Karl Joachim Thomé-Kozmiensky

Abdichtung von Deponien und Altlasten

EF

EF-Verlag für Energie und Umwelttechnik GmbH

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Abdichtung von Deponien und Altlasten /
Karl Joachim Thomé-Kozmiensky. – Berlin:
EF-Verl. für Energie und Umwelttechnik, 1992
(Grundkurs)
ISBN 3-924511-53-5
NE: Thomé-Kozmiensky, Karl J. [Hrsg.]

ISBN 3-924511-53-5

Copyright: Professor Dr.-Ing. Karl Joachim Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten
Verlag: EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH
Im Schwarzen Grund 20, 1000 Berlin 33
Tel.: 0 30 / 8 31 29 90, Fax: 0 30 / 8 31 56 58
Berlin 1992
Redaktion: Susanne Lost, Satz: Susanne Lost
Anzeigenverwaltung: Cornelia Avenarius
Druck: E. Mühlthaler's Buch- und Kunstdruckerei GmbH, München
Buchbinderische Verarbeitung: Conzella - Urban Meister, München

Rechte, insbesondere die der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Titel dieses Buches darf ohne die Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form - durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendeines anderen Verfahren - reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

Warenzeichen: Wenn Namen, die in der Bundesrepublik Deutschland als Warenzeichen eingetragen sind, in diesem Buch ohne besondere Kennzeichnung wiedergegeben werden, so berechtigt die fehlende Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß der Name nicht geschützt ist und von jedermann verwendet werden darf.

EF

EF-Verlag für Energie und Umwelttechnik GmbH

Vorwort

Die Deponierung nicht mit der Natur kompatibler Abfälle und Altlasten ist Teil einer Bankrotterklärung der Abfallwirtschaft. Abfallvermeidung, -verwertung und -behandlung haben versagt. Es bleiben Reste, die in der Natur mit mehr oder weniger ungehindertem Zugang zur Biosphären abgelagert werden. Auch wenn alle nur möglichen technischen Maßnahmen ergriffen werden, um den Kontakt der Schadstoffe zur belebten Natur zu verringern, handelt es sich doch um Maßnahmen, die nur auf Zeit wirken. Die Bemühungen von Gesetzgebung, Verwaltung, Industrie, Anlagebetreibern und Wissenschaft sind in letzter Zeit verstärkt darauf gerichtet, der Tatsache Rechnung zu tragen, daß auf absehbare Zeit noch unbehandelte Abfälle abgelagert werden müssen. Neben der Sickerwasserreinigung und der Gaserfassung werden mit großem Aufwand Dichtungen hergestellt, die trotz aller Unzulänglichkeit zumindest für einen übersehbaren Zeitraum die schädlichen Auswirkungen aus den Ablagerungen wenn nicht unterbinden, so doch minimieren. Das gleiche gilt für dringend sanierungsbedürftige Altlasten, für deren Sanierung die technischen Einrichtungen zur Verfügung stehen. Auch hier wird mit der Abdichtung Zeit gewonnen, die Sanierung nicht ersetzt – nur auf spätere Zeit verschoben.

Oberflächen-, Seiten- und Basisabdichtungen umschließen Deponien und Altlasten und kapseln sie ein. Die Einkapselung ist wirkungsvoll, wenn Sickerwasser und Gas nur kontrolliert emittiert werden. Deponie- und Altlastenabdichtungen sollen aber nicht nur den Austritt von Sickerwasser und Gas aus der Deponie in den Boden und in das Grundwasser verhindern, auch der Zutritt von Niederschlags- und Grundwasser in den Deponie- und Altlastenkörper soll unterbunden werden.

In diesem Werk wird die Problematik der Abdichtung von Deponien und Altlasten umfassend und gründlich dargestellt. Dies bezieht sich auf die Werkstoffe – mineralische Dichtung, Kunststoffdichtungen, Kombinationsdichtungen – Langzeitverhalten, Einsatzmöglichkeiten, Qualitätssicherung, Eigenkontrolle, Prüfverfahren, und auf die nachträgliche Abdichtung von Altlasten.

Dem letztgenannten Themenkreis ist wegen der Bedeutung des Problems ein besonderer Schwerpunkt gewidmet.

Es werden die Oberflächenabdichtung, die vertikale Abdichtung sowie die horizontale Abdichtung mit grundbaulichen und bergmännischen Verfahren ausführlich dargestellt.

Hiermit eröffnet sich eine Möglichkeit, besonders gefährliche Altlasten, für deren Sanierung die Kenntnisse und Technik noch nicht zur Verfügung stehen, durch Kapselung so zu sichern, daß Zeit für ihre eigentliche Sanierung gewonnen wird und die Umwelt vor weiteren Schäden geschützt wird.

as wichtige Thema der Abdichtung wird mit diesem Buch erstmals so umfassend handelt, daß von einem Handbuch für Wissenschaft und Praxis gesprochen werden nn.

h danke meinen Mitarbeitern für Ihren Einsatz bei der Erstellung dieses Buches wie den Autoren für ihre interessanten Ausführungen.

ein besonderer Dank gilt Frau Susanne Lost, die die Autoren vorbildlich betreute und r die pünktliche Fertigstellung des Buches mit großem Arbeitseinsatz sorgte.

erlin, März 1992

Prof. Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Institut für technischen Umweltschutz
– Fachgebiet Abfallwirtschaft –

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung

Deponie und Altlasten – Betrachtung, insbesondere zur Abdichtung, vor dem Hintergrund der TA Abfall und der TA Siedlungsabfall....5
Karl J. Thomé-Kozmiensky

Anforderungen an die Geologie, Hydrogeologie und Geotechnik beim Bau von Deponien....53
Hansjörg Oeltzschner

Geologische und hydrogeologische Anforderungen an geologische Barrieren und das Deponieumfeld....83
Klaus Stief, Gunter Dörhöfer

Anforderungen an die Abdichtung von Deponien und Altlasten auf Grundlage der TA Abfall....101
Carl-O. Zubiller

2 Werkstoffe

Die Eignung von Tonen zur Abdichtung....109
Ewald Kohler

Mineralische Abdichtung durch Bodenverbesserung....121
Hans-Gerd Franke

Herstellverfahren von Massen zur multimineralischen Abdichtung....127
Rolf Krawczyk

Injektionsmassen für Einkapselungen von Deponien und Altlasten....135

Stofftransport durch mineralische Abdichtungen. 141
Klemens Finsterwalder

Frostempfindlichkeit von mineralischen Abdichtungen 159
Kurt A. Czurda

Die Eignung von Asphalt zur Deponieabdichtung..... 183
Heinz Steffen

Das Dynagrout-System 203
Hans-J. Hass

Wasserglasvergütete mineralische Dichtsysteme
zur Abdeckung von Altdeponien und Altlasten
unter dem Aspekt der aktiven Rißsicherung 227
Peter Belouschek

Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen
für Kombinationsdichtungen 249
Werner Müller, Rolf Preuschmann

Schutzschichten –
Mechanische Einwirkungen, Dauerhaftigkeit 261
Jochen Müller-Rocholz

Langzeituntersuchungen an Verbunddichtungen
als technische Barriere für Deponien und Altlasten 273
Hans August, Renate Tatzky-Gerth

3 Basisabdichtung von Deponien

Aspekte der Bauverfahrenstechnik bei der
Herstellung von Depoiniebasisabdichtungen 285
Ulrich Averesch, Mahmoud El Khafif

Eigenkontrolle und Fremdüberwachung beim
Einbau von mineralischen Dichtungen 299
Claus Schmidt

Neue hydraulische Kriterien für die
Filterstabilität, die Erosions- und Suffosionssicherung
von Deponieabdichtungssystemen 319
Bernd Müllner

Gezielte Durchlässigkeitsüberprüfungen
mineralischer Deponiedichtungen 343

Zur Problematik der Schließung von Rissen
mineralischer Dichtungen von Deponien..... 359
Stavros Savidis, Karl Mallwitz

Prüfumfang bei der Qualitätssicherung
von Kunststoffdichtungsbahnen..... 373
Rolf Schicketanz

Langzeitfestigkeit von Schweißverbindungen
aus Polyethylen..... 389
Joachim Hessel, Peter John

Methoden der Langzeitkontrolle
von Deponieabdichtungen –
Vollflächenkontrolle und TERRACONTROL..... 395
Franz Hippmann

Deponie Flotzgrün –
Qualitätssicherung der Basisabdichtung..... 401
Hubert Quick, Gottfried Kochendoerfer

Anforderungen an die Sickerwasserdrainung
unter besonderer Berücksichtigung
ihrer Langzeitwirksamkeit..... 417
Peter Bothmann

Mikrobiologisch bedingte Ausfällungsprozesse
in Deponieentwässerungssystemen..... 431
Matthias Brune

4 Oberflächenabdichtung von Deponien

Vergleichende Bewertung unterschiedlicher
Abdecksysteme für Deponien und Altlasten..... 453
Stefan Melchior, Günter Miehlich,
Beate Vielhaber, Klaus Berger

Leckkontrolle und Leckortung bei
Oberflächendichtsystemen..... 477
Dirk W. Lante

Konsequenzen der Abdichtung für die
Rekultivierung von Deponien und Altlasten..... 483

Vertikale und horizontale Abdichtung von Altlasten

Die Stahlspundwand als vertikale Abdichtung zur Sicherung von Deponien und Altlasten 489
Siegfried Roth

Nachträgliche Herstellung einer Basisabdichtung mit dem Schwerteinbauverfahren 509
Edmund Hertle, Siegfried Hausner, Dieter Härle

BAK-Verfahren – Basisabdichtung Kunz – Nachträgliche Herstellung einer Dichtsohle unter Altlasten 525
Edmund Hertle, Siegfried Hausner, Manfred Poschenrieder

Das Richter-Verfahren zur Sicherung von Altlast-Deponien und kontaminierten Standorten 543
Hans Richter

Sicherung kontaminierter Erdschichten mit dem Paurat-Verfahren 557
Roland Paurat

Logistische Aufgaben bei der Sicherung von Altlasten durch bergmännische Unterfahrung, dargestellt am Beispiel der SAD Münchehagen 573
Jörg Ertle

Basisabdichtung von Altlasten, auch von Rückständen aus der Uranerzaufbereitung 587
Egon Fahning

Nachträgliche Basisabdichtung einer Deponie mit dem Streblangfrontverfahren aus geotechnischer Sicht 593
Wolfram Müller

Anforderungen an das Dichtmaterial und technische Realisierbarkeit 605
Peter C.W. Stephan

Schutz der Beschäftigten im Bereich kontaminierter Standorte 613
Harald Burmeier

..... 631

1 Einführung

Deponien und Altlasten – Betrachtungen, insbesondere zur Abdichtung, vor dem Hintergrund von TA Abfall und TA Siedlungsabfall –

Karl J. Thomé-Kozmiensky

1. Einleitung 5
2. TA Abfall und TA Siedlungsabfall 9
3. Synoptische Gegenüberstellung von TA Abfall und TA Siedlungsabfall 10

1. Einleitung

Die Deponierung nicht mit der Natur kompatibler Abfälle und Altlasten sind Teile einer Bankrotterklärung der Abfallwirtschaft. Abfallvermeidung, -verwertung und -behandlung haben versagt. Es bleiben und bleiben Reste, die in der Natur mit mehr oder minder ungehindertem Zugang zur Biosphäre abgelagert werden. Auch wenn alle nur möglichen technischen Maßnahmen ergriffen werden, um den Kontakt der Schadstoffe zur belebten Natur zu verringern, handelt es sich doch um Maßnahmen, die nur auf Zeit wirken. Die Bemühungen von Gesetzgebung, Verwaltung, Industrie, Anlagenbetreibern und Wissenschaft sind in letzter Zeit verstärkt darauf gerichtet, der Tatsache Rechnung zu tragen, daß auf absehbare Zeit noch unbehandelte Abfälle abgelagert werden müssen. Neben der Sickerwasserreinigung und der Gaserfassung werden mit großem Aufwand Dichtungen hergestellt, die trotz aller Unzulänglichkeit zumindest für einen übersehbaren Zeit-raum die schädlichen Auswirkungen aus den Ablagerungen wenn nicht unterbinden, so doch minimieren. Das gleiche gilt für dringend sanierungsbedürftige Altlasten, für deren Sanierung die Technischen Einrichtungen zur Verfügung stehen. Auch hier wird mit der Abdichtung Zeit gewonnen, die Sanierung nicht ersetzt – nur auf spätere Zeit verschoben.

Die dichte Deponie gibt es nicht. Das zeigt schon die Tatsache, daß im Fall der Deponie die Dichtigkeit durch den gegenteiligen Begriff – nämlich die Wassergeschwindigkeit durch die Dichtung – definiert wird. Über die Schadstoffausbreitung durch die Dichtung wird bei der Charakterisierung von Deponieabdichtungen auch in den neuen Regelwerken nichts gesagt. In Anerkennung dieser Unzulänglichkeit fordern die TA Abfall und auch die als Arbeitsentwurf vorliegende TA Siedlungsabfall berechtigt die weitgehende Vorbehandlung der Abfälle; zukünftig sollen schließlich keine Altlasten geschaffen werden.

Verkürzt gesagt: Die beste technische Abdichtung schützt die Bio- und Lithosphäre nur

handelten Abfällen – aber auch für derzeit nicht sanierungsfähige, doch gefährliche ltlasten; und zur Zeit schaffen wir weiter zukünftige Altlasten, da wir in Deponien bfälle ablegen, die eigentlich vorher behandelt werden müßten. Behandlungsanlagen r den größten Teil der zur Zeit produzierten Abfälle sind aber nicht vorhanden, erden auch in absehbarer Zeit nicht zur Verfügung stehen.

ein Wunder also, daß wir uns zunehmend mit der Abdichtung zu befassen haben. Dies ird in Anerkennung des skizzierten Notstandes auch gründlich getan, schließlich erden mit viel Energie und Material – also auch mit viel Geld – Abdichtungen für eponien und nun auch vermehrt für gefährliche Altlasten errichtet. Und die sollten ann ihre Barrierenfunktion möglichst lange erfüllen und wenn es geht, auch ontrollierbar und reparierbar sein.

berflächen-, Seiten- und Basisabdichtungen umschließen Deponien und Altlasten nd kapseln sie ein. Die Einkapselung ist wirkungsvoll, wenn Sickerwasser und Gas ur kontrolliert emittiert werden. Deponie- und Altlastenabdichtungen sollen aber icht nur den Austritt von Sickerwasser und Gas aus der Deponie in den Boden und in as Grundwasser verhindern, auch der Zutritt von Niederschlags- und Grundwasser in en Deponie- und Altlastenkörper soll unterbunden werden.

Daher stellt sich die Frage nach der Definition von Dichtigkeit.

An die Beschaffenheit der Abdichtung werden folgende Anforderungen gestellt:

- vollkommene, zumindest aber weitgehende Dichtigkeit,
- Beständigkeit gegen
  - Temperaturen bis 70° C,
  - Sickerwasserinhaltsstoffe,
  - Deponieauflast,
  - Setzungen des Untergrundes,
- praktikable technische Verlegbarkeit,
- Kontrollierbarkeit der Dichtigkeit
  - während der Bauphase
  - in der Betriebsphase
  - nach Abschluß der Arbeit,
  - nach Abschluß des Betriebes,
  - Reparierbarkeit im Schadensfall,
  - Erneuerbarkeit bei Materialermüdungen,
  - Wirtschaftlichkeit.

Keine Dichtung weist alle diese Eigenschaften auf. Es zeichnen sich jedoch Konzeptionen ab, die dieser Idealvorstellung nahe kommen.

Bild 1: Systematik der Abdichtungsverfahren für Deponien und Altlasten

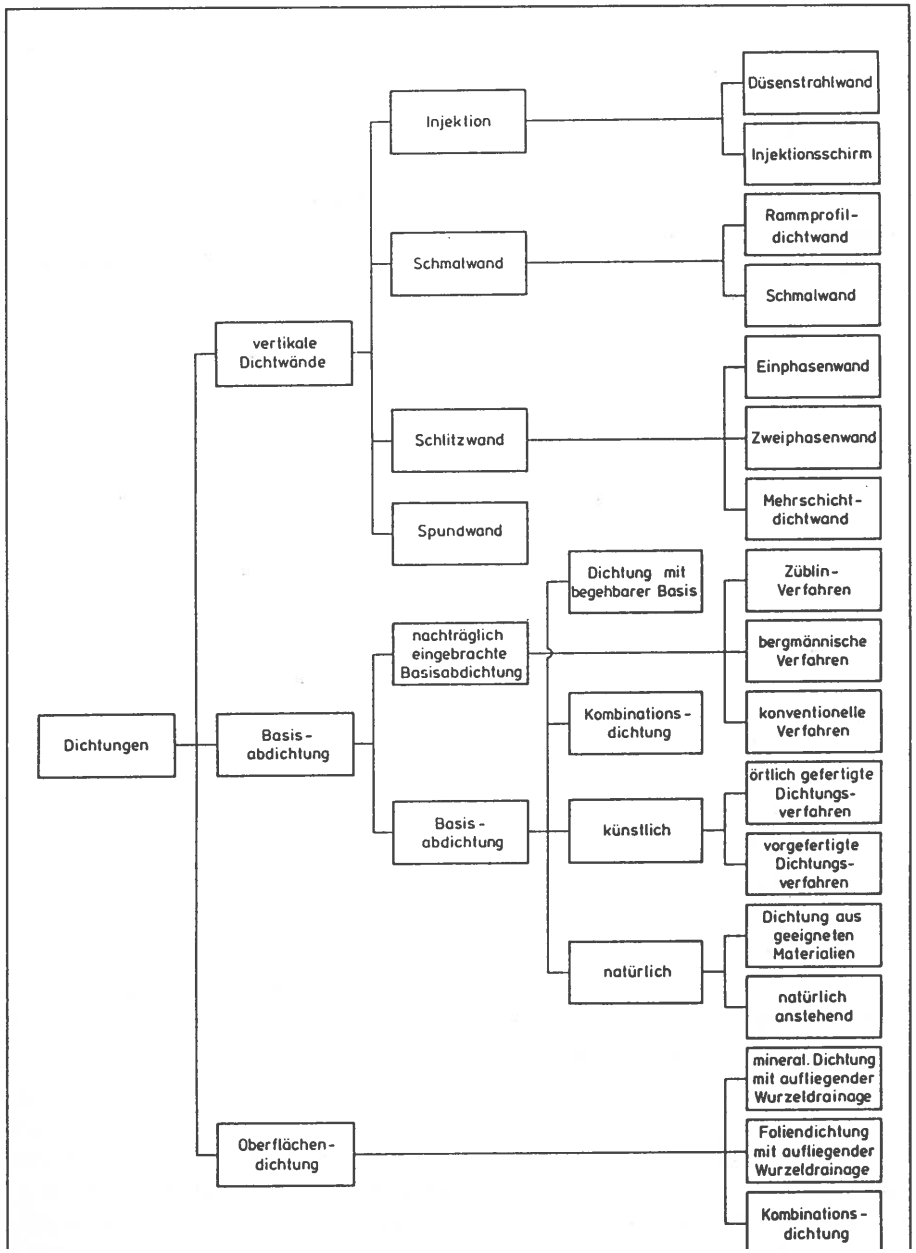


Tabelle 1: Zuordnung von k-Werten zu qualitativen Durchlässigkeitsbegriffen

Durchlässigkeits-Koeffizient (k_f)	Qualitative Bewertung	Beispiele	
m/s		Boden	Baustoffe
$> 10^{-2}$	sehr gut durchlässig	Kiesboden	
$10^{-2} - 10^{-4}$	gut durchlässig	Sand Abfall	zerkleinerter
$10^{-4} - 10^{-7}$	durchlässig schluffige Feinsande Lehmboden	Feinsand,	Beton
$10^{-7} - 10^{-9}$	gering durchlässig	Kreideton	Ton-Mergel-Gemisch, Schmalwand
$< 10^{-9}$	sehr gering durchlässig	verdichteter Ton	Betonit-Sand-Einphasen-Schlitzwand

In der Praxis wird die Dichtigkeit über den Durchlässigkeitskoeffizienten k_f abgegeben. Es werden k_f-Werte zwischen 10^{-7} m/s und 10^{-11} m/s gefordert. Die Dichtigkeit wird hier also über die Durchlässigkeit definiert.

Die Definition der Dichtigkeit von Deponieabdichtungen durch k-Werte ist von der Wasserwirtschaft und der Bodenkunde übernommen und bezieht sich ausschließlich auf Wasser, nicht aber auf Lösungsmittel und andere Schadstoffe.

Einem Lockergestein mit einem k-Wert von 10^{-6} m/s wird zum Beispiel ein starkes Stauvermögen zugeordnet. Eine Deponiebasisabdichtung mit diesem Beiwert dagegen ist als stark durchlässig anzusprechen. Bei Angaben über die Dichtigkeit muß also gefragt werden: Gegen welchen Stoff ist das Material dicht? Was wird unter Dichtigkeit verstanden? Diese Fragen werden heute zwar gestellt, doch nicht beantwortet. Wegen des Fehlens anderer praktikabler quantitativer Größen wird zur Beschreibung

2. TA Abfall und TA Siedlungsabfall

Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit hat am 12. März 1991 im Gemeinsamen Ministerialblatt Nr. 8 des 42. Jahrganges die Gesamtfassung der Zweiten allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall) Teil I veröffentlicht. Dieser Teil I befaßt sich mit der Lagerung, chemisch-physikalischen, biologischen Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen. Es handelt sich also um Sonderabfälle, obwohl dies im Titel der Verwaltungsvorschrift nur umschrieben ist, wie auch im § 2, Abs. 2 AbfG:

„An die Entsorgung von Abfällen aus gewerblichen oder sonstigen wirtschaftlichen Unternehmen oder öffentlichen Einrichtungen, die nach Art, Beschaffenheit oder Menge in besonderem Maße gesundheits-, luft- oder wassergefährdend, explosibel oder brennbar sind oder Erreger übertragbarer Krankheiten enthalten oder hervorbringen können, sind nach Maßgabe dieses Gesetzes zusätzliche Anforderungen zu stellen. Abfälle im Sinne von Satz 1 werden von der Bundesregierung durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates bestimmt."

Das Abfallgesetz enthält also keine Definition des Begriffs Sonderabfall; dies hat sich in der Praxis nicht immer als vorteilhaft erwiesen. In der Regel werden Abfälle im Sinne des zitierten § 2, Abs. 2 AbfG als Sonderabfälle angesehen, gelegentlich wird der Begriff auf Abfälle erweitert, die nach § 11, Abs. 2 der Nachweispflicht unterworfen werden:

„Die zuständige Behörde kann von Besitzern solcher Abfälle, die nicht mit den in Haushaltungen anfallenden Abfällen entsorgt werden, Nachweis über deren Art, Menge und Entsorgung sowie die Führung von Nachweisbüchern, das Einbehalten von Belegen und deren Aufbewahrung verlangen. Nachweisbücher und das Einbehalten von Belegen sowie über die Aufbewahrungsfristen regelt der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit mit Zustimmung des Bunderrates durch Rechtsverordnung."

Die TA Abfall ist in dreizehn Abschnitte gegliedert und wird durch die Anhänge A bis H ergänzt. Mit der oberirdischen Deponie befassen sich Abschnitt 9. und die Anhänge D bis G.

Für die Siedlungsabfälle liegt ein Arbeitsentwurf vom 22. November 1991 der Projektgruppe TA Siedlungsabfall als Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz vor. Danach ist die TA Siedlungsabfall in 16 Abschnitte und die Anhänge A bis E gegliedert.

In der TA Abfall sind Abschnitt 9 „Besondere Anforderungen an oberirdiche Deponien und die Anhänge D: „Zuordnungskriterien", E: "Material- und Prüfanforderungen bei der Herstellung von Deponieabdichtungssystemen", F: „Vergleich von Sickerwasserbehandlungsverfahren" für die Deponie maßgebend; in der TA Siedlungsabfall ist es