large karst regions are also understood to be areas where karsting could occur e.g. on the northern side of the Austrian Dolomite alps as well as clefty zones and breaking areas. There are no harsher regulations regarding the location of deposit sites, for residual substances and waste with a limited noxious matter content, than there are for communal waste.

Drainage situation

The expected leachate, in respect to residual substance landfill sites, must be routed to a drainage system. In this case it is no longer necessary to introduce further technical measures against leachate. The site must therefore dispose over a free hydrographical drainage system.

There is also the added requirement of free soakaway drainage so that the leachate from the landfill can drain off naturally. This requirement was first mentioned in the 1988 Requirements For Waste Disposal Sites. To my knowledge, all new landfills have adhered to this requirement. If this requirement is met then it will be no longer possible to completely fill landfill pits. Free soakaway drainage is determined by the following. If a basically sealed system cannot be banked up then the hydraulic gradient is too low. This results from the over banking of the deposit base according to the hydraulic demand on the leachate which, under normal circumstances does not exceed a value of 1.5. Therefore the value of $k_1 = 1.5$, taken for the actual soakaway of a mineral based seal, is much lower than $k_1 = 30$, used as soakaway value in the laboratory. There is an upper linear connection of small hydraulic gradients i and filter velocity v in the case of low porous minerals ($k_1 = 30 < 10^{-9}$ m/s). Therefore the resistance against leachate, at a low pressure gradient, is more or less infinite. In the case of completely filled landfill pits, without free soakaway drainage, seepage water banking can be expected when the pumping system fails. Even though the leachate collecting system has been optimally developed.

ten. Karstgebiete bzw. Flächen über stark klüftigem, wasserwegigem Untergrund sind daher als Deponiestandorte ungeeignet. Unter Karstgebieten werden auch größere verkarstungsfähige Bereiche, wie sie z. B. in Österreich in den nördlichen Kalkalpen vorliegen, sowie Störungszonen mit Kluff- und Auflockerungsbereichen verstanden.

Hinsichtlich der generellen Anforderungen an die Standorteignung ergeben sich bei Reststoffen und Abfällen mit begrenztem Schadstoffgehalt keine Verschärfungen gegenüber jenen für die Ablagerung von kommunalen Abfällen.

Vorflutsituation

Bei Reststoffdeponien soll das zu erwartende Sickerwasser die Einleitbedingungen in einen Vorfluter erfüllen. In diesem Fall dürfen keine weiteren technischen Maßnahmen für die Sickerwasserableitung erforderlich sein. Der Standort muß also über eine freie Vorflut im Sinne der Gewässerkunde verfügen.

Für Kompartimentdeponien besteht die zusätzliche Forderung nach einer sogenannten freien Sickerwasservorflut – d. h. Sickerwasser muß im natürlichen Gefälle aus der Deponie austreten können. Diese Forderung ist bereits in den 1988 erschienenen Richtlinien für Mülldeponien enthalten und wurde bei den seit Inkrafttreten dieser Richtlinien geschaffenen Deponien meines Wissens auch berücksichtigt. Wird dieser Anforderung entsprochen, dann ist konsequenterweise ein vollständiges Verfüllen von Gruben nicht mehr zulässig.

Der freien Sickerwasservorflut kommt mit folgender Begründung diese entscheidende Bedeutung zu:

Kann ein Basisdichtungssystem nicht eingestaut werden, ist der zu erwartende hydraulische Gradient sehr gering. Er ergibt sich aus dem Überstau der Deponiebasis entsprechend den hydraulischen Erfordernissen für den Abfluß des Sickerwassers, und wird im allgemeinen den Wert von 1,5 nicht übersteigen. Somit ist der für die tatsächliche Durchsickerung einer mineralischen Basisdichtung maßgebende Wert $k_I = 1,5$ sehr viel kleiner als $k_I = 30$, das ist jener Wert, der für die Bestimmung der Durchlässigkeit im Labor verwendet wird. Für schwach durchlässige mineralische Materialien ($k_I = 30 < 10^{-9}$ m/s) besteht für kleine hydraulische Gradienten i eine überlineare Beziehung zwischen Filtergeschwindigkeit v und i , d. h., der Widerstand gegen den Durchtritt von Sickerwasser ist bei geringem Druckgefälle praktisch unendlich groß. Im Fall einer vollständigen Verfüllung von Gruben, also ohne freie Sickerwasservorflut, kommt es auch bei einer optimalen Ausbildung des Sickerwassersammelsystems in dem Moment zum Sickerwassereinstau, sobald das Pumpsystem versagt.

The flow then has the following linear significance $v = k(i - i_0)$ this is why there are viscous flows through the sealing layer. Therefore the basic mineral seal is technically, no longer impermeable.

In the future, compartment landfills as well as residual matters and waste landfill sites need to be filled.

None of these measures need to be taken with regard to inert matter landfilling because of the quality of waste. Landfill pits of this kind can therefore be completely filled.

6. Requirements for provisions, use and examination – Barrier 3

A basic sealing system, comprising of basic sealing and drainage is necessary for residual matters, compartment and communal waste landfills.

The basic seal must be made up of a mineral constituent with a soakaway value of $< 10^{-9}$ ms. The basic seal must be made up of three compacted layers, at least 20 cm thick. If the basic seal is made up from a combination of materials, then they must have a different penetration factor compared to the expected seepage water and noxious matters. Only then is the combination of sealing materials better, and safety factor increased compared with single sealing materials.

The basic sealing system relies on efficient leachate drainage and inspection of the leachate to ensure long term functionality. The leachate should be drained off by the drainage pipe laid on top of the basic seal. As previously mentioned, the hydraulic gradient value should not exceed $i = 1.5$. Practically speaking, a gravel filtering material with large pores and highest possible porosity should be used. Often finer materials are used because of the apparent stable filterability. This is not feasible though due to the build up of incrustation. If the filterability of the material is insufficient, then the hydraulic gradient will depend on the slope of the deposit base and distance apart of the drainage pipes. The influence of landfill base slope and distance of the drainage pipes are only of secondary importance (6) when the filter material has a high porosity. If a filter gravel with large pores is used e.g. gravel sized between 16/32 mm is best, then a steep landfill base or closely laid drainage pipes is impractical.

The most important points on base drainage are as follows:

- the use of round grain gravel sized 16/32 mm with a high stability, weather resistant and low carbonate content (7). It would be very difficult to use vehicles on a gravel of a larger size. If the gravel is not stable enough, breakage will occur which would lead to damage of the sealing foil. A heavy geotextile could also be laid in order to protect the foil.

Für den Durchfluß gilt dann die lineare Beziehung $v = k \cdot (i - i_0)$, d. h., es kommt nun zum laminaren Durchströmen der Dichtungsschicht. Die mineralische Basisdichtung ist somit nicht mehr „technisch dicht“.

Reststoff- und vor allem Kompartimentdeponien werden daher ebenso wie Mülldeponien zukünftig vor allem in Form von Aufhaldungen zu errichten sein.

Für Inertstoffdeponien bestehen aufgrund der hohen Anforderungen an die Abfallqualität keine derartigen Forderungen. Ein vollständiges Verfüllen von Gruben ist bei diesem Deponietyp somit möglich.

6. Anforderungen an Ausstattung, Betrieb und Kontrolle – Barriere 3

Bei Reststoff-, Kompartimentdeponien und Deponien für kommunale Abfälle ist immer ein Basisdichtungssystem, bestehend aus Basisdichtung und Entwässerung, notwendig.

Die Basisdichtung muß immer über eine mineralische Komponente verfügen, deren Durchlässigkeit einen k -Wert $< 10^{-9}$ m/s aufweist. Die Herstellung muß zumindest dreilagig in Schichtstärken von maximal 20 cm in verdichtetem Zustand erfolgen. Wird die Basisdichtung in Form einer Kombinationsdichtung hergestellt, müssen die Abdichtungsmaterialien ein unterschiedliches Durchdringungsverhalten gegenüber dem zu erwartenden Sickerwasser bzw. den zu erwartenden Schadstoffen aufweisen. Nur dann verfügt die Kombination der Abdichtungsmaterialien gegenüber den einzelnen Dichtungselementen über verbesserte, sich ergänzende Eigenschaften und damit über eine erhöhte Sicherheit.

Eine langfristige Funktionstüchtigkeit des Basisdichtungssystems ist sowohl aus Gründen der Sickerwasserableitung als auch Gründen einer Kontrolle des Sickerwassers erforderlich. Das Sickerwasser ist mit Entwässerungsleitungen, die in einer Flächendränung auf der Basisdichtung verlegt werden, zu erfassen.

Wie bereits erwähnt, sollte der für den Sickerwasserabfluß maßgebliche hydraulische Gradient einen Wert von $i = 1,5$ nicht überschreiten. In der Praxis ist daher ein Filterkiesmaterial mit einer höchstmöglichen Durchlässigkeit und einem größtmöglichen Porenanteil notwendig. Die Verwendung eines feinen, kornabgestuften Materials – oft mit dem Argument der Filterstabilität gefordert – ist aufgrund der hohen Bereitschaft zur Ausbildung von Inkrustationen ungünstig. Im Fall einer zu geringen Durchlässigkeit des Filterkieses hängt dann der hydraulische Gradient primär vom Gefälle der Deponiebasis und dem Abstand der Sammelleitung ab. Nur wenn der Filterkies eine hohe Durchlässigkeit aufweist, sind der Einfluß des Gefälles und der Abstand der Sammelleitung untergeordnet (6). Da große Neigungen der

The basic drainage layer should be laid with the help of a mechanical digger. If the gravel layer is spread with a bulldozer, the foil could become weavy and creased.

- The layer thickness should be at least 50 cm to make the use of vehicles practical and safeguard the foil lining. The practical drainage life of a thinner layer would also be drastically reduced.
- The slope should be greater than 2%. If the slope angle is less, any settling of the underground could result in a break of the leachate. As long as there is sufficient slope in the basic drainage and the material characteristics are as mentioned above, then the drainage of the landfill site is upheld even when a drainage pipe is blocked.

6.1. Collection of leachate

There are no valid standards nor calculation methods for calculating the statistics of leachate pipes and canals on waste landfill sites. For this reason the interactions between inhomogeneous waste and parts of the site are often wrongly evaluated or not taken into account. Furthermore, the leachate system requires periodical inspection and attention. It is very important nowadays to ensure a proper drainage function and accessibility which was often not the case in the past.

Requirements of the leachate collection system

Previous experience and today's damaging picture has led to the installation of canals with regard to ease of inspection, attention and maintenance, and not only the collection and disposal of leachate. This results in the main requirements of a leachate collection system as follows:

- The canal must be accessible from outside the landfill site
- It must be possible to flush the canal the whole length
- The canal must run straight
- There should be no lead-offs or intermediate shafts
- The diameter must be large enough to allow inspection and maintenance

The main criteria for sizing and design of the leachate collection system (canal and shafts) are:

- Drainage pipes must be split or perforated. The material must be chemically resistant against the leachate and mechanically stable against loads.
- Statical calculations of each part must account for the possible loads of all known elements.

Deponiebasis bzw. geringe Abstände der Sammelleitungen in der Ausführung nicht praktikabel sind, erscheint die Verwendung eines groben Filterkieses mit einem hohen Porenanteil, z. B. ein Kiesmaterial 16/32 mm, am günstigsten.

Die wichtigsten Anforderungen an die Ausbildung der Basisdrainage sind folgende:

- Verwendung von Rundkorn 16/32 mm, mit ausreichender Kornfestigkeit, verwitterungsbeständig und mit geringem Carbonatanteil (7). Wird ein gröberes Korn verwendet, ist die Befahrbarkeit mit Einbaugeräten nur erschwert möglich. Bei einer zu geringen Kornfestigkeit kommt es zum Bruch des Rundkorns und zur Beschädigung der Kunststoffdichtungsbahn. Zum Schutz der Kunststoffdichtungsbahn kann zusätzlich ein schweres Geotextil angeordnet werden.

Der Einbau der Basisdrainage soll mit Hilfe eines Ladegerätes durchgeführt werden. Wird die Kiesschicht mit Hilfe einer Planierdrape aufgeschoben, besteht die Gefahr einer Wellenbildung in der Kunststoffdichtungsbahn.

- Die Schichtstärke soll zumindest 50 cm betragen. Bei einer geringeren Schichtstärke ist die Befahrbarkeit erschwert bzw. kann die Basisdichtung vom Einbaugerät beschädigt werden. Bei geringerer Schichtstärke muß weiters befürchtet werden, daß die Funktionsdauer der Basisdrainage herabgesetzt wird.
- Das Gefälle soll mehr als 2% betragen. Ein geringeres Gefälle kann Setzungen nur mehr unzureichend ausgleichen, und es kann zum lokalen Einstau des Sickerwassers kommen. Ein ausreichendes Gefälle der Basisdrainage in Verbindung mit den vorhin genannten Materialeigenschaften stellt die Entwässerung der Deponiesohle auch dann sicher, wenn die Sammelleitungen verstopft sein sollten.

6.1. Sickerwassersammlung

Für die statische Berechnung von Sickerwasserrohren und Schächten in Mülldeponien gibt es derzeit noch keine gültigen Normen oder anerkannten Berechnungsmethoden. Daher werden sehr oft die möglichen Wechselwirkungen zwischen dem inhomogenen Abfall und den einzelnen Bauteilen falsch eingeschätzt oder überhaupt nicht berücksichtigt. Weiters muß das Sickerwassersammelsystem einer periodischen Kontrolle und Wartung unterzogen werden. Somit kommt neben der selbstverständlichen Entwässerungsfunktion auch der langfristigen Zugänglichkeit besondere Bedeutung zu, was in der Vergangenheit sehr oft nur unzureichend berücksichtigt wurde.

Anforderungen an Sickerwassersammelsysteme

Aus den in der Vergangenheit gemachten Erfahrungen sowie den heute festgestellten Schadens-

- Leachate collector systems must have easy access therefore the diameter must be at least 200 mm and have a minimum slope of 2%.
- The pipe should be laid straight in the layout. The length of the drainage pipe between two shafts should be such that inspections can be carried out with a monitoring camera and flushing done if necessary. Easy access with inspection and flushing equipment is essential.
- The leachate pipes are to be laid in pipe supports and bedded in the appropriate material. Both of these must be selected in respect to the piping material. In certain cases it might be necessary to carry out laboratory tests (pipe supports, bedding material).
- The collection canal should be situated at the pipe ends. Canals within the landfill site should be avoided if possible. If however, the main canal is situated within the site, air circulation must be maintained. Which means that the gas from the landfill site must be extracted and fresh air fed in. The diameter of the main canal should be sized so that repairs and inspection can easily be carried out. A minimum diameter of 2.5 m is necessary for this.

Our institute suggests a certain design of canal which is situated under the base of the landfill site and allows easy access for maintenance and inspection (see fig. 2).

6.2. Leachate accumulation

Leachate distribution

Leachate can be expected as soon as dumping starts. Generally, more leachate can be expected during dumping compared to when dumping ceases. Certain characteristics of waste e.g. porosity, albedo (reflectance) and water capacity have a strong influence on the leachate build-up during the dumping phase. The long term development of the leachate quantities can be influenced by wind exposure (form of slopes), the way waste is dumped, through the choice of vegetation and the local climate.

After the land has been reclaimed (recultivated), the leachate quantity can be calculated, taking the top soil covering into account. Apart from the type of landfilled waste, the other main influences on the quantity of leachate are:

- Climate
- Form of site
- Top layer of site
- Type of vegetation

Parts of the site having no top layer should be drained separately from the rest of the site.

Leachate should be minimised over a long term. Steps to delay emissions should not be taken. The

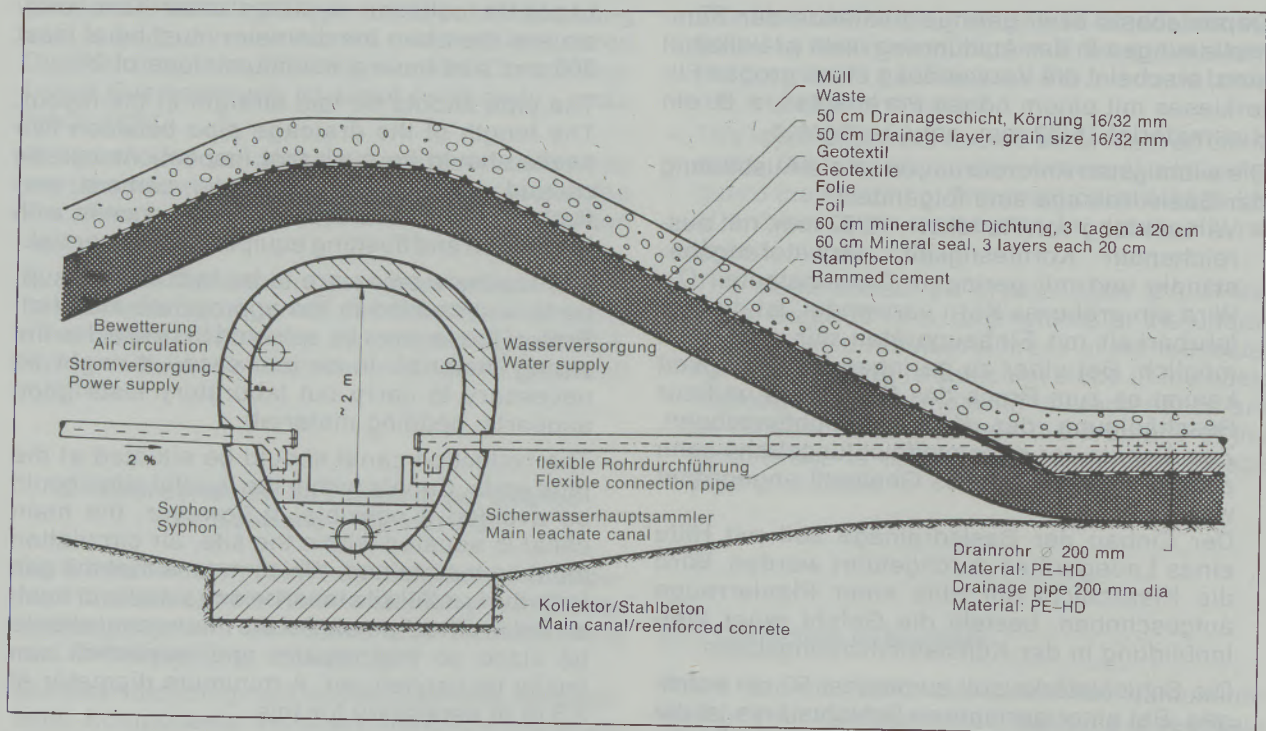


Abb./Fig. 2

Beispiel für die Ausführung eines Tunnels zur Sickerwassersammlung unterhalb einer Deponie
(Lechner, P.: Sickerwassersammlung.

In: Anforderungen an Mülldeponien – Grundlagen zum Richtlinienentwurf, TU Wien, 1986)

bildern ergibt sich konsequenterweise, daß ein Rohrleitungssystem nicht nur die Sammlung und rasche Abfuhr des Sickerwassers sicherstellen muß, sondern auch kontrollierbar, wartungsfreundlich und reparierbar sein muß. Daraus ergeben sich die wichtigsten Anforderungen an ein Sickerwassersammelsystem:

- Die Leitungen müssen von außerhalb des Deponiekörpers zugänglich sein.
- Die Leitungslängen müssen den Spülmöglichkeiten entsprechen.
- Der Leitungsverlauf muß geradlinig sein.
- Verzweigungen und unzugängliche Zwischenschächte dürfen nicht bestehen.
- Der Rohrdurchmesser muß Kontrolle und Wartung zulassen.

Die wichtigsten Kriterien für die Bemessung und Ausbildung des Sickerwassersammelsystems (Rohre und Schächte) sind somit:

- Als Entwässerungsleitungen sind geschlitzte oder gelochte Rohre zu verwenden. Das Material muß chemisch beständig gegenüber Sickerwasser sein und den jeweiligen statischen Beanspruchungen, insbesondere der Auflast, standhalten:
- Die statische Berechnung der einzelnen Bauteile muß unter Kenntnis der möglicherweise auftretenden Belastungen erfolgen.
- Sickerwassersammelsysteme müssen kontrollierbar und reparierbar ausgebildet werden.

emission should be allowed to flourish and should not be hindered in any way.

Leachate accumulation basin

If the continual disposal of leachate is not possible, the leachate should then be accumulated away from the landfill site but within the landfill area. Leachate with intensive odors are to be accumulated in a closed basin. If no odors are expected then accumulation in an open basin is acceptable.

Periodical inspections for leaks are necessary especially in cases where foil is used to seal the basin.

The capacity of the basin should be laid out for the accumulation of at least two weeks of leachate. In order to roughly calculate the maximal leachate, the rainfall over a fortnight is taken (rainfall value : 26) together with the soakaway value of 1.0.

6.3. Leachate disposal

It must be decided in each case whether the leachate is fed into the main drainage system, or the purified leachate fed into a stream, river or lake. Each parameter, with regard to the ecology, must be considered before feeding the leachate into any running waters. Reference to the follo-

Der Rohrdurchmesser soll daher zumindest 200 mm, das Mindestgefälle 2% betragen.

- Die Rohrleitung selbst soll im Grundriß gerade verlegt werden. Die Länge der Entwässerungsleitung zwischen zwei Schächten ist so zu wählen, daß eine einwandfreie Kontrolle mit Fernsehkameras (Videosystemen) und eine Reinigung mit Spülgeräten möglich ist. Für eine gute Zugänglichkeit mit Kontroll- und Spülgeräten ist zu sorgen.
- Die Sickerwasserrohre sind in einem geeigneten Rohraufleger und Bettungsmaterial zu verlegen. Beides muß in Abhängigkeit vom Rohrmaterial gewählt werden. Erforderlichenfalls sind entsprechende Laboruntersuchungen durchzuführen (Rohraufleger, Rohrbettung).
- An den Rohrenden sind Sammel- bzw. Revisionschächte anzuordnen. Schächte innerhalb der Deponie sollen möglichst vermieden werden. Müssen Schachtbauwerke innerhalb der Deponie errichtet werden, ist deren einwandfreie Bewetterung, also die Entfernung von Deponiegas und Zufuhr von Frischluft, sicherzustellen. Der Schachtdurchmesser muß dann so gewählt werden, daß eine Revision und Sanierung des Sickerwassersammelsystems möglich ist. Dafür ist ein Mindestdurchmesser von 2,5 m notwendig.

Eine besondere Ausführung stellt die von unserem Institut vorgeschlagene Anordnung von begehbaren, der Wartung und Kontrolle dienenden Stollen unterhalb der Deponiebasis dar (siehe Abb. 2).

6.2. Sickerwasserspeicherung

Sickerwasserhaushalt

Mit dem Anfall von Sickerwasser ist bereits ab dem Schüttbeginn zu rechnen. Im allgemeinen muß im Betriebszustand mit höheren Sickerwasserraten als für den Endzustand gerechnet werden. Bestimmte Abfalleigenschaften, wie z. B. Durchlässigkeit, Albedo (Reflexionsvermögen) und Wasserkapazität haben einen starken Einfluß auf die Sickerwasserbildung in der Betriebsphase. Durch entsprechende Windexposition bzw. Ausbildung der Böschungen und Aufbau der Abdeckschicht und auch Wahl der Vegetationsform kann in Abhängigkeit von der örtlichen Klimasituation die langfristige Entwicklung der Sickerwassermenge beeinflußt werden.

Für den Endzustand, d. h. nach der Rekultivierung, kann die Sickerwassermenge unter Berücksichtigung der Schlußabdeckung mittels einer Wasserhaushaltsberechnung ermittelt werden. Nicht abfallabhängige Einflußgrößen für den Sickerwasserhaushalt im Endzustand sind:

- Klimabereich,
- Deponieform,
- Ausbildung der Abdeckschicht,
- Vegetationsform.

wing "The Guidelines For Reducing Waste Water Emissions", from the Ministry of Land and Forests 1981 and the "Preliminary Guidelines For Reducing Emissions In Running Waters" from the Ministry of Land and Forests 1987, and regulations on canal limits, must first be made. At present, a very strict regulation on the upper limits of leachate being fed into running waters or canals systems, is being drawn up.

Leachate disposal

If untreated leachate cannot be fed to the canal system or running waters, then it should be treated near or at the landfill site. This type of treatment plant can only be laid out with the knowledge of the concentrate contents and others. This means that investigations must be carried out early enough.

When a variety of waste is landfilled in compartments, the leachate can be expected to be burdened with many different matters. This type of seepage water must therefore be treated by individually designed plants. Known processes with regard to the biological, chemical and physical waste water treatment must be taken into consideration. One of the main advantages is that this type of leachate does not generally contain a variety of noxious matters so that any treatment is comparatively simple. This is why landfill sites should use mono or compartment methods.

Inspection

Possible chemical reactions are limited to a minimum because of limitations and prohibitions regarding the depositing of waste. Despite this, reactions are still possible e.g. reaction of aluminium with water-hydrogen, or the reaction of ammonium content waste with alkaline waste e.g. alkaline leachate - ammonia is formed. The proportion of these gaseous emissions depends, in the first instance on the vapour pressure/temperature of the landfill and also the meteorological influences.

Generally, all vapours and matters which are given off to the environment should be measured for quality and quantity, and evaluated. The parameters must then be set according to the type of waste landfilled.

In principal, the characteristics of a landfill site must allow underground emission inspections and surveillance to be carried out. Emission control apparatus should also be available in order to recognise emissions at an early stage.

Leachate from residual matter landfills should either be fed directly into waters or fed into waters after a simple pretreatment.

Even if the conditions for feeding into waters are met, it is still necessary to check on the ecological relevance of individual parameters such as

Noch nicht überschüttete Teilbereiche sollen immer getrennt von den bereits geschütteten Bereichen entwässert werden.

Der Sickerwasseranfall soll langfristig minimiert werden. Nicht anzustreben sind Maßnahmen, die Emissionen (Frachten) zeitlich verzögert, jedoch mit unverminderter Intensität („Emissionsschübe“) auftreten lassen, d. h. die Abbaureaktionen im Deponiekörper dürfen nicht beeinträchtigt werden.

Sickerwasserspeicherbecken

Wenn keine kontinuierliche Sickerwasserentsorgung möglich ist, ist das Sickerwasser außerhalb des Schütt-, jedoch innerhalb des Deponiebereiches, zu speichern. Geruchsintensives Sickerwasser – im Fall der Mülldeponie besonders im Stadium der „Sauren Gärung“ – ist in geschlossenen Speicherbecken zu sammeln. Sind keine Geruchsemissionen zu erwarten, ist eine Speicherung auch in offenen Becken möglich.

Die Dichtheit der Sickerwasserspeicherbecken ist vor allem bei Folienbecken mit Hilfe entsprechender Kontrollmaßnahmen zu überwachen.

Das Sickerwasserspeichervolumen ist so festzulegen, daß mindestens die in zwei Wochen zu erwartende Sickerwassermenge aufgenommen werden kann.

Eine überschlägige Berechnung des maximalen Sickerwasseranfalles kann z. B. mit dem während zwei Wochen auf den Schüttbereich fallenden Niederschlag (Niederschlagsnormzahl: 26) und einem Abflußbeiwert von 1,0 erfolgen.

6.3. Sickerwasserentsorgung

Über eine Einleitung in eine öffentliche Kanalisation oder des gereinigten Sickerwassers in ein Gewässer muß im Einzelfall entschieden werden. Die ökologische Relevanz der einzelnen Parameter und deren Frachten ist im Fall einer Einleitung in ein Fließgewässer unbedingt für jeden Einzelfall zu klären. Es wird auf die „Richtlinien für die Begrenzung von Abwasseremissionen“ des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1981, und auf die „Vorläufige Richtlinien für die Begrenzung von Immissionen in Fließgewässern“ des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1987, sowie auf die Kanalgrenzwertverordnung verwiesen. Derzeit ist eine Verordnung zum Wasserrechtsgesetz mit einer sehr restriktiven Grenzwertregelung für die Einleitung von Deponiesickerwasser in ein Fließgewässer bzw. in eine öffentliche Kanalisation in Vorbereitung.

Sickerwasserentsorgung

Ist eine Einleitung des unbehandelten Sickerwassers in eine Kanalisation oder in ein Fließgewässer nicht möglich, soll das Sickerwasser mög-

the transported matters. If there is no possibility of feeding untreated leachate into running waters, then a simple treatment could be implied such as: precipitation – flocculation.

In general, it is necessary to take measures for reducing the leachate over a long term.

7. Landfilling over a certain period of time

One of the most relevant things, with regard to the environment, is waste with a high toxic content. Therefore, isolation and final disposal of these substances is not the solution to this problem. These containers only prelongate the elution time.

Hazardous waste of this kind must not be included in surface landfill sites regardless of the technical aspects of the site. At present, waste treatment plants are not capable of reducing all hazardous elements in order that the waste can be freely landfilled. Due to this reason, hazardous waste must be buried or stored separately. During the processing of the ÖNORM 2101 (Austrian Standards), "Special Waste Requiring Supervision" which has no suitable method of treatment, it was noticed that the amount of this kind of waste was only minimal.

Storing hazardous waste, over a duration of time, gives the opportunity of discovering disposal methods and storage possibilities for this kind of waste in the future. The economic aspect should be regarded as secondary in this case. More important is that a possibility is found to eliminate landfills of this kind from surface landfill sites until a suitable treatment is found.

Waste storage sites should be large enough and technically capable of storing the said waste over a period of ten years. Each individual type of waste should be stored together so that a total recovery is always possible.

The technical aspects of such a site should be suited to the type of waste being stored so that the waste is guaranteed to be intact over the duration of storage. Financial barriers, arising from the need of special containers, for certain types of waste, should be discarded.

Waste storage in storage sites should only be allowed over a limited time period for waste types where treatment is being developed. The time limit should cover a period of maximal ten years. At the duration of this time span, a further ten year storage period could be permitted providing that the above mentioned criteria is upheld.

The technical aspects and inspectability, of a waste storage site, should be detailed enough to limit site erection to specific areas.

8. Final comment

Unless future waste applies to stringent regulations, or is pretreated accordingly, dumping on

lichst vor Ort behandelt werden. Eine derartige Behandlungsanlage kann nur unter Kenntnis der Konzentrationen und Frachten verantwortungsvoll bemessen werden. Entsprechende Untersuchungen müssen daher rechtzeitig durchgeführt werden.

Bei einer Ablagerung verschiedener Abfälle in Kompartimenten oder gemeinsam ist zu erwarten, daß das Sickerwasser durch eine Vielzahl verschiedener Inhaltsstoffe belastet ist. Für die Behandlung eines Sickerwassers solcher Zusammensetzung müssen für jeden Einzelfall die entsprechenden Systeme entwickelt werden, d. h., es müssen im einzelnen bereits bekannte Verfahren der biologischen, chemischen und physikalischen Abwasserbehandlung kombiniert werden. In vielen Fällen wird es daher sinnvoll sein, das Sickerwasser einzelner Kompartimente nicht nur getrennt zu erfassen, sondern auch getrennt zu behandeln. Der Vorteil besteht darin, daß ein solches Sickerwasser in der Regel nicht mit einer Vielzahl verschiedener Schadstoffe belastet ist und daher verfahrenstechnisch relativ einfach behandelt werden kann. Deponien sollten daher soweit als möglich in Form von Mono- bzw. Kompartimentdeponien betrieben werden.

Kontrollen

Durch Beschränkungen und Verbote zur Ablagerung von Abfällen wird die Anzahl und Art der möglichen chemischen Reaktionen auf ein Minimum beschränkt. Reaktionen, die trotz dieser Beschränkungen noch ablaufen können, sind z. B. die Reaktion von Aluminium mit Wasser – Wasserstoff wird gebildet – oder die Reaktion von ammoniumhaltigen Abfällen mit alkalischen Abfällen bzw. alkalischem Sickerwasser – Ammoniak wird gebildet. Das Ausmaß der gasförmigen Emissionen dieser Stoffe hängt in erster Linie von deren Dampfdruck und damit von der Temperatur im Deponiekörper, aber auch von den meteorologischen Randbedingungen ab.

Generell sollen die Menge und Beschaffenheit der von der Deponie an die Umwelt zwangsläufig abgegebenen Stoffe in jedem Fall gemessen und bewertet werden. Die Parameter wird man in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der abgelagerten Abfälle festlegen müssen.

Grundsätzlich müssen die Eigenschaften eines Deponiestandortes eine Immissionskontrolle im Untergrund erlauben und auch Aussagen über die Transportmechanismen im Untergrund zulassen. Um Immissionen rechtzeitig zu erkennen, sind außerhalb der technischen Barrieren geeignete Immissionskontrollleinrichtungen zu schaffen.

Das Sickerwasser des Deponietyps „Reststoffdeponie“ sollte die Einleitbedingungen in ein Gewässer entweder direkt oder nach einfacher Aufbereitung erfüllen. Auch im Fall der Einhaltung der Richtwerte für diese Einleitung sind immer

open sites will not be permitted. Science and industry has been asked to develop effective treatment methods for eliminating poisons, extraction of noxious matters, conversion and destruction of waste. Apart from this, it is also necessary to revise production technologies and reduce the noxious matter content of waste to a minimum.

In all these cases one must accept the fact that there will still be many solubles remaining in landfill sites.

die ökologische Relevanz der einzelnen Parameter bzw. deren Frachten zu klären. Sofern eine Einleitung des unbehandelten Sickerwassers in ein Fließgewässer nicht möglich ist, kann z. B. eine einfache Aufbereitung bzw. Behandlung (z. B. Fällung-Flockung) durchgeführt werden.

Generell sind Maßnahmen zur langfristigen Sickerwasserminimierung zu treffen.

7. Abfallager auf Zeit

Hinsichtlich der Umweltrelevanz von größter Bedeutung sind jene Abfallstoffe, die hochtoxische Verbindungen enthalten. Eine Einkapselung und endgültige Ablagerung dieser Abfallstoffe ist deshalb keine echte Problemlösung, da derartige „Behälter“ den Eluationszeitpunkt nur zeitlich verzögern.

Abfälle mit solchen gefährlichen Eigenschaften müssen von der endgültigen Ablagerung in obertägigen Deponien, unabhängig von deren technischer Ausstattung, ausgeschlossen werden.

Abfallbehandlungsanlagen können derzeit noch nicht für alle Abfälle das Schadstoffpotential so minimieren, daß die Abfallstoffe in eine, dem vorgestellten Ablagerungskonzept entsprechende, deponiefähige Form gebracht werden. Daher müssen gefährliche Abfälle, die noch nicht mit einem herkömmlichen Verfahren derart vorbehandelt werden können, in Untertagedeponien oder in Abfallager verbracht werden. Eine Bearbeitung der ÖNORM S 2101 – „Überwachungsbedürftige Sonderabfälle“ unter der Zielsetzung der Aussonderung solcher gefährlicher Sonderabfälle, für die derzeit keine geeigneten Behandlungsmethoden bestehen, hat gezeigt, daß der Anteil dieser Abfälle gering ist.

Eine Lagerung von gefährlichen Abfällen auf Zeit gibt die Möglichkeit, entsprechende Behandlungstechniken und -kapazitäten zu schaffen. Der sich daraus ergebende wirtschaftliche Aspekt sollte vorerst nebensächlich sein. Wichtig ist vielmehr, daß damit die sichere Möglichkeit geschaffen wird, gefährliche Abfälle solange von einer endgültigen obertägigen Ablagerung auszuschließen, bis eine geeignete Behandlungstechnik vorhanden ist.

Das Abfallager soll aufgrund seiner Größe und seiner technischen Ausstattung imstande sein, die vorgesehenen Abfälle über einen Zeitraum von zehn Jahren aufzunehmen und zu behalten. Die Abfälle sind sortenrein und getrennt einzulagern, sodaß eine Rückholung jederzeit möglich ist.

Die technische Ausstattung des Abfallagers muß den einzulagernden Abfällen derart angepaßt sein, daß über den zu genehmigenden Lagerungszeitraum das vollständige Behalten des Abfalls sichergestellt ist. Mögliche Barriereigenschaften eines zusätzlichen Behältnisses, in dem ein Abfall aus Gründen der Handhabung eingeschlossen ist, dürfen dabei nicht in Rechnung gestellt werden.

Die Lagerung in Abfallagern sollte nur für einen bestimmten, vom Abfall und vom voraussichtlichen Zeitbedarf zur Verwirklichung einer Behandlungsanlage abhängigen Zeitraum genehmigt werden. Dieser Zeitraum könnte maximal zehn Jahre betragen. Nach Ablauf dieses Zeitraumes wäre eine weitere, z. B. wiederum auf maximal zehn Jahre befristete Genehmigung möglich, wenn obige Kriterien erfüllt sind und die technische Ausstattung des Abfallagers den Erfordernissen über den folgenden Genehmigungszeitraum entspricht.

Technische Einrichtung und Kontrollierbarkeit eines Abfallagers sollten derart ausreichend sein, daß die Errichtung eines Abfallagers weitgehend standortunabhängig wird.

8. Schlußbemerkung

In Zukunft werden viele Abfälle von der endgültigen obertägigen Ablagerung auszuschließen sein, wenn sie nicht sehr strengen Anforderungen genügen bzw. entsprechend vorbehandelt sind. Damit sind Wissenschaft und Industrie aufgefordert, leistungsfähige Behandlungsverfahren zur Entgiftung sowie zur Schadstoffabtrennung, -umwandlung und -zerstörung von Abfällen zu entwickeln und zu errichten. Zusätzlich wird es notwendig sein, Produktionstechniken derart umzustellen, daß die Schadstoffgehalte in den Abfallprodukten minimiert werden. In allen Fällen wird man aber naturgesetzlich vorgegebene und unvermeidbare Restlöslichkeiten bei der Ablagerung akzeptieren müssen.

Literaturverzeichnis/References

1. Richtlinien für Mülldeponien. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie und Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien 1988.
2. Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie und Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien 1990.
3. Leitlinien zur Abfallwirtschaft. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, 1988.
4. Entsprechend den „Richtlinien für geordnete Mülldeponien im Interesse des Gewässerschutzes“ aus dem Jahre 1977.
5. Abfallkatalog – ÖNORM S 2100 (März 1990).
6. Siehe dazu die Untersuchung von H. G. Ramke.: Leachate Collection Systems. In: Sanitary Landfilling – Process, Technology and Environmental Impact, Academic Press, London 1990.
7. Kohlendioxid aus biochemischen Prozessen löst Kalk unter Hydrogencarbonatbildung auf; beim Absinken des Kohlendioxid-Partialdruckes kommt es dann zur Kalkkristallisation (Ausfällung) im Bereich der Entwässerungsrohre.