

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und
Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

**Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Schadstoffen
– Vollzugshilfe –**

06. Dezember 2011

korrigierte Fassung

1 Einleitung

Persistente organische Schadstoffe (POP) und Stoffe mit ähnlichen Eigenschaften stellen ein signifikantes Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt dar. Sie akkumulieren leicht in fett-haltigen Geweben, verfügen über eine hohe Toxizität und können über weite Distanzen verbreitet werden. Aus umwelt- und gesundheitsbezogener Sicht müssen daher angemessene Maßnahmen getroffen werden, um die Gesundheit des Menschen und die Natur gegen diese Schadstoffe zu schützen.

Für eine Reihe von organischen Stoffen existieren in den europäischen und bundesrechtlichen Vorgaben bereits Grenzwerte für die Ablagerung auf Deponien. Diese beziehen sich überwiegend auf die Deponieklasse 0 (Inertstoffdeponien). Für andere organische Schadstoffe und für die Ablagerung bzw. Verwertung von Abfällen auf Deponien der höheren Deponieklassen existieren jedoch im Übrigen keine entsprechenden gesetzlichen Grenzwerte. Für PCB sowie PCDD/PCDF gelten maximale Werte für die oberirdische Ablagerung aus der EG-POP-Verordnung (850/2004/EG). Das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) hat deshalb 2010 eine Studie in Auftrag gegeben, um eine Beurteilungshilfe für die Ablagerung und Verwertung von Abfällen mit organischen Inhaltsstoffen zu erarbeiten, für die gegenwärtig keine gesetzlichen Grenzwerte bestehen.

Gemäß § 7 Abs. 1 Nr. 7 der Deponieverordnung vom 27.04.2009 (DepV) dürfen Abfälle, die in Anhang V der POP-VO aufgeführt sind und die unteren Zuordnungswerte nach Anhang IV dieser Verordnung überschreiten nicht auf oberirdischen Deponien abgelagert werden. Weiterhin dürfen auch andere Abfälle, bei denen auf Grund der Herkunft oder Beschaffenheit durch die Ablagerung wegen ihres Gehaltes an langlebigen oder bioakkumulierbaren toxischen Stoffen eine Beeinträchtigung des Wohles der Allgemeinheit zu besorgen ist, nicht auf oberirdischen Deponien abgelagert werden.

Die vorliegende Vollzugshilfe soll den Vollzugsbehörden, die über die Ablagerung und den Einsatz als Deponieersatzbaustoff derartiger Abfälle zu entscheiden haben, als Entscheidungshilfe dienen.

Für folgende Parameter wurden **Empfehlungen** erarbeitet:

- Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol (BTEX)
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (16 PAK nach EPA)
- Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW als C₁₀-C₄₀)
- Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)
- Polychlorierte Biphenyle (PCB als Summe der 7 Kongenere)

■ Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/PCDF) und dioxinähnliche PCB (dl PCB)

Die Orientierungswerte und Empfehlungen basieren maßgeblich auf den Sicherungssystemen einer Deponie in Abhängigkeit von ihrer Deponieklasse (geologische Barriere und Basisabdichtungssystem, Oberflächenabdichtungssystem, Monitoringsystem) sowie auf der Ausgestaltung der Sickerwasserbehandlung.

Die Orientierungswerte wurden von bestehenden Grenzwerten für die Ablagerung in einer Deponie der DK 0 und anderen rechtlich bindenden Vorgaben (stoffbezogene Regelungen für Schadstoffe mit POP-Eigenschaften, wasserrechtliche Bestimmungen) abgeleitet. Weiterhin werden das Rückhalte- und Abbauvermögen der Sickerwasserbehandlungsverfahren sowie abfallwirtschaftliche Aspekte berücksichtigt.

2 Erläuterungen zu den Parametern

BTEX

Unter BTEX versteht man die Substanzen Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol als Gruppe leichtflüchtiger aromatischer Kohlenwasserstoffe mit ähnlichen Eigenschaften, die einzeln analysiert, aber summarisch dokumentiert werden. Die Eigenschaften der Einzelsubstanzen sind unterschiedlich, sämtliche BTEX zeichnen sich allerdings durch einen hohen Dampfdruck (hohe Flüchtigkeit) aus.

BTEX treten in Heiz- und Treibstoffen, als Lösungsmittel (z.B. in Harzen oder Lacken), sowie als Rohstoffe in einer Vielzahl von Branchen auf. Die wichtigsten Herkunftsquellen in NRW sind Kokereialtstandorte sowie Materialien, Böden und Steine aus Straßenaufbruch sowie Bau- und Abbruchmaßnahmen.

PAK

PAK (Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe) entstehen durch unvollständige Verbrennung von organischem Material. Der Ursprung der Verbrennung kann dabei natürlicher (Vulkanausbrüche, Waldbrände, Inkohlungsprozesse) oder anthropogener Art (Energie- und Wärmeproduktion, unbeabsichtigte Verbrennungsprozesse) sein.

Die Einzelsubstanzen von PAK weisen unterschiedliche Stoffeigenschaften auf. Die meisten PAK sind lipophil, haben eine geringe Wasserlöslichkeit und können als POP eingestuft werden. In der gängigen Analysemethode nach EPA (PAK_{EPA}) wird die Summe von 16 Einzelsubstanzen verwendet.

PAK-kontaminierte Abfälle entstehen in NRW in einer Vielzahl von Prozessen; maßgebliche Mengen entstehen aus der Ölraffination, der Erdgasreinigung und der Kohlepyrolyse, aus Bau- und Abbruchmaßnahmen sowie aus der Abfallbehandlung. Die größten Mengen PAK-kontaminierter Abfälle fallen als teerhaltiger Straßenaufbruch an.

MKW

MKW (Mineralölkohlenwasserstoffe) sind aliphatische Erdölbestandteile, die in Mineral-, Heiz- und Schmierölen enthalten sind und als Lösungsmittel eingesetzt werden. Die Bezeichnung der MKWs erfolgt als C_x-C_y, wobei x-y die Anzahl der möglich enthaltenen Kohlenstoffe im Molekül kennzeichnet (z.B. C₁₀-C₄₀). Die physikalisch-chemischen Eigenschaften variieren je nach Länge der Molekülketten. Kurzkettige MKW (C₅-C₈) weisen eine höhere Flüchtigkeit auf.

MKW-kontaminierte Abfälle entstehen in NRW in einer Vielzahl von Prozessen, maßgeblich in

der Herstellung, Zubereitung und dem Vertrieb von Farben und Lacken und aus Prozessen der mechanischen Formgebung und Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen. In Ölabfällen, Aufsaugmassen, Wischtüchern, Filtermaterialien und Schutzkleidung, Bau- und Abbruchabfällen und Abfällen aus Abfallbehandlungsanlagen sowie in anorganischen metallhaltigen Abfällen (Phosphatierschlämme) sind MKW in teilweise hohen Konzentrationen enthalten.

LHKW

LHKW sind leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe, die neben Kohlenstoff und Wasserstoff auch Halogenatome (Fluor, Chlor, Brom, Jod) enthalten. Die chlorierten Substanzen werden auch als LCKW (leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe) oder CKW (Chlorkohlenwasserstoffe) bezeichnet. LHKW zeichnen sich durch eine sehr hohe Mobilität, eine hohe Dichte und eine geringe Viskosität aus. LHKW werden in Böden nur mäßig gebunden und im Wasser nicht oder nur in geringem Umfang abgebaut.

LHKW werden/wurden als Reinigungs-, Extraktions- und Lösemittel (z.B. Per und Tri aus der Untergruppe der LCKW), als Kältemittel und Treibgase (FCKW, Freone) oder Feuerlöschmittel (Halone) verwendet. Wichtige Herkunftsquellen in NRW sind Bau- und Abbruchabfälle sowie verunreinigte Böden.

PCB

PCB (Polychlorierte Biphenyle) sind eine Stoffgruppe von 209 verschiedenen Isomeren (sogenannten Kongeneren), bestehend aus zwei Phenylringen. Bei technisch eingesetztem PCB handelt es sich entsprechend der vorgesehenen Anwendung um Mischungen verschiedener Kongenere. PCB sind lipophil, gering wasserlöslich, schwer entflammbar, persistent und elektrisch nicht leitend. PCBs gehören zu den POP. Sie wurden bis zu ihrem Verbot in den meisten Industrieländern in Wärme-, Kälte- und Isolierflüssigkeiten und als Weichmacher verwendet. Für PCB gilt gemäß der POP-VO sowie der EU-PCB-Richtlinie und der PCBAfallV ein Grenzwert von 50 mg/kg, oberhalb dessen die Abfälle grundsätzlich derart beseitigt oder verwertet werden, dass der POP-Gehalt zerstört oder unumkehrbar umgewandelt wird. Bestimmte Entsorgungswege (darunter oberirdische Deponierung) sind damit ausgeschlossen.

PCB sind in NRW in erhöhten Konzentrationen in alten Farben, Lacken, Emaille, Dichtmassen, Klebstoff, und Lösemittel enthalten. Weitere relevante Abfallarten in NRW sind Bau- und Abbruchabfälle sowie Abfälle aus der Abfallbehandlung, insbesondere von elektronischen Altgeräten.

Für die Berechnung des Parameters PCB werden nicht die Konzentrationen aller 209 sondern nur 6 bzw. 7 Einzelverbindungen berücksichtigt:

- Laut Entscheidung 2003/33/EG des Rates vom 19.12.2002 zur Festlegung von Kriterien und Verfahren für die Annahme von Abfällen auf Abfalldeponien wird als PCB die Summe von sieben Kongeneren (PCB₇) definiert.
- In der DepV vom 27.04.2009 wird als PCB die Summe der sechs Ballschmitter-Kongeneren (PCB₆) definiert.
- Gemäß 1. Änderung der DepV wird PCB als Summe von 7 Kongeneren (PCB₇) definiert.
- Die analytische Bestimmung von PCB in Abfällen wird gemäß DIN EN 15308 von 2008 für 7 Kongeneren durchgeführt.

Für die Berechnung des gemäß POP-VO und PCBAbfallV definierten Grenzwertes von 50 mg/kg für PCB wird die Summe der sechs bzw. sieben PCB-Kongeneren mit dem Faktor 5 multipliziert.

PCB-Kongeneren, die aufgrund struktureller Ähnlichkeiten ein den Dioxinen vergleichbares toxisches Wirkprofil zeigen, werden auch als dioxinähnliche PCB (dl-PCB) bezeichnet. Für diese 12 dl-PCB gelten i.d.R. ähnlich strenge Anforderungen und Grenzwerte wie für die PCDD/PCDF (siehe unten).

PCDD/PCDF

Unter dem Begriff Dioxine und Furane werden die Stoffklassen der polychlorierten Dibenzop-dioxine (PCDD, 75 Kongeneren) und der polychlorierten Dibenzofurane (PCDF, 135 Kongeneren) zusammengefasst. Dioxine und Furane treten immer in komplexen Kongenerengemischen auf. Von den 210 möglichen PCDD/PCDF-Kongeneren sind toxikologisch besonders relevant die 17 Verbindungen, die in 2,3,7,8-Stellung chlosubstituiert sind. Dioxine und Furane sind hydrophob und weitgehend inert gegenüber Säuren, Basen, sowie oxidativen und reduktiven Prozessen. Sie sind sehr persistent, kaum biologisch abbaubar und gehören zu den POP. In der POP-VO ist ein Grenzwert für PCDD/PCDF von 15 µg/kg niedergelegt, oberhalb dessen die Abfälle grundsätzlich derart beseitigt oder verwertet werden müssen, dass der POP-Gehalt zerstört oder unumkehrbar umgewandelt wird. Mit Ausnahmen ist die Entsorgung bis zu 5 mg/kg möglich, jedoch nicht in oberirdischen Deponien.

PCDD/PCDF werden nicht aktiv hergestellt, sondern entstehen als unerwünschte Nebenprodukte bei Verbrennungsprozessen (Verbrennungsanlagen, Hausbrand, industriellen Prozessen) sowie aus natürlichen Quellen (Waldbränden, Vulkanausbrüche). In der Vergangenheit stellten Prozesse der Chlorchemie eine wesentliche Dioxinquelle dar, während heutzutage eher andere Industriesektoren (Energieerzeugung, metallurgische Industrie, Zementproduktion) noch als verbleibende Dioxinquellen anzusehen sind.

PCDD/PCDF-Kontaminationen wurden in NRW vor allem in Bau- und Abbruchabfällen, Filterkuchen und anderen Abfällen aus der Abgasbehandlung von Müllverbrennungsanlagen und anderen thermischen Produktionsprozessen nachgewiesen.

PFT

Zu PFT wird der auf LAGA-Ebene vorübergehend festgelegte Grenzwert für PFOS genannt und allgemeine Ablagerungshinweise gegeben (siehe Kap. 3.3).

Ablagerung von Materialien aus Rüstungsaltslasten

Für die Ablagerung von Materialien aus Rüstungsaltslasten, d. h. Materialien, die in geringem Umfang mit sprengstofftypischen Verbindungen verunreinigt sind, wird auf den Erlass des MKULNV (damals MURL) vom 16.08.1999 (Az.: IV A 4 – 554) verwiesen. Die damalige Ableitung von „Orientierungswerten zur Konzentrations-Obergrenze“ in [mg/kg] berücksichtigte ebenfalls die unterschiedlichen Deponieausstattungen und hat heute noch Gültigkeit.

3 Orientierungswerte und Empfehlungen

Die Orientierungswerte und Empfehlungen basieren maßgeblich auf den Sicherungssystemen einer Deponie in Abhängigkeit von ihrer Deponieklasse (Oberflächenabdichtungssystem, Geologische Barriere und Basisabdichtungssystem, Monitoringsystem) sowie auf der Ausgestaltung der Sickerwasserbehandlung. Der Vollzugshilfe liegt die Annahme zu Grunde, dass die Deponien dem Stand der Technik entsprechen und die Oberflächen- und Basisabdichtungssysteme (in Verbindung mit der geologischen Barriere) dicht sind und alle Monitoringsysteme entsprechend installiert sind. Dennoch muss berücksichtigt werden, dass die Sicherheit der installierten Sicherungssysteme mit steigenden Deponieklassen zunimmt. Darüber hinaus sind die in dieser Vollzugshilfe betrachteten organischen Schadstoffe zu einem unterschiedlichen Grad abbaubar und die Sickerwasserbehandlungsverfahren weisen in Bezug auf die Schadstoffe ein unterschiedliches Rückhalte- bzw. Abbauvermögen auf.

3.1 Orientierungswerte

Für die Deponieklassen 0 bis II und für die Rekultivierungsschicht werden für alle Parameter Orientierungswerte für die maximal zulässige Feststoffkonzentration angegeben (Tabelle 1). Orientierungswerte für die Deponieklasse III werden nicht vorgegeben.

Die Orientierungswerte für die einzelnen Deponieklassen (außer Rekultivierungsschicht) sind auf Ebene der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) abgestimmt und wurden auf der Umweltministerkonferenz am 04.11.2011 zustimmend zur Kenntnis genommen. Damit gibt es ein zwischen allen Bundesländern abgestimmtes Vorgehen für die Beurteilung der Ablagerung von Abfällen mit organischen Schadstoffen.

Die Vorschriften der Deponieverordnung bleiben unberührt. Insbesondere wird auf die Einhaltung der, je nach Lage und Deponieausstattung, ggf. strengeren Anforderungen bei der Verwertung von Deponieersatzbaustoffen hingewiesen.

Tabelle 1: Orientierungswerte für die Ablagerung in Deponien der DK 0 bis II (maximal zulässige Schadstoffkonzentration im abzulagernden Abfall) sowie Orientierungswerte für die Rekultivierungsschicht

Deponie-klasse	BTEX [mg/kg]	PAK ₁₆ [mg/kg]	MKW (C ₁₀ -C ₄₀) [mg/kg]	LHKW ¹⁾ [mg/kg]	PCB ₇ [mg/kg]	PCDD/F TE ²⁾ [µg/kg]
DK 0	6 ³⁾	30 ³⁾	500 ³⁾	2	1 ³⁾	1
DK I	30	500	4.000	10	5	5
DK II	60	1.000 ⁴⁾	8.000	25	10 ⁵⁾	10
Rekultivierungsschicht	1	5 ⁶⁾	100	1	0,1 ⁶⁾	0,1

Erläuterungen:

¹ Summe der halogenierten C₁- und C₂- Kohlenwasserstoffe

² Summe berechnet auf der Grundlage der TE-Faktoren nach Anhang IV POP-Verordnung

³ Übernahme des Grenzwertes aus der DepV bei Ablagerung in Deponie der DK 0.

⁴ Abweichend kann Straßenaufbruch mit höheren PAK-Gehalten auf Deponien entsorgt werden.

⁵ Übernahme des Grenzwertes aus dem Anhang 4 der POP-VO; oberhalb dieser Grenzwerte unterliegen die Abfälle dem Zerstörungsgebot und eine oberirdische Ablagerung ist nicht zulässig (für PCB wurde der Grenzwert aus der POP-VO umgerechnet auf PCB₇ nach DepV, d.h. Division durch 5).

⁶ Übernahme des Grenzwertes aus der DepV für die Rekultivierungsschicht. Bei PAK-Gehalten von mehr als 3 mg/kg ist mit Hilfe eines Säulensversuches nachzuweisen, dass in dem zu erwartenden Sickerwasser ein Wert von 0,20 µg/l nicht überschritten wird. (Wert und Anmerkung übernommen aus DepV, Anhang 3 Tabelle 2.)

Eine Überschreitung der Orientierungswerte ist analog zur Regelung in Anhang 3 Nr. 2 Satz 8 DepV (1. Änderung) nicht vorgesehen.

Analog zur Regelung in § 6 Abs. 6 Satz 2 Nr. 2 DepV kann die zuständige Behörde bei Abfällen aus dem Rückbau einer Deponie oder einer Altlast Überschreitungen einzelner Orientierungswerte zulassen.

Für die Verwendung von Abfällen zur Herstellung von Deponieersatzbaustoffen sowie für den unmittelbaren Einsatz als Deponieersatzbaustoff sind in Anlehnung an Tabelle 1, Anhang 3 der DepV die in aufgelisteten Zulässigkeitskriterien gültig.

Tabelle 2: Zulässigkeitskriterien für den Einsatz von Deponieersatzbaustoffen

Nr.	Einsatzbereich	DK 0	DK I	DK II	DK III
1	Geologische Barriere				
1.1	Technische Maßnahmen zur Schaffung, Vervollständigung oder Verbesserung der geologischen Barriere	Zuordnungswerte entsprechend Spalte 4 Tabelle 2 Anhang 3 ¹⁾ DepV			
2	Basisabdichtungssystem				
2.1	Mineralische Abdichtungskomponente	Wert für DK 0			
2.2	Schuttlage/Schutzschicht		Wert für DK I	Wert für DK II	Wert für DK III
2.3	Mineralische Entwässerungsschicht	Wert für DK 0	Wert für DK I	Wert für DK II	Wert für DK III
3	Deponietechnisch notwendige Baumaßnahmen im Deponiekörper (z. B. Trenndämme, Fahrstraßen, Gaskollektoren), Profilierung des Deponiekörpers sowie Ausgleichsschicht und Gasdränschicht des Oberflächenabdichtungssystems bei Deponien oder Deponieabschnitten, die				
3.1	alle Anforderungen an die geologische Barriere und das Basisabdichtungssystem nach Anhang 1 einhalten	Wert für DK 0	Wert für DK I	Wert für DK II	Wert für DK III
3.2	mindestens alle Anforderungen an die geologische Barriere oder an das Basisabdichtungssystem nach Anhang 1 einhalten	Wert für DK 0	Wert für DK 0 ²⁾	Wert für DK I	Wert für DK II
3.3	weder die Anforderungen an die geologische Barriere noch die Anforderungen an das Basisabdichtungssystem nach Anhang 1 vollständig einhalten	3)	Wert für DK 0 ²⁾		
4	Oberflächenabdichtungssystem				
4.1	Mineralische Abdichtungskomponente		Wert für DK 0 ²⁾		
4.2	Schuttlage/Schutzschicht		4)	4)	
4.3	Entwässerungsschicht		4)	4)	4)
4.4.1	Rekultivierungsschicht	Wert für Rekultivierungsschicht			
4.4.2	Technische Funktionsschicht	Es gelten die Bestimmungen aus Anhang 1 Nr. 2.3.2 DepV			

Erläuterungen: Die Bezeichnung „Wert“ bezieht sich auf die in Tabelle 1 angegebenen Orientierungswerte.

¹ Die DepV enthält keine Zuordnungswerte für LHKW und PCDD/PCDF. Eine Verwendung von Abfällen mit diesen Schadstoffen als geologische Barriere ist nur im Ausnahmefall nach Prüfung der zuständigen Behörde möglich.

² Kann der Deponiebetreiber gegenüber der zuständigen Behörde auf Grund einer Bewertung der Risiken für die Umwelt den Nachweis erbringen, dass die Verwendung von Deponieersatzbaustoffen, die einzelne Orientierungswerte für die DK 0 nach Tabelle 1 nicht einhalten, keine Gefährdung für Boden oder Grundwasser darstellt, kann sie auch höher belastete Deponieersatzbaustoffe zulassen. Im Fall von Satz 1 müssen die Deponieersatzbaustoffe aber mindestens die Anforderungen einhalten, unter denen eine Verwertung entsprechender Abfälle außerhalb des Deponiekörpers in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen zulässig wäre. Im Fall von Satz 1 müssen Deponieersatzbaustoffe bei einem Einsatz in der ersten Abdichtungskomponente unter einer zweiten Abdichtungskomponente aber mindestens die Orientierungswerte für die DK I nach Tabelle 1 einhalten. Unberührt von der Begrenzung nach Satz 2 bleibt der Einsatz in Bereichen nach Nummer 3, wenn im Fall von Satz 1 bei einer Deponie der Klasse II mindestens die Orientierungswerte für die DK I nach Tabelle 1 und bei einer Deponie der Klasse III mindestens die Orientierungswerte für die DK II nach Tabelle 1 eingehalten werden.

³ Deponieersatzbaustoffe müssen bei einem Einsatz auf einer Deponie der Klasse 0, die über keine vollständige geologische Barriere nach Anhang 1 Tabelle 1 DepV verfügt, mindestens die Anforderungen einhalten, unter denen eine Verwertung entsprechender Abfälle außerhalb des Deponiekörpers zulässig wäre.

⁴ In diesen Einsatzbereichen müssen die Deponieersatzbaustoffe mindestens die Anforderungen für ein vergleichbares Einsatzgebiet außerhalb von Deponien in technischen Bauwerken ohne besondere Anforderungen an den Standort und ohne technische Sicherungsmaßnahmen einhalten. Enthalten die Materialien Schadstoffe, für die derzeit keine Anforderungen bei der Verwendung in technischen Bauwerken bestehen (insbesondere MKW, PCDD/F) sind diese Einsatzbereiche unter Umständen nach Prüfung der zuständigen Behörde zulässig. Als ungefährender Richtwert für die Verwendung in diesen Einsatzbereich soll gelten, dass die Kontamination nicht über 30 % des für die DK 0 vorgegebenen Orientierungswertes liegt.

3.2 Hinweise zur Leistungsfähigkeit der Sickerwasserbehandlung

Die Erarbeitung der Orientierungswerte erfolgte unter der Annahme, dass eine leistungsfähige Sickerwasserbehandlungsanlage zur Verfügung steht. Dabei kann bezogen auf die mit den Orientierungswerten erfassten Schadstoffe die Reinigungsleistung verschiedener Behandlungsverfahren jedoch sehr unterschiedlich sein.

In Tabelle 3 wird für die wichtigsten Behandlungsverfahren eine qualitative Wertung des Rückhalte- und Abbauvermögens angegeben. Neben den derzeit in Nordrhein-Westfalen auf Deponien installierten Sickerwasserbehandlungsanlagen können so auch andere Kombinationsmöglichkeiten berücksichtigt werden, wie sie z.B. beim Neubau oder der Umrüstung einer Deponie in Betracht kommen können.

Tabelle 3: Wertungen für die Einschätzung der Sickerwasserbehandlung

Reinigungsverfahren	BTEX	PAK	MKW (C ₁₀ -C ₄₀)	LHKW	PCB	PCDD/P CDF di PCB	Herbizide (Gesamt)
Biologisch	5	2	2	2	2	2	1
Aktivkohleadsorption	10	10	10	10	10	10	10
Umkehrosmose Einstufig	5	5	5	5	5	5	5
Umkehrosmose Zweistufig	5	10	10	5	10	10	10
Umkehrosmose Dreistufig	10	10	10	10	10	10	10
Flockung / Fällung	2	2	2	2	2	2	2
Ozonverfahren	5	5	2	2	1	1	1
UV-Verfahren / H ₂ O ₂	1	1	1	1	1	1	1

Die Wertungen in Tabelle 3 basieren auf dem stoffspezifisch abgeschätzten prozentualen Rückhalte- und Abbauvermögen. Dabei wurden folgende Wertungen verwendet:

- Rückhalte- und Abbauvermögen < 50 % = Wertung 1
- Rückhalte- und Abbauvermögen 50 % bis < 80 % = Wertung 2
- Rückhalte- und Abbauvermögen 80 % bis < 99 % = Wertung 5
- Rückhalte- und Abbauvermögen 99 % und größer = Wertung 10

Bei der Kombination von Verfahren werden die in Tabelle 3 enthaltenen Wertungen für die Sickerwasserbehandlungsverfahren addiert. Generell gilt: Je höher die so addierte Wertung ist, desto höher darf die Feststoffkonzentration des Abfalls sein. Bei Werten über 7 bei DK I-Deponien, über 10 bei DK II-Deponien bzw. über 12 bei DK III-Deponien kann von einer leistungsfähigen Sickerwasserbehandlung ausgegangen werden, so dass die o. g. Orientierungs-

werte ohne Abstriche verwendet werden können. Bei Werten unterhalb der genannten Schwelle kann es angezeigt sein, die Orientierungswerte nach unten zu korrigieren.

Bei der Entscheidung im Vollzug sind darüber hinaus folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Kommunale Kläranlagen sind nicht für einen Abbau persistenter organischer Schadstoffe ausgelegt. Daher sind in Tabelle 3 kommunale Kläranlagen nicht aufgeführt und im Rahmen von Einzelfallentscheidungen können diese auch nicht in Ansatz gebracht werden.
- In Tabelle 3 sind jene Verfahren berücksichtigt, die ein direktes Rückhalte- bzw. Abbauvermögen auf organische Schadstoffe aufweisen. Es ist darüber hinaus zu beachten, dass in der Sickerwasserbehandlungsanlage mindestens ein Verfahren installiert sein sollte, welches in der Lage ist, Schwebstoffe aus dem Wasser zu filtern.
- Das Vorgehen der Einzelfallbestimmung ist auch für solche Deponien anwendbar, deren Sickerwasser in externen Anlagen (z.B. Werksanlagen) gereinigt wird.

In jedem Fall sollte mit der Erteilung der Genehmigung sichergestellt werden, dass das anfallende Sickerwasser im Rahmen der Eigenüberwachung regelmäßig auf die in Rede stehenden Stoffe untersucht und damit ggf. auch die diesbezügliche Leistungsfähigkeit der Sickerwasserbehandlungsanlage kontrolliert wird.

Für bestimmte Parameter/Abfallströme sind zusätzlich die folgenden Hinweise zu beachten.

3.3 Hinweise für die Ablagerung bzw. Verwertung

Für bestimmte Parameter/Abfallströme wurden zusätzliche Ablagerungs- bzw. Verwertungshinweise erarbeitet. Die Hinweise haben zum Ziel, den Abfall, der einen bestimmten Schadstoff enthält, in einer solchen Art und Weise abzulagern bzw. als Deponieersatzbaustoff einzusetzen, dass die Auswirkungen auf die Umwelt möglichst gering sind.

Für die Ablagerung bzw. den Einsatz als Deponieersatzbaustoff von Abfällen mit organischen Inhaltsstoffen in Deponien der Deponieklassen I bis III gelten folgende **generelle Anforderungen bzw. Empfehlungen**:

- Das in die Vorflut einzuleitende Wasser muss die Anforderungen aus den **wasserrechtlichen Vorgaben** erfüllen.
- Für die in dieser Vollzugshilfe diskutierten Schadstoffparameter sollte bereits in der grundlegenden Charakterisierung geprüft werden, ob bei der Mischung mit anderen Abfällen nachteilige Reaktionen entstehen können. Im Zweifelsfall sollte der Abfall in einer **Monodeponie bzw. einem Monodeponiebereich** gelagert werden.
- Bei Abfällen mit hoher Schadstoffbelastung ist zu klären, ob eine **Vorbehandlung** bereits erfolgt ist, bzw. ob weitere Vorbehandlungsschritte eine Verringerung des Schadstoffgehaltes herbeiführen könnten. Zu prüfen sind vor allem solche Abfälle, welche die vorgeschlagenen Orientierungswerte nur geringfügig überschreiten (z.B. 10 - 20 %). Für solche Abfälle ist im Einzelfall zu entscheiden, ob nach einer entsprechenden Vorbehandlung eine Depositionierung möglich ist.
- Eine **Mischkontamination mit verschiedenen Schadstoffen** hat in den meisten Verfahren der Sickerwasserbehandlungsanlagen keinen Einfluss auf das Rückhalte- und Abbauverhalten. Die Erteilung der Ablagerungs- bzw. Verwertungserlaubnis ist dann prinzipiell nach dem kritischsten Wert zu richten. Eine Ausnahme bildet die **biologische Reinigungsstufe**. Im Zweifelsfall ist zu prüfen, ob die im Sickerwasser zu erwartenden Schadstoffkonzentration unterhalb der Toleranzgrenze der angeimpften Bakterien liegt und inwieweit das biologische Verfahren in der Lage ist, den Gesamtschadstoffgehalt im Abfall sicher abzubauen (Gefahr des Absterbens der Bakterien / „Umkippen“ der Anlage). Gibt es Bedenken, sollte die Ablagerung bzw. Verwertung nicht genehmigt werden. Gleiches gilt für sehr hohe Konzentrationen eines einzelnen Schadstoffs.
- Bei Ablagerung asbesthaltiger Abfälle sind die Anforderungen der DepV sowie in Ergänzung die LAGA Mitteilung 23 „Vollzugshilfe zur Entsorgung asbesthaltiger Abfälle“ zu beachten.

Hinweise für BTEX und LHKW-haltige Abfälle

BTEX und LHKW haben einen hohen Dampfdruck (leicht flüchtig). Bei der Entsorgung insbesondere beim Entladen bzw. beim Einbau in den Deponiekörper und unmittelbar danach, kann es daher zu vermehrten Schadstoffemissionen in die Luft kommen. Für Abfälle mit hohen Kontaminationen an BTEX und LHKW sollte deshalb besonderer Wert auf eine Berieselung und unmittelbare temporäre Abdeckung gelegt werden, um Emissionen in die Luft zu minimieren.

Für LHKW-belastete Abfälle sollte (ggf. in Kooperation mit der Behörde vor Ort) geprüft werden, ob die leichtflüchtige Fraktion der Schadstoffe durch bestimmte Vorbehandlungsverfahren (z.B. Bodenluftabsaugung bei Schadensfällen) abgetrennt werden kann.

Ablagerungshinweise für PAK, MKW, PCB und PCDD/PCDF-haltige Abfälle

PAK, MKW, PCB und PCDD/PCDF-haltige Abfälle binden sich auf Grund ihres hohen K_{OW} -Wertes gut an frei bewegliche Partikel im Wasser. Abfälle mit hohen Konzentrationen dieser Schadstoffe sollten deshalb nach Möglichkeit in den oberen Schichten des Deponiekörpers eingesetzt werden.

Für MKW-belastete Abfälle ist des Weiteren zu prüfen, ob eine Vorbehandlung mit dem Ziel der Abtrennung der leichtflüchtigen Anteile (z.B. Bodenluftabsaugung bei Schadensfällen) anzuwenden ist.

Ablagerung PFT-haltiger Abfälle

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse handelt es sich bei Feststoffwerten unter 100 µg/kg PFT um diffuse Belastungen mit nur geringer Umweltrelevanz. Die Ablagerung von Abfällen mit PFT-Gehalten unterhalb dieses Wertes ist daher grundsätzlich möglich.

Auf der 95. LAGA-Sitzung am 07.09.2010 wurde vereinbart, als unteren Grenzwert für PFOS übergangsweise einen Wert von 50 mg/kg für die Ablagerung anzuwenden. Dieser Wert ist somit der Grenzwert für die oberirdische Ablagerung, d. h. Grenzwert für die Deponieklasse III.

Darüber hinaus ist keine generelle Festlegung differenzierter Feststoffwerte für einzelne Deponieklassen möglich, sondern es muss im Einzelfall anhand von Eluatwerten in Bezug zu dem für die Gewässerbeurteilung heranzuziehenden Trinkwasserleitwert von 0,3 µg/l, insbesondere unter Berücksichtigung von Kriterien und Schutzmaßnahmen die Möglichkeit einer Ablagerung geprüft werden:

- Deponieklasse im Zusammenhang mit den Dichtungssystemen
- Art und Umfang der Sickerwasserbehandlung
- Getrennte Ablagerung in oberen Deponiebereichen
- Sofortige Abdeckung nach der Ablagerung

3.4 Alternative Entsorgungsmöglichkeiten

Für Abfälle, die nicht auf einer oberirdischen Deponien abgelagert werden können, gelten folgende **generelle Empfehlungen für alternative Entsorgungswege**:

- Abfallströme, die den Orientierungswert zur Ablagerung überschreiten, können ggf. in einer Untertagedeponie für gefährliche Abfälle (**Deponie der DK IV**) abgelagert werden.
- Für Abfälle mit sehr hohen Belastungen an organischen Schadstoffen ist grundsätzlich eine **thermische Behandlung** zu empfehlen (Verbrennung in einer SAV, HMVA oder in geeigneten Kraft- bzw. Zementwerken).
- Je nach Belastungsgrad und weiteren Eigenschaften des Abfalls können auch **andere geeignete Verfahren** (z. B. Recycling, chemisch-physikalische Behandlung oder Bodenbehandlung) eingesetzt werden. Für diese Fälle sind die Annahmekriterien der jeweiligen Anlage einzuhalten.

BTEX, LHKW, PCB und PCDD/PCDF

Für Abfälle, die BTEX, LHKW, PCB und PCDD/PCDF enthalten, wurden keine Empfehlungen für die alternative Entsorgung erstellt, da:

- die bislang bekannten Belastungen an BTEX und LHKW im Abfall weit unterhalb des empfohlenen Orientierungswertes liegen
- PCB und PCDD/PCDF bei Schadstoffgehalten von über 10 mg/kg (nach Umrechnung des Grenzwertes aus POP-VO auf DepV) bzw. 15 µg/kg schon seit einigen Jahren gemäß der Vorgabe der POP-VO nicht in Deponien abgelagert werden; es besteht dementsprechend bereits eine alternative Entsorgungspraxis.

Alternative Entsorgung MKW- und PAK-haltiger Abfälle

Tabelle 4 enthält empfohlene alternative Entsorgungsverfahren für MKW-haltige Abfälle, bei denen eine *deutliche* Überschreitung des Orientierungswertes zu erwarten ist und PAK-haltige Abfälle, bei denen eine Überschreitung des Orientierungswerts für die oberirdische Ablagerung in einer Deponie der Klasse II wahrscheinlich ist.

Tabelle 4: Empfehlungen für die alternative Entsorgung MKW- und PAK-haltiger Abfälle

Abfall-schlüssel	Bezeichnung	Empfohlene alternative Entsorgungsverfahren
PAK-haltige Abfallströme		
050603*	Andere Teere	Bei sehr hohen Belastungen: Thermische Bodenbehandlung oder thermische Behandlung, SAV Bei niedrigeren Belastungen auch: Recycling oder CPB
170204*	Glas, Kunststoff u. Holz, gefährliche Stoffe enthaltend oder mit gefährlichen Stoffen verunreinigt	Vorbereitung: Sortieren, Aufspalten der Abfallfraktionen Generelle Empfehlung: Thermische Behandlung in Abfallverbrennungsanlagen oder geeigneten Industriefeuerungen Seltener möglich: CPB oder biologische Bodenbehandlungsanlage
170303	Kohlenteer und teerhaltige Produkte	Vorbereitung: Mechanisch aufbereiten Generelle Empfehlung: Stoffliche oder energetische Verwertung Ersatzbrennstoffe im Kraftwerk Seltener möglich: Thermische Behandlung in Müllverbrennungsanlage
170301*	kohlenteerhaltige Bitumengemische	Vorbereitung: Mechanisch aufbereiten Generelle Empfehlung: Stoffliche Verwertung (Anlage zur Herstellung hydraulisch gebundener Tragschichten, Asphaltmischanlage, Kaltmischverfahren) Seltener möglich: Thermische Behandlung in Müllverbrennungsanlage
191301*	Feste Abfälle aus der Sanierung von Böden, die gefährliche Stoffe enthalten	Generelle Empfehlung: Biologische oder thermische Bodenbehandlung
191211*	Sonstige Abfälle a. d. mechanischen Behandlung v. Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	Generelle Empfehlung: thermische Behandlung in Sonder- oder Siedlungsabfallverbrennungsanlagen Seltener möglich: Rückgewinnung des mineralischen Anteils in spezialisierten Anlagen
MKW-haltige Abfallströme		
150202*	Aufsaug- u. Filtermaterial; ÖlfILTER, anderweitig nicht genannte Schutzkleidung, Verunreinigung durch gefährliche Stoffe	Generelle Empfehlung: thermische Behandlung (SAV oder Siedlungsabfallverbrennungsanlagen), CPB Seltener möglich: spezielle Aufbereitungsanlagen oder Verarbeitung des Abfalls zu Ersatzbrennstoffen
160708*	öhlhaltige Abfälle	Generelle Empfehlung: CPB mit anschließender thermischer Behandlung
130502*	Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern	Generelle Empfehlung: CPB, thermische Behandlung (SAV, Klärschlammverbrennungsanlagen, Siedlungsabfallverbrennungsanlagen)
190204*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	Generelle Empfehlung: thermische Behandlung (SAV, Zementwerke)
190813*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	Sammlung/Transport: In flüssigkeitsdichten, gekennzeichneten Metall- oder Kunststoffbehältern Generelle Empfehlung: CPB
190814	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser ohne 190813	Sammlung/Transport: In flüssigkeitsdichten, gekennzeichneten Metall- oder Kunststoffbehältern Generelle Empfehlung: CPB

4 Probenahme und Analytik

Generell gelten die Vorgaben zur Beprobung aus Anhang 4 sowie alle weiteren Vorgaben zur Probenahme und Analytik aus der jeweils neusten Fassung der DepV. Für die in dieser Vollzugshilfe geregelten Parameter gelten die in Tabelle 5 gelisteten Analysevorschriften.

Tabelle 5: Analysevorschriften der in der Vollzugshilfe geregelten Parameter

Parameter	Verfahren
Probenahme und Probenvorbereitung im Abfall (zur Bestimmung der Gesamtgehalte im Feststoff)	Probenahme nach Nr. 2 des Anhangs 4 der DepV LAGA PN 98, Stand 2002: Richtlinien für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, ISBN: 978-3-503-07037-4 Probenvorbereitung nach Nr. 3.1. des Anhangs 4 der DepV DIN 19747 Ausgabe Juli 2009 (Änderung gegenüber DepV:dortDez.2006), Untersuchung von Feststoffen – Probenvorbereitung, -vorbereitung und -aufarbeitung für chemische, biologische und physikalische Untersuchungen
BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol)	Nach Nr. 3.1.4 des Anhangs 4 der DepV: Handbuch Altlasten, Bd. 7: Analysenverfahren; Teil 4 – Bestimmung von BTEX/LHKW in Feststoffen aus dem Altlastenbereich, Ausgabe 2000, Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie
PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, 16 PAK nach EPA)	Nach Nr. 3.1.7 des Anhangs 4 der DepV: DIN EN 15527, Ausgabe September 2008: Charakterisierung von Abfällen – Bestimmung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Abfall mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC/MS) Alternativ: DIN ISO 18287, Ausgabe Mai 2006: Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) – Gaschromatographisches Verfahren mit Nachweis durch Massenspektrometrie (GC-MS)
MKW (Mineralölkohlenwasserstoffe, C ₁₀ bis C ₄₀)	Nach Nr. 3.1.6 des Anhangs 4 der DepV: DIN EN 14039, Ausgabe Januar 2005: Charakterisierung von Abfällen – Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C 10 bis C 40 mittels Gaschromatographie in Verbindung mit LAGA-Mitteilung 35, Bestimmung des Gehaltes an Kohlenwasserstoffen in Abfällen – Untersuchungs- und Analytischenstrategie (LAGA-Richtlinie KW/04), Stand: 16. November 2004, ISBN: 978-3-503-08396-1
LHKW (Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe)	Nach Nr. 3.1.4 des Anhangs 4 der DepV: Handbuch Altlasten, Bd. 7: Analysenverfahren; Teil 4 – Bestimmung von BTEX/LHKW in Feststoffen aus dem Altlastenbereich, Ausgabe 2000, Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie

<p>PCB (Polychlorierte Biphenyle)</p>	<p>Nach Nr. 3.1.5 des Anhangs 4 der DepV: DIN 38414-20, Ausgabe Januar 1996: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Schlamm und Sedimente (Gruppe S) – Teil 20: Bestimmung von 6 polychlorierten Biphenylen (PCB) (S 20) bzw. DIN EN 15308, Ausgabe Mai 2008: Charakterisierung von Abfällen – Bestimmung ausgewählter polychlorierter Biphenyle (PCB) in festem Abfall, unter Anwendung der Kapillar-Gaschromatographie mit Elektroneneinfang-Detektion oder massenspektrometrischer Detektion</p>
<p>PCDD/PCDF</p>	<p>Analog Anhang 1 der KlärschlammVO vom 15.04.1992 Alternativ DIN 38414-24 Ausgabe Oktober 2010</p>