Organisatorische Anforderungen an Sondermülldeponien

Autor(en): **Gujer, U.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 3

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85614

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Organisatorische Anforderungen an Sondermülldeponien

Ausgehend von der Festlegung der Trägerschaft und der Zielsetzung eines Entsorgungsprojektes werden die drei Phasen Planung, Realisation, Betrieb in ihren organisatorischen Anforderungen dargelegt. Diese werden in Bezug gesetzt zu den gesetzlichen Vorschriften. Den Abschluss bildet die Erläuterung eines Abfallbewirtschaftungssystems in der Industrie.

Allgemeines

VON DR. U. GUJER, BASEL

Wie für viele Unternehmen der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft steht auch am Anfang für Entsorgungsprojekte – seien es Sammel-, Triage-, Entgiftungs- und Konditionieranlagen oder Deponien und Verbrennungsanlagen – die Festlegung der Trägerschaft.

Diese definiert die Zielsetzung, erarbeitet das Konzept, bekundet den Willen zur Durchführung des Projektes und stellt die erforderlichen Mittel zur Verfügung für die Phasen der Projektierung, der Realisation und Inbetriebnahme.

Die Trägerschaft ist verantwortlich für einen störungsfreien Betrieb in Einklang mit allen gesetzlichen Vorschriften und Auflagen; sie haftet für allfällige Schäden, welche durch den Betrieb der Anlage hervorgerufen werden.

Im vorliegenden Fall einer Sondermülldeponie gelten die im folgenden beschriebenen organisatorischen Belange unabhängig davon, ob die gewählte Anlage als Sondermülldeponie konventioneller Art (z. B. SMD Kölliken), als Lager nach dem englischen Prinzip des «Co-disposal», als reines Zwischenlager für rückholbare Wertstoffe oder als Reststoffdeponie betrieben werden soll, wie sie künftig in der Schweiz geplant sind.

Die Trägerschaft kann durch natürliche oder juristische Personen sowie durch die öffentliche Hand gebildet werden. Sie kann als Firma, Konsortium oder als Zweckverband, als rein privatwirtschaftliches oder als gemischtwirtschaftliches Unternehmen gebildet werden.

Wenn die Zielsetzung definiert und das Konzept für die Anlage festgelegt sind, leitet die Trägerschaft die drei Phasen des Projektes – Planung, Realisation und Betrieb – ein.

Der ersten Phase, umfassend die Planung bis zur Erlangung der Betriebsbewilligung, kommt aus jüngsten Erfahrungen besondere Bedeutung zu.

In diese Phase fällt die Erstellung aller technischen und organisatorischen Unterlagen unter besonderer Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit und Langzeitsicherheit der Lagerstätte.

Im wesentlichen umfassen diese Unterlagen:

1) Untersuchung über die technische Eignung des oder der identifizierten Standorte, insbesondere bez. Geologie, Hydrologie und Hydrochemie
2) Raumverträglichkeitsprüfung
   Diese durch das Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung (ORL) der Eidg. Technischen Hochschule ETH-Z entwickelte Wirkungsanalyse (1) eignet sich als erstes Eignungs- bzw. Ausscheideverfahren, wenn mehrere potentielle Standorte zur Wahl stehen.
3) Deponiekonzept mit
   - Organisationsform der Deponie
   - Einrichtung und Ausrüstung der Deponie, insbesondere
     - Abdichtung der Sohle
     - Drainagesysteme für verschmutztes Sickerwasser, für Niederschlags-, Hang- und gespanntes Grundwasser
     - Abdichtungskonzept für den Deponiedeckel
     - Sickerwasserbehandlung
     - Deponiegasfassung und Gasbehandlung
     - Konzept für den Endzustand der Deponie nach deren Abschluss
   - Ausschluss und Annahmekriterien für Abfallstoffe
   - Antrags- und Bewilligungsverfahren
   - Eingangskontrolle, Bemusterungs- und Analysenverfahren
   - Geplante Betriebsweise einschl. Risiko- und Störfallanalyse
   - Überwachung der Deponie
     - Betriebszustand
     - nach Abschluss der Deponie
   - Buchführung
   - Personalbedarf, Anforderungsprofil
   - Mechanische Ausrüstung, Gerätschaften
4) Umweltverträglichkeitsbericht

Tabelle 1. Dreiteilige Struktur der Organisationsform zum Betrieb einer Sondermülldeponie

Trägerschaft	Aufsichtskommission	Verwaltungsrat
Unternehmen	Betriebskommission Betrieb	Geschäftsleitung Betrieb

Organisatorische Anforderungen

Organisationsform der Sondermülldeponie

Spätestens bei Vorliegen der Baubewilligung muss die Geschäftsform der Deponie bekannt sein und die Organisationsform vorliegen. Die Erfahrung aus Planung und Betrieb verschiedener Entsorgungsanlagen zeigt, dass folgende dreiteilige Struktur eine einwandfreie Betriebsführung und Kontrolle gewährleistet (Tabelle 1).

Auch bei dieser einfachen Struktur müssen die Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten und Kompetenzen für jede Stufe klar definiert und in einem Reglement oder Vertrag festgehalten werden.

Bei Beteiligung der öffentlichen Hand am Unternehmen ist es trotzdem vorteilhaft, dieses nach privatwirtschaftlichen Gesichtspunkten zu führen.

Insbesondere ist darauf zu achten, dass die für Aufsicht und Vollzug zuständigen Behörden nicht in Interessenkonflikte mit dem Betrieb geraten, sondern ihre Kontrollfunktion unabhängig wahrnehmen.

In Bild 1 ist als Beispiel das Organigramm einer Sondermülldeponie dargestellt.

Kriterien für die Ablagerung von Sonderabfällen

Wichtigste Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb sowie für die Langzeitsicherheit der Deponie ist die Festlegung von eindeutigen Kriterien, welche die Beurteilung über die Zulassung oder den Ausschluss von Abfallstoffen erlauben. Solche Kriterien werden z. B.

festgelegt im Rahmen eines von einer Regional- oder Landesbehörde entwikkelten Konzeptes für die Entsorgung oder Abfallbewirtschaftung. Als Muster hierfür sei das Leitbild für die Schweiz. Abfallwirtschaft, BUS, 1986, genannt [2].

Als bestimmende Faktoren für die Festlegung von Zulassungskriterien sind vor allem aber von Bedeutung die besonderen Eigenschaften des Standortes (Geologie, Hydrologie, Hydrochemie, die Dichtheit des Deponieuntergrundes sowie z. B. das Bindevermögen von Tonmineralien für Kationen) ebenso wie die vorgesehene technische Ausrüstung der Deponie (z. B. zusätzliche Sicherheitsbarrieren wie Kapillarbarrieren und Drainagesysteme, Erfassungs-, Rückhalte- und Behandlungsmöglichkeiten für Deponiegas und Sikkerwasser).

Der folgende Kriterienkatalog erweist sich für den praktischen Betrieb als geeignet:

- Allgemeine Ausschlussliste
- Spezifische Ausschlussliste
- Zulassungskriterien
- Entscheidungsbaum für die Triage von Sonderabfällen.

Allgemeine Ausschlussliste

Diese Liste kennzeichnet diejenigen Abfallstoffe, die unter keinen Umständen in einer Sonderabfalldeponie gelagert werden dürfen:

- Radioaktive Abfälle; für diese gelten die Bestimmungen der entsprechenden Gesetzgebung
- Explosive Abfälle
- Thermisch sehr instabile Abfälle
- Flüssige Abfälle jeder Art (anorganischer und/oder organischer Zusammensetzung)
- Abfälle, die mit sich selber, mit anderen Abfällen, mit Wasser oder mit Luft zu heftigen Reaktionen führen
- Pathogene Abfälle (z. B. Spitalabfälle)
- Abfälle der Giftklasse 1 und 2. Dies entspricht den vorgesehenen neuen Richtlinien des Schweiz. Bundesamtes für Umweltschutz (BUS). Bisher waren in schweiz. Sonderabfalldeponien Stoffe der Giftklasse 1 auf $\leq 1\%$ beschränkt.
- Abfälle mit stark ekelerregendem oder unangenehmem Geruch.

Spezielle Ausschlussliste

Es ist für Abfallerzeuger wie für Deponiebetreiber zweckmässig, wenn zusätzlich zur allgemeinen Ausschlussliste als Hilfsmittel eine Liste von spezifischen Stoffen erstellt wird, die aus Gründen der Betriebssicherheit, der Arbeitshygiene und der Umweltverträglichkeit

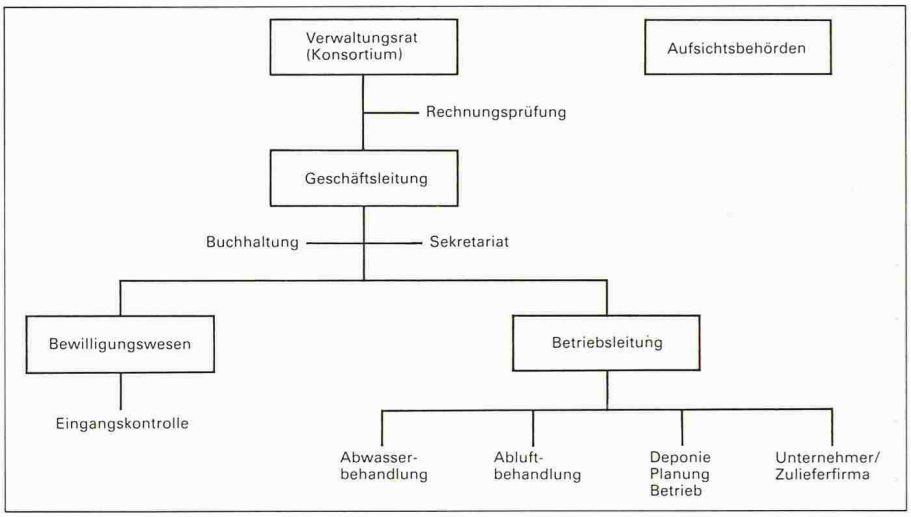


Bild 1. Organigramm einer Sondermülldeponie

nicht in die Deponie gehören. Solche Stoffe sind z. B.:

- Freie Alkali- und Erdalkalimetalle
- Pyrophore Metallpulver
- Metallalkyle
- Metallhydride
- Anorganische Oxidationsmittel
- Pyrophore Kohle
- Nitrozellulose

u.a.m.

Zulassungskriterien

Die Festlegung der Zulassungskriterien erlaubt es zu beurteilen, welche Stoffe nach Berücksichtigung der Ausschlussliste in der Deponie zulässig sind und wie sie allenfalls vorbehandelt werden müssen (z. B. stabilisiert, immobilisiert, verfestigt). In der Regel richtet sich die Beurteilung nach der Wasserlöslichkeit der Abfallstoffe und nach der Freisetzungsrate der im Abfall enthaltenen Komponenten, z. B. der Metalle. Die Freisetzungsrate gibt an, welcher Anteil eines Stoffes freigesetzt und in die Folgesysteme Boden, Grundwasser, Oberflächengewässer oder Luft gelangt.

Zu diesem Zweck wird nach einschlägigen Methoden eine Abfallprobe in 10 Teilen Wasser eluiert und das Eluat auf seine Gehaltstoffe untersucht. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei der Simulierung des Auswascheffektes durch den sauren Regen sowie der Zeitkomponente zu widmen.

Bei Vorliegen von Einleitbedingungen in ein Oberflächengewässer (z. B. Schweiz. Gewässerschutzgesetz) wird die Qualität des Eluates im Verhältnis zu den Konzentrationsangaben der Einleitbedingungen festgelegt.

Nach dem Konzept für die künftige Entsorgung von Sonderabfällen in der Schweiz soll die Qualität des Eluates für Abfälle, die in eine Reststoffdeponie gelagert werden, den Einleitbedingungen in ein Oberflächengewässer entsprechen!

In anderen Fällen wird zusätzlich zur Löslichkeit des Abfalles der Gehalt an Einzelkomponenten (z. B. Metall, chlorierte Kohlenwasserstoffe) im Abfall selber festgelegt. Damit kann die Gesamtlast von Schadstoffen in der Deponie direkt begrenzt werden.

Für diejenigen Fälle, wo Rückstände mit grösseren Anteilen an Organika in andere als Reststoffdeponien gelagert werden, sind Fragen der chemischen Stabilität, der biologischen Abbaubarkeit und Mineralisierung, der Persistenz, der Abbauhemmung oder -förderung von Bedeutung.

Zur Abklärung dieses Sachverhaltes sind die nach humantoxikologischen Kriterien ermittelten Tox-Daten wenig geeignet. Obwohl Ansätze dazu vorhanden sind, fehlen derzeit noch zufriedenstellende Testmethoden.

Das Reglement oder die Richtlinien einer Deponie sollten in jedem Fall auch Hinweise enthalten auf die für die Analyse der Abfälle anzuwendenden Methoden.

Teilweise müssen spezifische Methoden vorgeschrieben werden, wie z. B. ein einheitlicher Eluattest. Auf der Deponie selber muss bei der Eingangskontrolle die Einhaltung der erwähnten Kriterien mit vertretbarem Aufwand erfolgen.

Entscheidungsbaum für die Triage von Sonderabfällen

Für den Abfallerzeuger wie für den Deponiebetreiber ist ein Entscheidungsbaum, der die obengenannten Zulassungskriterien berücksichtigt, von grossem Nutzen.

Das Schweiz. Bundesamt für Umweltschutz (BUS) hat im Rahmen einer geplanten neuen Abfallverordnung Tria-

gekriterien für die Behandlung von Sonderabfällen erarbeitet und sie in Form eines Entscheidungsbaumes dargestellt. Dieser Entscheidungsbaum liegt beim BUS als Entwurf vor. Die Anforderungen an die Qualität von Abfällen für die Ablagerung auf Reststoffdeponien ist daraus klar ersichtlich.

Antrags- und Bewilligungsverfahren

Das Antrags- und Bewilligungsverfahren regelt für jede Art von Entsorgungsanlagen die formelle Bewilligung für die Entgegennahme und Behandlung bzw. Deponierung von Abfallstoffen. Dies im Rahmen der allgemeinen Betriebsbewilligung, von spezifischen behördlichen Auflagen sowie der Zulassungskriterien.

Der Antragsteller meldet dabei im allgemeinen den Abfall der Deponieleitung auf einem besonderen Formular an, unter Beifügen aller erforderlichen analytischen Daten, welche die Beurteilung der Zusammensetzung des Abfalls erlauben. Zusätzlich ist eine repräsentative Probe des Abfalls von etwa 1 kg mitzuliefern.

Nach Überprüfung aller Angaben und Untersuchung der Abfallprobe entscheidet die Deponieleitung über die Annahme des Abfalls.

In besonderen Fällen erfolgt der Antrag über eine kant. Fachstelle oder über eine dazu qualifizierte Firma. Ebenso kann die Deponieleitung in begründeten Fällen zusätzlich die Zustimmung der kant. Behörden für die Annahme bestimmter Abfälle einholen.

Eingangskontrolle

Die letzte und d. h. wichtige Möglichkeit der Überprüfung von Abfällen vor deren Ablagerung ist die Eingangskontrolle auf der Deponie.

Zu diesem Zweck ist auf der Deponie ein Labor einzurichten, welches mit Instrumenten und Reagenzien so ausgerüstet ist, dass die erforderlichen qualitativen und gegebenenfalls quantitativen Analysen zur Charakterisierung des Abfalls durchgeführt werden können.

Das Analytikprogramm ist so festzulegen, dass die Überprüfung max. ½ h dauert.

[Typische Parameter sind:
Gewicht, Aussehen, Geruch, Löslichkeit; im wässrigen Auszug pH, Leitfähigkeit, spez. Metalle, Cyanid, Phenol, Farbigkeit usw.].

Bei Ankunft der Abfälle auf der Deponie werden Begleitscheine und Lieferscheine mit den Angaben auf dem Antragsformular überprüft. Danach werden die Abfälle nach Tabelle 2 bemustert und analysiert.

Bei Erstlieferung werden Proben gezogen 20% der Lieferung
Bei Wiederholungen 5% der Lieferung

Unklarheiten müssen sofort mit dem Abfallerzeuger abgeklärt werden. Kann dies nicht auf befriedigende Art erfolgen, so ist die Deponieleitung verpflichtet, von ihrem Rückweisungsrecht Gebrauch zu machen und die Abfälle dem Abgeber zurückzuschicken. Die Untersuchungskosten gehen zu Lasten des Abgebers.

Für die reibungslose Abwicklung der Eingangskontrolle ist seitens der Deponieleitung beim Eingang ausreichend und deutlich markierte Fläche freizuhalten. Diese dient den Transportfahrzeugen als Warteraum, bis die Abfälle abgeladen werden können.

Es ist weiter empfehlenswert, eine markierte «Quarantänefläche» zur Verfügung zu haben, damit Abfälle, welche aus unvorhergesehenen Gründen nicht eingebaut oder zurückgeschickt werden und einer weiteren Untersuchung bedürfen, hier sicher zwischengelagert werden können, bis über ihren Verbleib entschieden wird.

Deponiebetrieb

Der Deponiebetrieb erfolgt nach sicherheits- und ingenieurtechnischen Vorgaben. Er ist so zu organisieren, dass keine unzumutbare Beeinträchtigung der Umgebung erfolgt. Dies gilt z. B. für Lärmemissionen der LkW und schweren Maschinen auf der Deponie. Der Vermeidung von Staubemissionen ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Durch geeignete bauliche Massnahmen kann Sicht- und Lärmschutz gewährleistet und Unbefugten der Zutritt verwehrt werden.

Wartefläche, Quarantänefläche, das Labor und andere Arbeits- und Umschlagplätze sind gegenüber dem Grund so abzusichern, dass keine Grundwasserverschmutzung eintreten kann.

Für verschüttete Stoffe sind ausreichend Rückhaltevolumen und Gebinde bereitzuhalten.

Damit der Einbau der Abfälle und die Zwischenabdeckung reibungslos erfolgen können, ist jeder Abfall durch die Deponieleitung beim Erzeuger oder Abgeber nach einem spezifischen Zeitplan anzufordern. Dies gilt auch für das Material für die Zwischenabdeckung und erfordert vom Deponieleiter einen gewissen Aufwand an logistischer Arbeit.

Unangemeldete Anlieferungen von Abfällen dürfen nur in begründeten Fällen (Ausnahmen) angenommen werden.

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung für die Deponie sind Risiko- und Störfallanalysen sowohl für den Standort als auch für den Betrieb durchzuführen. Aufgrund der Ergebnisse sind die Alarmorganisation und ein wirksamer Ereignisdienst einzurichten. Ein gut funktionierendes Meldeverfahren ist mit dem kant. Amt für Umweltschutz, Feuerwehr und Polizei herzustellen.

Aus der Praxis bisheriger Sonderabfalldeponien sind allerdings keine Unfälle zu erwarten, die den Rahmen üblicher Betriebsunfälle sprengen.

Überwachung der Deponie

Auskunft über den Zustand der Deponie selber sowie über allfällige Auswirkungen auf die biotische und abiotische Umwelt ist über eine regelmässige Überwachung erhältlich. Eine Aussage über Auswirkungen der Deponie ist nur möglich, wenn eine sorgfältige Analyse/Aufnahme des Zustandes vor Einrichtung und Inbetriebnahme der Deponie erfolgt ist. Dies bezieht sich auf Luft, Boden, Pflanzen, Grundwasser und allfällige Quellen und Brunnen, welche durch das Grundwasser gespiesen werden.

Deponie

Auf der Deponie selber steht die regelmässige Untersuchung des Sickerwassers, vorzugsweise nach Einbausektoren sowie am Sammelpunkt des Gesamtsickerwassers im Vordergrund. Bei genauer Kenntnis von Art und Menge sowie vom Ort der eingelagerten Stoffe ist damit eine Aussage über die Ent-

Tabelle 2. Richtwerte für die Probenahme bei Sonderabfällen

Anzahl Gebinde	*Einzelproben*	*Muster zur Analyse*
1	5*	1
2– 10	10	2
11– 40	15	3
41– 70	20	4
71–100	25	5

* aus unterschiedlicher Tiefe

wicklung der Freisetzungsraten und eine Prognose für die erforderliche Behandlung des Sickerwassers möglich.

Die Untersuchung erstreckt sich auf Summenparameter sowie auf ausgewählte anorgan. Anionen und Kationen und - wenn es sich nicht um eine Reststoffdeponie handelt - auch auf organ. Stoffe, wie z. B. Cl-Kohlenwasserstoffe.

Das Niederschlagswasser ist auf der Deponie getrennt zu erfassen und periodisch zu analysieren. Es darf nur unbehandelt abgeleitet werden, sofern die Unbedenklichkeit analytisch nachgewiesen ist.

Bei Deponien mit eingelagerten organ. Abfällen wird das sich entwickelnde Deponiegas gefasst und z. B. durch Verbrennen behandelt. Die regelmässige Untersuchung des Gases auf Wasserstoff, Methan, CO_2 und ausgewählte Organika und Spurenstoffe erlaubt Aussagen über die biolog. Abbauvorgänge in der Deponie sowie das Festlegen von emissionsmindernden Massnahmen.

Umfeld der Deponie

In Absprache mit den zuständigen Behörden ist ein Netz von Probenahmestellen (z. B. durch Abtiefen von Bohrungen) festzulegen für die Untersuchung des Grundwassers und - sofern hydrologisch relevant - von ausgewählten Brunnen und Quellen.

Zusätzlich ist ein Untersuchungsprogramm für die Überwachung der Qualität ausgewählter Pflanzen und des Bodens festzulegen.

Die zu untersuchenden Parameter, z. B. Metalle oder Organika, werden aufgrund ihrer Wirkungsrelevanz und Häufigkeit in der Deponie festgelegt.

Die Häufigkeit der Untersuchungen soll erst nach mind. 2 Analysenkampagnen festgelegt werden, wenn Aussagen über allfällige Veränderungen gegenüber dem ursprünglichen Zustand möglich sind.

Buchführung

Erfahrungen der jüngsten Vergangenheit mit Sondermülldeponien zeigen, dass die Erfassung des Gefährdungspotentials einer Problemdeponie, Prognosen über die zukünftige Entwicklung sowie Entscheide über sich daraus aufdrängende Sicherungsmassnahmen nur möglich sind, wenn der Deponieinhalt möglichst genau bekannt ist. Erst dann können z. B. Mengenbilanzierungen durchgeführt werden.

Dies erfordert eine genaue Buchführung durch die Deponieleitung über eingelagerte Stoffe nach folgenden Gesichtspunkten:

- Abfallcode (gem. Abfallgesetzgebung, z. B. VVS,s.Pkt. 3) (3).
- Abgebercode (gem. Abfallgesetzgebung, z. B. VVS,s.Pkt. 3)
- Bewilligungs-Code der Deponie (Antragsformular)
- Lieferdatum
- Liefermengen
- Einbauort (Koordinaten)
- Stoffdaten (Chemie)

Das Konsortium der seit April 1985 geschlossenen SMD Kölliken im Kanton Aargau hat durch die verantwortliche Ingenieurfirma alle 925 Einzelabfälle mit Hilfe der 1400 Lieferscheine nach o. e. Gesichtspunkten auf EDV übertragen lassen (mit Ausnahme der erst ab 1. 4. 87 gültigen VVS-Codes). Somit steht heute eine beispielhafte Informationsmöglichkeit über die von 1978–1985 eingelagerten 250 000 m³ Abfallstoffe zur Verfügung.

Der Zugang zu den Stoffdaten ist über die Angaben auf den Antragsformularen und über die Lieferanten möglich. Schwierigkeiten, Auskunft über Art und Zusammensetzung von Abfällen zu erhalten, treten dort auf, wo Abfälle bei Sammlerfirmen zusammengetragen, gemischt und als neuer Abfall deklariert werden. Die ursprüngliche Identität der Abfälle geht dadurch verloren.

Die Deponieleitung ist gut beraten, wenn sie alle relevanten Stoffdaten direkt beim ursprünglichen Abfallerzeuger einholt.

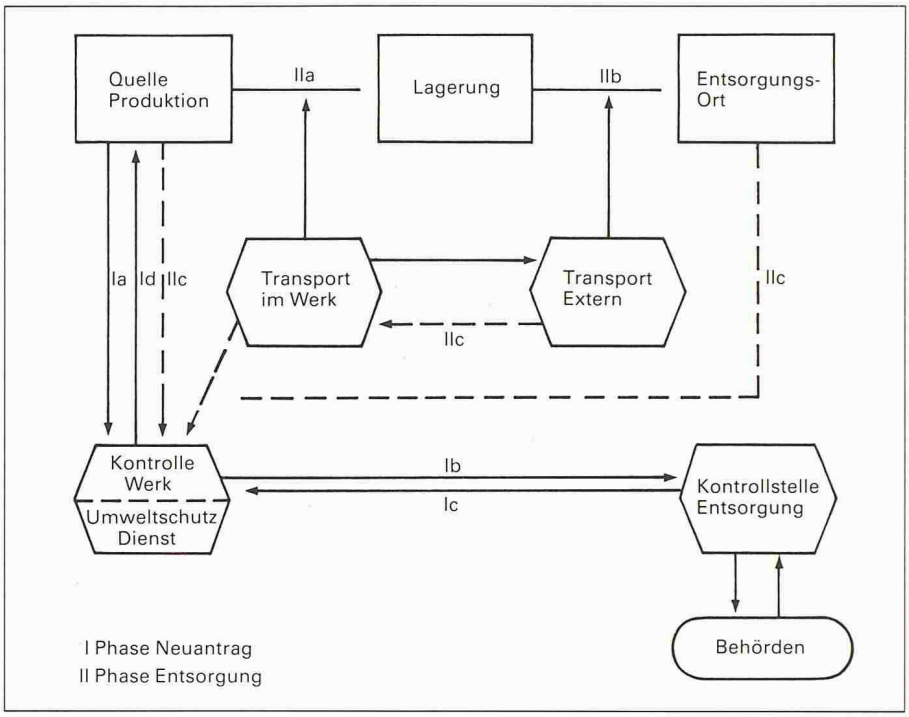


Bild 2. Material- und Informationsfluss bei der Abfallentsorgung

Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen (VVS)

Die VVS gewährleistet die Kontrolle über den Verbleib der Sonderabfälle. Sie gibt Auskunft über die Bewegung der Abfälle beim Verlassen des Areals des Abfallerzeugers, über allfällige externe Zwischenlager oder Behandlungen bis zur Sonderabfalldeponie oder in der Schweiz künftig bis zur Reststoffdeponie.

Hier werden sie von der Buchführung der Deponie erfasst. Mit Inkrafttreten der VVS gelten auch für Sonderabfälle die Richtlinien für den Transport gefährlicher Güter auf Schiene, Strasse oder auf dem Rhein.

Abfallbewirtschaftungssystem in der Industrie

Eine pannenfreie Beseitigung von Abfällen und Rückständen eines Fabrikationsbetriebes setzt voraus, dass die Verantwortlichkeiten auf allen Stufen des Entsorgungsablaufes klar umschrieben und geregelt sind.

Das wiederum verlangt, dass auch der Ablauf selbst festgelegt ist. Die einzelnen Schritte erfolgen dabei gemäss Bild 2.

Bei der Abfallentsorgung sind zwei Phasen zu unterscheiden:
I) Bemusterung und Antragstellung
II) Laufende Entsorgung.

In Phase I erfolgt die Charakterisierung des Abfalles (Ia), basierend auf Kennt-

nis des Produktionsprozesses und weiterer (in den Laboratorien des Umweltschutzdienstes) durchzuführender Untersuchungen mit dem Ziel, potentielle Risiken zu erkennen. Aufgrund dieser Unterlagen wird die bestmögliche Entsorgungsart gewählt. Dann ist ein Antrag zu stellen an die Kontrollstelle der gewählten Entsorgungsanlage (Ib).

Entspricht der Abfall den Annahmekriterien dieser Kontrollstelle, so bewilligt dieselbe dessen Entgegennahme (Ic). Anschliessend wird der Abfall werksintern zur laufenden Entsorgung freigegeben (Id).

Bei der Organisation der laufenden Entsorgung (Phase II) sind einige kritische Punkte abzusichern. Dies kann auf verschiedene Arten geregelt werden:

- einerseits durch Stichproben und Kontrollen seitens der Umweltschutz-Dienststelle,
- anderseits durch klar festgelegte, auf Selbstverantwortung basierende Kompetenzen, die dezentral auf die einzelnen Stufen der Entsorgungskette verteilt sind.

Als kritische Punkte sind anzusehen:

- Der Abfall muss den ursprünglichen Spezifikationen entsprechen.
- Der Abfall muss sachgemäss verpackt sein.
- Die für den Transport notwendigen Sicherheitsmassnahmen müssen durchgeführt werden.
- Der Transport darf nur erfolgen, wenn die Entsorgungsbewilligung vorliegt.
- Es dürfen keinerlei unerlaubte Abfälle «mitgeschmuggelt» werden.

In diesem Zusammenhang ist ein gut funktionierendes, lückenloses Melde- und Informationssystem – über alle Stufen der Entsorgung – äusserst wichtig. Die Rückmeldung über die korrekt durchgeführte Entgegennahme durch den Entsorger ist hierbei besonders bedeutend.

Literatur

[1] *H. Böni, W.A. Schmid:* Raumverträglichkeit von Standorten für Sonderabfalldeponien, Zwischenbericht, Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung, ETH Zürich, 1987

[2] Leitbild für die Schweizerische Abfallwirtschaft, Eidg. Kommission für Abfallwirtschaft, Bundesamt für Umweltschutz, Bern, Juni 1986

[3] Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen (VVS) vom 12. Nov. 1986, in Kraft seit 1. April 1987

Zum Nachweis der korrekten Entsorgung dient ferner ein alle Aspekte einschliessendes Dokumentationssystem, mit Buchführung über alle einschlägigen Transaktionen.

Ciba-Geigy hat auf diesem Prinzip für ihre Stammhauswerke im Jahre 1984 ein entsprechendes Kontrollsystem eingeführt (Abfall-Bewirtschaftungs-System, ABS).

Adresse des Verfassers: *Dr. U. Gujer,* Ciba-Geigy AG, Basel.

Klärschlammentsorgung

Der heutige Klärschlammanfall in der Schweiz aus ca. 800 Abwasserreinigungsanlagen beläuft sich auf ca. 4,3 Mio. m³ pro Jahr. Der Anteil an Trockenstoff beträgt ca. 250 000 t. Die eine Hälfte von diesem Klärschlamm wird noch landwirtschaftlich genutzt, die andere Hälfte wird durch Deponieren oder Verbrennen entsorgt. Es wird geschätzt, dass wir im Jahre 2000 ca. 6 Mio. m³ Klärschlamm produzieren und der Anteil an landwirtschaftlicher Nutzung wird unter die 50%-Marke fallen (1).

VON HANS GRÜTER, ZÜRICH

Der landwirtschaftlichen Nutzung sind Grenzen gesetzt: es gibt Entsorgungsengpässe im Winter, Überdüngungsprobleme mit Phosphor, Belastung der Gewässer mit Klärschlamm zusammen mit dem Regenwasser, Anreicherung von Nitraten im Trinkwasser und die Schwermetallanreicherung in den Kulturen. Weiter wird es im Einzugsgebiet von Grossregionen immer weniger landwirtschaftliche Nutzflächen geben, daher wird sich für das Austragen vom Klärschlamm ein kaum überwindbares Transportproblem stellen.

Das Schlammangebot übersteigt heute, und noch verschärfter in der Zukunft, bei weitem die Nachfrage für die landwirtschaftliche Nutzung. Die Betreiber von grossen Kläranlagen waren schon in der Vergangenheit gezwungen, die Schlammenge durch mechanische Entwässerung zu reduzieren. Dieser Schlamm wurde dann meist durch Zugabe von Kalk verfestigt und deponiert oder in einzelnen Fällen verbrannt. Das Fehlen von geeigneten Deponien hat zur Folge, dass das Schlammvolumen durch thermische Trocknung weiter reduziert werden muss. Der Trend geht heute eindeutig in die Richtung mechanische Entwässerung, thermische Trocknung und nichtlandwirtschaftliche Verwertung als Brennstoff. Die thermisch getrockneten Klärschlämme können einen mit Braunkohle vergleichbaren Heizwert aufweisen (Tabelle 1 und Bild 1). Die Verwertung als Zusatzbrennstoff in Zementöfen (2) würde eine vollständige Entsorgung fast aller Inhaltsstoffe ergeben. Eine weitere Alternative der Trockenschlammverwertung ist die Verwendung als Brennstoff in Asphalt-Mischgutwerken (3). Der heute noch übliche Weg der Trockenschlammentsorgung ist das Verbrennen zusammen mit Müll in den Kehrichtverbrennungsanlagen.

Thermische Trocknung von Klärschlamm

Für die thermische Trocknung (Bild 2) kommen grundsätzlich zwei Arten zur Anwendung: Die Stromtrocknung und die Kontakttrocknung. Bei der Stromtrocknung stehen die Trocknungsmedien, Rauchgase oder die überhitzten Brüden, direkt mit dem Schlamm in Berührung und nehmen das aus dem Klärschlamm verdampfte Wasser in sich auf. Bei geschlossenen Systemen, welche mit erhitzten Brüden arbeiten, werden in einem Kühler, die Überschussbrüden kondensiert. Bei offenen Systemen verlassen die noch heissen Rauchgase zusammen mit dem Wasserdampf den Trockner. Mit aufwendigen Reinigungssystemen muss hier verhindert werden, dass mit der Abluft mitgerissener Staub oder zu Geruchsbelästigung führende Komponenten in die Atmosphäre gelangen. Bei der Kontakttrocknung wird die Trocknungsenergie indirekt an das Trockengut zugeführt. Zwischen dem Klärschlamm und dem Heizmedium, meistens Wasserdampf mit einigen bar Überdruck, befindet sich eine Wand, welche Klärschlamm und Heizdampf voneinander trennt. Durch mechanische Einrichtungen wird der Schlamm in intensivem Kontakt mit der beheizten Wand gehalten, wobei das Wasser im feuchten Schlamm verdampft. Durch ein geeignetes Kondensationssystem kann bei