

## 20 Jahre immer sicherere Deponien – wie wird es weitergehen?

Klaus Stief, [www.deponie-stief.de](http://www.deponie-stief.de)

### I

Seit 1969 bzw. 1972 wird versucht durch eine geordnete Ablagerung von Abfällen aus Siedlung und Industrie die Verschandelung der Landschaft, die schädliche Verunreinigung von Gewässern, insbesondere des Grundwassers, und die Gefährdung der Gesundheit von Menschen und Tieren zu vermeiden.

Erste technische Anleitungen wie das geschehen könnte, findet man in dem ZfA Merkblatt M3. Im Abfallbeseitigungsgesetz des Bundes von 1972 wird für Deponien ein Planfeststellungsverfahren gefordert. Durch weitere gesetzlichen Regelungen werden die Anforderungen an die Abfallbeseitigung, insbesondere aber an die geordnete Ablagerung immer mehr verschärft, weil Erfahrungen mit der Umsetzung der bisherigen Anforderung in der Praxis gezeigt haben, daß das Ziel „Schutz des Wohls der Allgemeinheit“ insbesondere des Gewässerschutzes mit dem Schwerpunkt Grundwasserschutz nicht erreicht wurde. Erst in den 90er Jahren wurde wegen des Beitrages von Deponiegasen zum Treibhauseffekt versucht, auch die gasförmigen Deponieemissionen drastisch zu reduzieren.

Der Grundwasserschutz durch geeignete Standortwahl (heute sagt man geologische Barriere) wurde in aller Regel nicht erreicht. Ein Verbundforschungsvorhaben „Erkundung und Beschreibung des Untergrundes von Deponien und Altlasten“ gefördert vom BMFT, durchgeführt von der BGR (1989 bis 1997) zeigte wie schwer es ist, eine geologische Barriere zu erkunden und zu beschreiben. Und erst recht stellte sich heraus, daß es noch schwieriger ist festzustellen, was die „richtige“ geologische Barriere ist, wenn die Prognose der Sickerwasseremissionen (Schadstoffe und Schadstofffrachten, Menge und zeitlicher Verlauf) äußerst unsicher ist.

### II

Da in den 80er Jahren Volkswirtschaftler nicht müde wurden, auf die exorbitanten volkswirtschaftlichen (externen Kosten) aufmerksam zu machen, die durch diffuse Schadstoffeinträge aus Deponien entstünden, führte kein Weg an der Abdichtung der Deponiebasis vorbei. Es gab zwar immer noch Zweifel, ob das richtig sei, ob denn aus Deponien überhaupt stark schadstoffhaltiges Sickerwasser austreten würde, und wenn ja, ob es dann nicht durch natürliche Selbstreinigung (heute: Natural Attenuation) nach einer Fließstrecke von wenigen

100 m nicht mehr nachweisbar sei. Die Befürworter der Deponiebasisabdichtung setzten sich durch. Und siehe da, das an der Deponiebasis gefaßte Sickerwasser stellte sich bei allen abgedichteten Deponien als behandlungsbedürftig heraus; zunächst in kommunalen Kläranlagen, gemeinsam mit häuslichem Abwasser. Aber nach wenigen Jahren wurde die Schädlichkeit bzw. Gefährlichkeit des Deponiesickerwassers als so hoch bewertet, daß es als gefährliches Abwasser eingestuft worden ist. Es wurden Anforderungen an die Sickerwasserreinigung gestellt, die im Laufe der Zeit verschärft wurden, und die heute im Anhang 51 der Abwasserverordnung (AbwV) nachzulesen sind. Zufällige oder gezielte Grundwasseruntersuchungen unter und im Umfeld von Deponien mit Basisabdichtung zeigten, oder ließen zumindest Zweifel aufkommen, daß die zunächst üblichen Basisabdichtungen (Tonabdichtungen 50 cm dick  $k \leq 10^{-8} \text{m/s}$ ) oder Kunststoffolien (anfangs 0,5 mm dicke LDPE-Folien) auch ausreichend wasserdicht seien. Detailuntersuchungen, zum Teil im Rahmen von Forschungsvorhaben, zeigten, sie waren es nicht. Konsequenterweise wurden bessere Basisabdichtungen gefordert, entwickelt und auch angewendet, was schließlich in der Forderung nach Kombinationsabdichtungen (KDB im Preßverbund auf mineralischen Abdichtungsschichten) gipfelte. Diese wurde auch in die TA Abfall (1991) und in die TA Siedlungsabfall (1993) übernommen, natürlich nicht ohne die unverzichtbare Öffnungsklausel, daß auch gleichwertige Abdichtungen eingesetzt werden dürfen.

Erfahrungen und Fehleinschätzungen hinsichtlich der Wirksamkeit der Abdichtungen in der Vergangenheit führten zur Forderung nach Qualitätssicherungskonzepten, die sich bei Kombinationsabdichtungen leider nur auf die Qualitätssicherung für die Kunststoffdichtungsbahnen konzentrierten. Es durften und dürfen im Deponiebau nur zugelassene Kunststoffdichtungsbahnen verwendet werden (Anhang E, TA Abfall). Als Zulassungsstelle hat sich die BAM empfohlen und bewährt. Hersteller von KDB, Verleger und Fremdprüfer haben unter den hohen Anforderungen gelitten, aber die Abdichtungen aus HDPE-Dichtungsbahnen wurden immer besser (zuverlässig hergestellt, zuverlässig verlegt, zuverlässig auf der Baustelle durch Fremdprüfer abgenommen). Heute leiden Hersteller von KDB, Verleger und Fremdprüfer wieder, weil ihnen die zu dichten Abdichtungen aus HDPE-Dichtungsbahnen als Nachteil und angeblich zu teuer vorgehalten werden. Bei der zweiten Komponente der Kombinationsabdichtungen, den tonmineralischen Abdichtungsschichten, klappte die Qualitätssicherung bei weitem nicht so gut (keine industrielle Herstellung, zu unterschiedliche Tonmaterialien, keine straffe Organisation der Planer und Fremdprüfer), aber dafür funktionierte die Lobby. Die immer noch nicht abgeschlossenen Diskussionen über die Austrocknungsgefährdung tonmineralischer Abdichtungsschichten (Stichwort: Einbau auf dem trocken oder nassen Ast der Proctorkurve) offenbaren die Mängel, aber die Abstellung der Mängel ist sehr zögerlich, trotz der Ergebnisse eines DGGT-Workshops zu diesem Thema.

Da die Behandlung, des an der Deponiebasis gefaßten Sickerwassers hohe Kosten verursacht, weil man keine vernünftige Anhaltspunkte dafür hat, wann eine Basisabdichtung (Kombinationsabdichtung) unwirksam wird (obwohl es heute zum guten Ton gehört, festzustellen, daß alle technischen Maßnahmen nur eine sehr begrenzte Lebensdauer haben), insbesondere natürlich die industriell hergestellten, und weil man nach Verfüllung der Deponien keine Lust und zu oft auch kein Geld mehr hat, das unvermeidlich anfallende Sickerwasser zu behandeln, war es naheliegend, die Abdichtung von Deponien an der Oberfläche zu fordern. Die Idee Abfälle unter einem Dach einzubauen, um Abfälle erst gar nicht erst mit Niederschlagswasser in Berührung kommen zu lassen, wurde sehr schnell fallengelassen. Ergebnisse des Forschungsvorhabens „Stoffbilanz und Deponieverhalten am Beispiel der Sonderabfalldeponie Raindorf“ (Projektleitung: Forschungs- und Entwicklungszentrum Sondermüll, Schwabach) machten der Idee ein Garaus.

Da auch Art, Menge und Zusammensetzung von Abfällen, die abgelagert werden durften, immer schärfer kontrolliert und eingeschränkt wurde, konnte man Ende der 90er Jahre eigentlich zurecht von sicheren Deponien sprechen. Dazu haben viele beigetragen, nicht zuletzt auch die Vorträge und Diskussionen bei den bisher 20 Fachtagungen „Die sichere Deponie“ des Veranstalters SKZ unter der wissenschaftlichen Leitung von Dr. Friedrich W. Knipschild.

### III

Sind wir (die Gesellschaft im allgemeinen, die Wissenschaftler, die planenden Ingenieure, die Baufirmen, die Behörden) nun glücklich und zufrieden? Natürlich nicht. Das kann man auch nicht erwarten, denn Zufriedenheit widerspricht offenbar der menschlichen Natur. Man strebt immer nach Neuem, man möchte Unbekanntes ausprobieren, man sucht nach Alternativen, manchmal auch nach Besserem. Sehr oft entspringt der Drang nach etwas „Alternativem“ aber nur dem Wunsch auch einmal an die sogenannten Fleischtöpfe, an das große Geld heranzukommen. So war es bei der Universitätsrevolution 1968, so war es bei den Grünen-Alternativen, und so ist es wohl auch bei vielen Anbietern von alternativen Abdichtungen.

Nach welchen Alternativen sucht man bei Deponien? Sucht man nach sichereren Deponien? Offenbar nicht. Vorschläge für sicherere Deponien als die neuen Deponien nach den Regelanforderungen der Abfallablagerungsverordnung und der Deponieverordnung gibt es nicht. Deshalb wird behauptet (feststellen kann man es ja nicht), daß Deponien eine schwere Bürde für die kommenden Generationen seien, die um so schwerer ununmoralischer seien, je länger die Abfälle sicher eingekapselt bleiben. Man gibt vor, sich in die Lage unserer

Nachkommen in 500 oder gar 1000 Jahren versetzen zu können und malt sich aus, welchen entsetzlichen Gefahren sie unvorbereitet ausgesetzt sein könnten, wenn Oberflächenabdichtungssysteme und Basisabdichtungssysteme, quasi schlagartig unwirksam würden. Deshalb müsse man Deponien abschaffen, möglichst schon ab dem Jahre 2020. Erstaunlich ist, daß man ob dieser dramatischen Gefährdung unserer Nachkommen nicht den konsequenten Rückbau aller Deponien, Altdeponien, Altablagerungen und erst recht der als Altlasten eingestuften Altablagerungen fordert und realisiert. So ernst scheint es ja also doch nicht zu sein – mit der Gefährdung, oder mit der Sorge um die kommenden Generationen.

#### IV

Interessant verläuft die Diskussion über die Altdeponien (Altanlagen nach DepV), in denen seit 10, 20 oder auch 30 Jahren unvorbehandelte Abfälle aus Siedlung, Gewerbe und Industrie abgelagert worden sind und werden. Hier ist die wirksame Einkapselung der abgelagerten Abfälle ins Schußfeld gekommen, aus den verschiedensten Gründen. Die einen möchten mehr Spielraum bei der Auswahl der Abdichtungssysteme (eigentlich nur der Oberflächenabdichtungssysteme), die anderen halten die Abdichtungen für verzichtbar und plädieren nur für eine Rekultivierungsschicht.

Da der Nachweis der Gleichwertigkeit von anderen Abdichtungssystemen mit Kombinationsabdichtungen (Asphaltabdichtungsschicht oder HDPE-Dichtungsbahn auf mineralischen Abdichtungsschichten) seit Jahren nicht überzeugend gelungen ist, fordert man den Verzicht auf eine zu gute, sichere Oberflächenabdichtung, ja man plädiert sogar für eine „ein wenig wasserdurchlässige“, und vor allem auch gasdurchlässige Abdichtung, in Verbindung mit Maßnahmen zur biologischen Stabilisierung des Abfallkörpers von Deponien. Nun ist ja die Umwelt ohne Zweifel um so sicherer gegen Emissionen aus einer Deponie geschützt je geringer das Schadstoffemissionspotential der in der Deponie abgelagerten Abfälle ist. Insofern ist gegen eine Stabilisierung des Abfallkörpers nichts einzuwenden. Aber es gelang eben in der Vergangenheit weder mit Geld noch mit guten Worten, noch mit gesetzlichen Regelungen Deponiebetreiber oder zuständige Behörden davon zu überzeugen, daß die biologischen Abbauprozesse und die Auslaugungsprozesse vor Beendigung des Deponiebetriebes (heute: Ende der Ablagerungsphase) abgeschlossen werden sollten. Konkrete gesetzliche Forderungen traute man sich nicht. Statt dessen verwies und verweist man immer auf den nichtssagenden (offiziell aber als sehr wichtig bewerteten) § 10 des KrW-/AbfG. Fachbeiträgen (Vorträgen und Veröffentlichungen) und Diskussionen ist zu entnehmen, daß aber die Einsicht vorhanden ist, daß eine Stabilisierung des Abfallkörpers einer Altdeponie nur dadurch zu „erkaufen“ ist, daß man Abstriche an der Wirksamkeit (Sicherheit) der Abdichtungen macht.

In der DepV § 14 (8) geht man auf das vielfach bekundete Interesse an einer biologischen Stabilisierung des Deponiekörpers ein:

Für Deponien oder Deponieabschnitte, auf denen Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Klärschlämme und andere Abfälle mit hohen organischen Anteilen abgelagert worden sind, kann die zuständige Behörde zur Beschleunigung biologischer Abbauprozesse und zur Verbesserung des Langzeitverhaltens der Deponie in der Betriebsphase eine gezielte Befeuchtung des Abfallkörpers durch Infiltration von Wasser oder deponieeigenem Sickerwasser zulassen, wenn geeignete Voraussetzungen vorhanden sind und mögliche nachteilige Auswirkungen auf den Deponiekörper und die Umwelt verhindert werden. Zu den Voraussetzungen nach Satz 1 gehören insbesondere:

- qualifizierte Basisabdichtung,
- funktionierendes Sickerwasserfassungssystem,
- funktionierendes aktives Entgasungssystem,
- Oberflächenabdichtung oder temporäre dichte Abdeckung,
- relevante Mengen noch abbaubarer organischer Substanz im Deponiekörper,
- Einrichtungen zur geregelten und kontrollierten Infiltration und zur Kontrolle des Gas- und Wasserhaushalts der Deponie und der Begrenzung der Infiltrationsmengen auf das notwendige Maß,
- Nachweis der ausreichenden Standsicherheit des Deponiekörpers, auch unter Berücksichtigung der zusätzlichen Wasserzugaben.

Im Grunde geht es aber bei diesen Anforderungen in der DepV nur um den Versuch den schlimmsten Mißbrauch einer Sickerwasserrückführung zu verhindern. Ziele, die mit der biologischen Stabilisierung erreicht werden sollen, werden nicht genannt. Eigentlich wird auch nur versucht, das unglückliche (versehentliche!) Verbot der Sickerwasserrückführung bei Altdeponien (TASi Nr. 11. 2 Buchstabe g) rückgängig zu machen:

g) Anfallendes Sickerwasser ist soweit möglich zu erfassen, zu kontrollieren und ggf. zu behandeln. Die Anforderungen nach Nummer 10.4.2 sind zu beachten.

Und in TASi Nr. 10. 4. 2 (Abwassererfassung und –entsorgung) steht:

#### 10.4.2 Sickerwasserbehandlungsanlage

Die Sickerwasserbehandlungsanlage ist als Abwasseranlage unter Berücksichtigung der Benutzungsbedingungen und Auflagen für das Einleiten und Indirekteinleiten von Abwasser nach den hierfür jeweils in Betracht kommenden Regeln der Technik zu errichten und zu betreiben.

Auf Nummer 7.1.5 wird hingewiesen.

Gefaßtes Deponiesickerwasser und Rückstände aus der Sickerwasserreinigung dürfen nicht in den Deponiekörper zurückgeführt werden.

Es ist ganz offensichtlich, daß sich der Verweis auf Nr. 10.4.2 nur auf die Sickerwasser bzw. Abwasserbehandlung beziehen sollte. Obwohl im UBA Jahresbericht 1997, nach vielen Äußerungen bei Diskussionen und auch in Antworten auf Anfragen an das Umweltbundesamt, das noch einmal betont wurde, hat es sage und schreibe 10 Jahre gedauert, bis das Versehen umständlich in der DepV korrigiert worden ist. Man wird abwarten müssen, ob die Begeisterung für die Sickerwasserrückführung anhält, wenn die zuständigen Behörden gleichwohl auf ein qualifiziertes, langfristig wirksames Abdichtungssystem an der Deponieoberfläche bestehen.

Leider erscheint es aber eher unwahrscheinlich, daß zuständige Behörden darauf bestehen, weil die Anforderungen in der DepV so unbestimmt geworden sind, daß die Fachbeamten „der Stimme des interessierten Volkes“ bald nachgeben und Ärger mit ihren Vorgesetzten aus dem Weg gehen werden.

## V

Wirklich wasserdichte Oberflächenabdichtungen sind neuerdings auch unbeliebt, weil sie technisch gasdicht sind. Dadurch wird der Betrieb einer Deponiegasfassung für Schwachgas recht lange notwendig werden, wenn die aktive biologische Stabilisierung beendet, bzw. abgebrochen worden ist. Bei Verwendung einer gasdurchlässigen (und dann unvermeidlich auch prinzipiell wasserdurchlässigen) Abdichtung hofft man, unerwünschte Methanemissionen durch eine Methanoxidationsschicht über der „wasser- und gasdurchlässigen Abdichtungsschicht“ erreichen zu können. Gute Asphaltabdichtungen, TRISOPLAST®, HDPE-Dichtungsbahnen, DYWIDAG-Dichtungen (die schon immer als zu teuer aussortiert wurden) sind dann out. Zu dicht, zu wirksam, zu lange wirksam, was für ein ökologischer und ökonomischer Unsinn – so hört man.

Wenn gasdurchlässige, aber nur gering wasserdurchlässige Abdichtungen tatsächlich realisiert werden sollen, dann bleibt eigentlich nur die Kapillarsperre als geeignete Abdichtung. Leider funktioniert die Kapillarsperre aber nur bei Neigungen ab 1:7. Wie und womit dichtet man aber in den flacheren Bereichen ab? Doch nicht etwa wieder mit einer wirklich wasser- und gasdichten konservativen („ökologisch und ökonomisch unsinnigen“) Abdichtung?

Gibt es hinreichende Qualitätssicherungskonzepte für Kapillarsperren, um sie in der Praxis erfolgreich errichten zu können? Die Kapillarsperre ist mit wissenschaftlicher Akribie außergewöhnlich intensiv untersucht worden. Möglichkeiten und Grenzen sind in der Praxis, meist

mit sorgfältiger wissenschaftlicher Begleitung, ermittelt worden. Der Sturm auf die Altdeponien, die den § 14 (6) DepV in Anspruch nehmen wollen, hat begonnen – obwohl klare technische Regeln für Materialauswahl, Materialprüfung, Dimensionierung und Einbau fehlen. Das kann fatale Folgen haben, weil abzusehen ist, daß die Mehrzahl der Kapillarsperren mit Sicherheit nicht von erfahrenen und qualifizierten Unternehmen geplant, ausgeführt und überwacht werden. Regional oder ortsansässige unerfahrene Unternehmen werden Aufträge bekommen (Sand und Kies transportieren und abkippen kann ja doch jeder, so denkt man - falsch) und deshalb werden viele, zu viele Kapillarsperren nicht das halten, was von ihnen erwartet wird und erwartet werden kann.

Nur die Abdichtungen für die Qualitätssicherungskonzepte vorliegen und die allgemein verfügbar sind, dürften als Wettbewerber gegeneinander antreten, § 14 (6) DepV hin oder her. Das technische Kennblatt TKB IV/2-1 Kapillarsperre im ATV-DVWK / VKS Leitfaden Deponiestillegung reicht nicht aus, um als Technische Regel akzeptiert zu werden, und auch nicht die GDA-Empfehlung E 2 - 33.

Und erst recht sollten fehlende Qualitätssicherungskonzepte und fehlende Technische Regeln Grund genug sein, um Abdichtungen aus Reststoffen nicht zu genehmigen. Sonst würde Geld zum Fenster hinausgeworfen und das Vertrauen in ernsthafte Bemühungen um den Gewässerschutz völlig zerstört. Man sollte an „alternative“ Abdichtungen so skeptisch herangehen, wie an Kombinationsabdichtungen, an Abdichtungen mit Kunststoffdichtungsbahnen, an Abdichtungen mit TRISOPLAST®, an Asphaltabdichtungen, an Bentonitabdichtungen.

## **VI**

20 Jahre sichere Deponien – wie wird es weitergehen?

Es wird bergab gehen mit den Anstrengungen, Emissionen aus dem Deponiekörper zu verhindern, so ist zu fürchten. Oberflächenabdichtungssysteme werden wegen oft selbstverschuldeter Geldknappheit bis zur Sinnlosigkeit abgemagert werden. Die als Ersatz versprochene biologische Stabilisierung der Abfallkörper von Hausmülldeponien wird in den meisten Fällen allenfalls (zum Schein?) begonnen aber nicht bis zum bitteren oder besser süßen Ende durchgeführt werden. Insofern werden bei der Stilllegung von Altdeponien viele Planer und Baufirmen zu den Verlierern gehören. Die einzige Hoffnung ist, daß durch Kontrollen in der Nachsorgephase Mängel der Stilllegungsmaßnahmen erkannt und behoben werden. Aber es ist eine schwache Hoffnung. Wenn nicht einmal in der Betriebsphase einer Deponie brauchbare Messungen und Dokumentation des Deponieverhaltens durchgeführt und von den zuständigen Behörden für Entscheidungen ausgewertet werden, dann wohl auch kaum in der

Nachsorgephase. 400 bis 500 Altdeponien werden den bisher gezählten ca. 100.000 altlastverdächtigen Altablagerungen zugeschlagen werden und können dann weiterhin hoffen davon zu kommen.

Es werden nur wenige neue Deponien gebaut werden, wegen der abnehmenden Abfallmassen. Einige Deponien werden in Deutschland das Jahr 2009 ohne Stilllegung überstehen. Die größte Zahl der Altdeponien wird 2005 bzw. 2009 die Ablagerungsphase beenden müssen. Es würde wohl kaum jemanden verwundern, wenn für die Deponien, für die im Jahre 2009 die Ablagerungsphase endet, nicht auch Ausnahmeregelungen ähnlich denen in § 14 (6) DepV erfunden werden, und natürlich wird wieder behauptet werden müssen, daß der § 10 KrW-/AbfG beachtet worden ist.

Waren alle Anstrengungen, sichere Deponien (auch sichere Hausmülldeponien) zu errichten vergebens? Ich meine nein. Wo versucht worden ist, das Multibarrierenkonzept zu beachten, hat man, bei allen Irrtümern und Mängeln mit Sicherheit nicht alles falsch gemacht. Wo Abdichtungen errichtet wurden, für die es allgemein anerkannte Qualitätssicherungskonzepte gab, oder wo fehlende allgemein anerkannte Qualitätssicherungskonzepte durch sachkundige und verantwortungsvolle Planer und Fremdprüfer kompensiert worden sind, braucht man sich nichts vorzuwerfen. Wo zuständige Behörden allen „alternativen“ Zwängen von innen und von außen standgehalten haben, werden auch künftige Generationen nicht unter der ihnen aufgebürdeten Lasten zusammenbrechen.

Die meisten Probleme im Zusammenhang mit der Durchführung und Finanzierung von notwendigen Stilligungsmaßnahmen von Altdeponien haben aus meiner Sicht weniger technische sondern politische Gründe. Die Auswirkungen der Fusion eines sozialistischen und eines kapitalistischen Gesellschaftssystems im Jahre 1990 hat auch auf dem Gebiet des Umweltschutzes und hier der Ablagerung von Abfällen auf Deponien zu schweren Verwerfungen geführt. Zuviel Rücksichtnahme und Verständnis (es war doch nicht alles schlecht) haben dazu geführt, daß zu viele technisch völlig unzureichend ausgestattete Abfallablagerungsanlagen („Deponien“) in einigen neuen Bundesländern weiterbetrieben werden durften (heute: die Ablagerungsphase verlängern durften) und sogar „nachgerüstet“ werden durften / mußten. Ein schnelles Ende der Ablagerungsphase, die Übergabe in den Zuständigkeitsbereich des BBodSchG und die schnelle Errichtung moderner Abfallbehandlungsanlagen wäre das richtige gewesen. Umweltpolitiker hätten handeln müssen, anstatt mehr als 10 Jahre über das Vorhandensein von Billigdeponien zu zetern und zu jammern. Aber: Wenn der Hund nicht ..., hätt' er'n Hasen.

## VII Fachliteraturhinweise

AbfAbIV, 2001: Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung - AbfAbIV) Vom 20. Februar 2001 (BGBl. I S. 305), zuletzt geändert am 24. Juli 2002 (BGBl. I S. 2820)

DepV, 2003: Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) Vom 24. Juli 2002 (BGBl. I S. 2807), zuletzt geändert am 26. November 2002 (BGBl. I S. 4417)

EG DeponieRL, 1999: RICHTLINIE 1999/31/EG DES RATES vom 26. April 1999 über Abfalldeponien, 16.7.1999 Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 182/1 als pdf-Datei verfügbar unter [http://www.deponie-stief.de/recht/eg/eg\\_deporili.htm](http://www.deponie-stief.de/recht/eg/eg_deporili.htm)

FES, 1996: Stoffbilanz und Deponieverhalten am Beispiel der Sonderabfalldeponie Raindorf. Endbericht. Dr. Beate Gade, Dr. Hermann, Westermann, Dr. Adi Heindl. Forschungs- und Entwicklungszentrum Sondermüll, Abteilung Deponieverhalten. Jetzt: Forschungs- und Entwicklungszentrum Sondertechnologien, Schwabach. <http://www.fes-schwabach.de>

GDA E 2-33 - Kapillarsperren als Oberflächenabdichtungssystem (Entwurf)  
<http://www.gdaempfehlungen.de/empfehlungen/e2-33.pdf>

GwV, 1996: Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 80/68/EWG des Rates vom 17. Dezember 1979 über den Schutz des Grundwassers gegen Verschmutzung durch bestimmte gefährliche Stoffe (Grundwasserverordnung) vom 18. März 1997 (BGBl. I S. 542-544), Veröffentlichung u.a. im Müllhandbuch Lfg. 4/99, als Abschrift (pdf-Datei) verfügbar unter <http://www.deponie-stief.de/recht/bund/index.htm#gwvo>

Ramke et. al., 2002: Tagungsband „Austrocknungsverhalten mineralischer Abdichtungsschichten in Deponie-Oberflächenabdichtungssystemen - Status Workshop“  
Hrsg. H.G. Ramke; E. Gartung; G. Heibrock; W. Lükewille; St. Melchior; B. Vielhaber; K. Bohne; U. Maier-Harth; K.-J. Witt. Höxteraner Berichte zu angewandten Umweltwissenschaften, Abteilung Höxter der Fachhochschule Lippe und Höxter, Band 03, November 2003, ISBN 3-9807985-2-6

### **Ergebnisse des Status-Workshops "Austrocknungsverhalten mineralischer Abdichtungsschichten in Deponie-Oberflächenabdichtungssystemen"**

von Ramke, Hans-Günther; Melchior, Stefan; Maier-Harth, Ulrich; Gartung, Erwin; Witt, Karl-Josef; Heibrock Gunnar; Bohne, Klaus;  
als pdf-Datei verfügbar unter <http://www.deponie-stief.de/fachlit/buecher/buecher2002.htm>

Stief, K., 1986: Das Multibarrierenkonzept als Grundlage von Planung, Bau, Betrieb und Nachsorge von Deponien. Müll und Abfall, 1986, Heft 1, Seite 15-20

verfügbar als pdf-Datei unter

<http://www.deponie-stief.de/fachlit/litstief/stief99undvor.htm#1986>

UBA, 1997: Zur Sickerwasserkreislaufführung - Interpretation der Anforderungen in der TA Siedlungsabfall. Jahresbericht 1997 des Umweltbundesamtes S. 273 und 274

<http://www.deponie-stief.de/deponie/siwa/infiltration/ubajb97.htm>

ZfA M 3, 1969: Merkblatt M 3 "Die geordnete Ablagerung (Deponie) fester und schlammiger Abfälle aus Siedlung und Industrie" (1969). Aufgestellt im Auftrag von Bund und Ländern vom Bundesgesundheitsamt - Zentralstelle für Abfallbeseitigung (ZfA) unter Mitwirkung von Sachverständigen. Bundesgesundheitsblatt 12. Jg., 1969, Nr. 22, S. 362-370

verfügbar als pdf-Datei 115K unter <http://www.deponie-stief.de/recht/laender/index.htm#zfa>

#### Verfasser

Dipl.-Ing. Klaus Stief, Berlin,

Internet: [www.deponie-stief.de](http://www.deponie-stief.de), E-Mail: [info@deponie-stief.de](mailto:info@deponie-stief.de)