



## Altdeponie Butzweilerstraße (AL 40603) Oberflächenabdichtung

### Genehmigungsplanung

Auftraggeber:

**Stadt Köln**

**Umwelt- und Verbraucherschutzamt**

**Projektgruppe Altdeponien**

**Willy-Brandt-Platz 2**

**50679 Köln**

Hamburg, den 26.08.2013

*Dieser Bericht umfasst 100 Seiten und 20 Anlagen.  
Er darf nur ungekürzt an Dritte weitergegeben werden.*

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Veranlassung .....	1
2 Unterlagen.....	2
3 Ausgangssituation: Standort- und Objektbeschreibung .....	8
3.1 Lage des Standorts.....	8
3.2 Flächennutzungsplan / Altlastenkataster.....	8
3.3 Flurstücks- und Eigentumsverhältnisse.....	8
3.4 Schutzgebiete.....	8
3.5 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	8
3.6 Meteorologische Standortbedingungen.....	11
3.7 Deponiebasis und -untergrund.....	12
3.7.1 Geologischer Aufbau des Untergrundes.....	12
3.7.2 Hydrogeologie und Grundwasserbelastung.....	13
3.7.3 Basisabdichtung.....	15
3.8 Deponiekörper .....	15
3.8.1 Historische Entwicklung und Inventar.....	15
3.8.2 Ablagerungsgrenzen .....	15
3.8.3 Vorhandene Kubatur und Vegetation .....	16
3.8.4 Bodenmechanische Kennwerte und Setzungsverhalten.....	17
3.8.5 Wasserhaushalt des Deponiekörpers.....	19
3.8.6 Oberflächenwasser .....	19
3.8.7 Gashaushalt.....	20
3.9 Bodenbedeckung und Bewuchs.....	23
3.10 Naturschutzfachliche Bedeutung von Flora und Fauna.....	25
3.11 Aktuelle Gefahrensituation .....	27
3.12 Aktuelle Nutzung und Infrastruktur .....	27
3.12.1 Grundstück.....	27
3.12.2 Angrenzende Nachbargrundstücke .....	28
3.12.3 Zuwegung und vorhandene Wege auf der Fläche .....	28
3.12.4 Oberflächenentwässerung und Vorflut .....	29
3.12.5 Ziele und Randbedingungen für die zukünftige Nutzung .....	29
4 Zusammenfassung der Planungsabsichten im Ergebnis der Vorplanung .....	30
5 Zusätzliche Erkundungen .....	32
5.1 Leitungsanfrage .....	32
5.2 Vermessung .....	33
5.3 Untergrundaufbau .....	33
5.3.1 Sichtung von Unterlagen .....	33
5.3.2 Rammkernsondierungen und Durchlässigkeitsversuche .....	33
5.4 Ablagerungsgrenze und abgedichteter Bereich .....	34
5.5 Standsicherheitsberechnungen.....	37

6	Randbedingungen zur technischen Planung .....	37
7	Oberflächenabdichtung .....	39
7.1	Teilflächenspezifische Oberflächenabdichtungssysteme .....	39
7.1.1	Abdichtungssystem für offene Ruderalfächen in zentralen Bereichen .....	40
7.1.2	Abdichtungssystem der Gehölzflächen .....	40
7.1.3	Abdichtungssystem des Rückhalteteichs.....	40
7.1.4	Abdichtungssystem der Ablaufmulden .....	41
7.2	Konstruktionsdetails.....	43
7.2.1	Durchdringungen.....	43
7.2.2	Randabschluss und Wasserfassung .....	44
8	Kubaturplanung .....	45
8.1	Ziele.....	45
8.2	Kubaturmerkmale .....	45
8.3	Profilierungsarbeiten.....	46
8.4	Deponieersatzbaustoffe / Recyclingbaustoffe .....	46
8.5	Massenbilanz.....	47
8.6	Bodenmanagement .....	47
8.7	Bodenaustausch Versickerung Süd .....	48
9	Oberflächenentwässerung.....	49
9.1	System der Entwässerung .....	49
9.2	Einzugsgebiete .....	51
9.3	Bemessungsgrundlagen .....	51
9.4	Oberflächenabfluss.....	52
9.5	Dränageschichtabfluss.....	52
9.6	Versickerungen Nord und Süd .....	55
9.6.1	Lage und Einzugsgebietsflächen.....	55
9.6.2	Ermittlung der Versickerungsfähigkeiten .....	56
9.6.3	Zufluss über Dränageschichtabfluss.....	57
9.6.4	Maßgebliche Niederschlagsereignisse .....	60
9.6.5	Schluckbrunnen .....	63
9.6.6	Jahreszeitliche Wasserspiegelschwankungen im Rückhalteteich.....	64
10	Entgasung.....	65
10.1	Abschätzung des zu behandelnden Gasvolumens.....	65
10.1.1	Sichtung und Auswertung vorhandener Daten zum Abfallkörper.....	65
10.1.2	Abschätzung der derzeitigen Gasbildungsrate mit Hilfe von Gasprognose-Modellen .....	66
10.1.3	Abgleich mit Gasprognosen für vergleichbare Deponien .....	70
10.2	Dimensionierung von Gasfenstern zur mikrobiellen Methanoxidation .....	70
10.2.1	Dimensionierung der Methanoxidationsschicht (MOS) .....	70

10.2.2 Dimensionierung der Gasverteilungsschicht (GVS) .....	72
10.3 Konstruktive Gestaltung der passiven Entgasung .....	77
11 Verkehrliche Erschließung / Infrastruktur .....	80
11.1 Randbedingungen .....	80
11.2 Spazierweg .....	80
11.3 Messstellen .....	81
11.4 Holzbrücke .....	81
11.5 Querung der Ablaufmulde im Süden .....	82
12 Begrünungskonzept .....	83
12.1 Randbedingungen .....	83
12.2 Teilflächenspezifische Begrünung .....	83
12.2.1 Begrünung in offenen Ruderalflächen .....	84
12.2.2 Begrünung in Gehölzflächen .....	84
12.2.3 Landschaftsgestaltung in Bereichen des Rückhalteteichs .....	84
12.2.4 Begrünung der Methanoxidationsflächen .....	85
12.3 Artenschutzrechtliche Belange .....	85
12.3.1 Biotope für Kreuzkröte .....	85
12.3.2 Biotope für Feldschwirl .....	85
12.4 Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP) mit artenschutzrechtlichem Beitrag .....	86
13 Bauablaufplanung .....	87
13.1 Randbedingungen .....	87
13.2 Bauablauf .....	87
13.2.1 Bauabschnitt I (1. Jahr, ca. 4,3 ha) .....	87
13.2.2 Bauabschnitt II (2. Jahr, ca. 4,0 ha) .....	88
13.2.3 Bauabschnitt III (3. BA, ca. 5,7 ha) .....	89
13.3 Baustellen- und Lieferverkehr .....	89
13.4 Bauwasserhaltung / Schwarzwasser .....	90
14 Qualitätsmanagement .....	92
15 Baubegleitender Sicherheits- und Gesundheitsschutz .....	93
16 Pflege und Instandhaltung .....	93
17 Kostenberechnung .....	94
Anlagen .....	95

## 1 Veranlassung

Die in Köln-Ossendorf gelegene Altdeponie Butzweilerstraße (AL 40603) wurde von 1973 bis 1978 bis in eine Tiefe von maximal 18 m mit Hausmüll, Bauschutt und Gewerbeabfällen verfüllt. Sie befindet sich in der Stilllegungsphase und soll auf einer Fläche von ca. 14,5 ha einen Oberflächenabschluss erhalten. Die Stadt Köln wurde hierzu durch die Bezirksregierung Köln aufgefordert, bis zum 01.12.2009 eine Stilllegungsanzeige mit einem Maßnahmenvorschlag für den Oberflächenabschluss der Deponie vorzulegen.

Die Planungsaufgabe wird in der Angebotsanfrage der Stadt Köln vom 22.06.2009 wie folgt beschrieben:

*„Aufgrund der Lage in der Wasserschutzzzone wird [in der Aufforderung zum Oberflächenabschluss durch die Bezirksregierung Köln] ein „technisch dichtes System“ gefordert. Die Anforderungen werden in etwa analog dem Regelaufbau eines Oberflächenabdichtungssystems für eine Deponie DK1 definiert.“*

*Unter Zugrundelegung dieser Rahmenbedingungen ist ein geeignetes Konzept für den Oberflächenabschluss und die Entwässerung der Deponie zu entwickeln. Bei der Untersuchung der Lösungsmöglichkeiten ist neben wirtschaftlichen Aspekten das Ziel zu verfolgen, die erforderlichen Profilierungs- und Baumaterialien zu minimieren. Des Weiteren sollten die Belange des Artenschutzes und die Ziele des Landschaftsplanes bei der Gestaltung der Oberfläche möglichst Berücksichtigung finden.“*

Die Stadt Köln hat die melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft am 10.09.2009 mit der Planung der Oberflächenabdichtung der Altdeponie Butzweilerstraße (Leistungsphasen 1 und 2 nach HOAI) beauftragt, die am 07.10.2009 den Bericht zur Grundlagenermittlung sowie am 19.11.2009 den Bericht zur Vorplanung vorgelegt hat.

Im sich anschließenden europaweiten VOF-Verfahren wurde die Planungsgemeinschaft melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft, Dr. Born – Dr. Ermel GmbH – Ingenieure, L.A.U.B. Gesellschaft für Landschaftsanalyse und Umweltbewertung mit der Objektplanung der Oberflächenabdichtung der Deponie Butzweilerstraße (Leistungsphasen 3-7, 9 nach § 42 HOAI, örtliche Bauüberwachung, Landschaftspflegerischer Begleitplan nach § 26 HOAI und optional § 2 und 3(1) Satz 1 BaustellV) beauftragt.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Entwurfs- und Genehmigungsplanung zusammen.

## 2 Unterlagen

### Unterlagen zu der Altdeponie Butzweilerstraße

- [U1] Stadt Köln, Umwelt- und Verbraucherschutzamt (2009): Stilllegung der städtischen Altdeponie Butzweilerstraße in Köln-Ossendorf. Leistungsanfrage vom 22.06.2009. 4 S. + 2 Anlagen
- [U2] GVEB Engel (1985): Antrag auf Zulassung zur Restverfüllung der Altdeponie nach § 7 Abfallbeseitigungsgesetz. Anschreiben (1 S.), Bericht (2 S.) + 6 Anlagen vom 10.04.1985 samt Ablehnungsschreiben des Regierungspräsidenten Köln vom 26.09.1985 (2 S.) (AZ 3.3-11.1-6.1/VK163.1)
- [U3] Stadt Köln (1991): Akte 40603.1/2 62 48/50 Ossendorf, Butzweilerstraße, Gem. Longerich, Flur 7 mit Karten- und Luftbildauswertung zur Verfüllung der Abgrabung (DGK 1969, Luftbilder 1973, 1975 und 1981). Erstellt durch Herrn Rupp, 01.10.1991
- [U4] Stadt Köln (1994): Antrag auf Bewilligung von Zuwendungen für Gefährdungsabschätzungen und Sanierungsuntersuchungen an den Regierungspräsidenten Köln vom 24.06.1994. 4 S. + Anlagen zzgl. Ablehnungsbescheid durch die Bezirksregierung Köln vom 16.03.1995, 9 S. und vom 22.03.1995, 2 S.
- [U5] Ingenieurteam Dr. Hemling, Gräfe (2004): Gefährdungsabschätzung im Rahmen des Stilllegungsverfahrens der Deponien Butzweiler Str. (40603) und Heckhofweg (50614) Köln-Ossendorf/Longerich. Bericht-Nr. 101.11.025.40 vom März 2004. Im Auftrag der Stadt Köln. Textteil 44 S., Anlagenteil mit 7 Anlagen + 5 Anhängen
- [U6] Ingenieurteam Dr. Hemling, Gräfe & Becker Baugrund GmbH (2004): Orientierender Bericht zur Baugrunduntersuchung (Gründung und Geotechnik). Nr. 4K020P143 Ehemalige Mülldeponie Butzweiler Straße. Im Auftrag der Stadt Köln. Köln, 01.12.2004, 13. S. + 3 Anlagen
- [U7] raskin Büro für Landschaftsplanung und angewandte Ökologie (2005): Gutachten Landschaftsökologische Bestandserhebung und naturschutzfachliche Bewertung der Altdeponie 40603 Butzweilerstraße. Im Auftrag der Stadt Köln. Aachen, 14.02.2005, 24 S. + Anlage Dokumentation
- [U8] raskin Büro für Landschaftsplanung und angewandte Ökologie (2007): Faunistische Kartierung Altdeponien 40603 „Butzweiler Straße“ und 50614 „Heckhofweg“. Im Auftrag der Stadt Köln. Aachen, 24.09.2007, 26 S. + Anlage Dokumentation
- [U9] ahu AG (2008): Umweltfolgeabschätzung verschiedener Varianten zum Abschluss der Deponie Butzweilerstraße, Köln. Im Auftrag der Stadt Köln. Aachen, 06.06.2008, 51 S., 11 Anlagen + Dokumentation mit 21 Dokumenten
- [U10] Rheinenergie AG (2008): Altdeponien 40603 Butzweiler Straße. Stellungnahme im Rahmen der beabsichtigten Stilllegung an die Stadt Köln. Köln, 24.11.2008, 3 S. + 2 Anlagen
- [U11] Stadt Köln (2009): Besprechungsniemanderschrift vom 20.04.2009 zu den Stilllegungsmaßnahmen der Altdeponien Butzweiler Straße Nord und Heckhofweg. Köln, 4 S.
- [U12] Bezirksregierung Köln (2009): Stilllegung der Altdeponien Butzweilerstraße, Heckhofweg und Linder Mauspfad. Schreiben an die Stadt Köln zur Besprechung am 21.04.2009. Köln, 3 S.

- [U13] Stadt Köln, Umwelt- und Verbraucherschutzamt (2009): Digitale Daten auf 2 DWD (erhalten am 15.09.2009):
- Rasterdaten:
- DGK\_5 Kacheln 5248 und 5260 (TIF) mit Grundrissdaten und Höhenlinien
  - Luftbilder 2006 und 2007 (TIF)
  - 1 m Rasterdaten (1M\_DHM) auf Basis der 1997er Scannerbefliegung (GRID)
  - 2 m Rasterdaten (2M\_DHM) auf Basis der 2007er Scannerbefliegung (GRID)
- Shape-Files (geclipt):
- 1 m Isohypsen auf Basis der 1997er Scannerbefliegung (SHP)
  - 1 m Isohypsen auf Basis der 2007er Scannerbefliegung (SHP)
  - Altdeponiemriss (SHP)
  - Flurstücke (SHP)
- [U14] Rheinenergie AG (2007): Tagesdaten der Wetterstation Weiler 1996 bis 2006 (Niederschlag, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Luftdruck, Strahlung, Windrichtung, Bodentemperatur). (erhalten am 24.09.2009)
- [U15] melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft (2009): Besprechungsprotokoll vom 24.09.2009 zur behördlichen Abstimmung der Planungsabsichten und rechtlichen Randbedingungen bei der Stilllegung des Nordteils der Altdeponie Butzweiler Straße (abgestimmte Endfassung). Hamburg, 4 S.
- [U16] melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft (2009): Altdeponie Butzweilerstraße - Oberflächenabdichtung. Bericht zur Grundlagenermittlung. Hamburg, 07.10.2009, 28 S. + 2 Anlagen
- [U17] StEB - Stadtentwässerungsbetriebe Köln (2009): Mitteilung zur möglichen Einleitung von Oberflächenwasser in die öffentliche Abwasseranlage im Bereich der Altdeponie Butzweilerstraße. E-Mail von Herrn Twardon am 07.10.2009 mit zwei Anlagen: 1. Lageplan mit möglicher Einleitstelle nahe Kreuzung Butzweilerstraße / Hugo-Eckner-Straße und 2. Satzung des Kommunalunternehmens StEB (siehe [R10])
- [U18] melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft (2009): Altdeponie Butzweilerstraße - Oberflächenabdichtung. Bericht zur Vorplanung. Hamburg, 19.11.2009, 69 S. + 9 Anlagen + 2 Anhänge
- [U19] Institut für Geotechnik, Dr. Jochen Zirfas (2007): Geotechnisches Gutachten zum Projekt Ertüchtigung der Verkehrserschließung für den Gewerbe- und Medienpark Ossendorf im Geltungsbereich der Bebauungspläne 6250/04 und 6251/02 Köln. 4. Bericht. Az. 10 06 09. Limburg, 15.08.2007, 39 S. + 10 Anlagen
- [U20] Institut für Geotechnik, Dr. Jochen Zirfas (2007): Geotechnisches Gutachten zum Projekt Ertüchtigung der Verkehrserschließung für den Gewerbe- und Medienpark Ossendorf im Geltungsbereich der Bebauungspläne 6250/04 und 6251/02 Köln. 2. Bericht „Ausbau Alte Escher Straße“. Az. 10 06 09. Limburg, 26.03.2007, 49 S. + 8 Anlagen
- [U21] Institut für Geotechnik, Dr. Jochen Zirfas (2007): Geotechnisches Gutachten zum Projekt Ertüchtigung der Verkehrserschließung für den Gewerbe- und Medienpark Ossendorf im Geltungsbereich der Bebauungspläne 6250/04 und 6251/02 Köln. 2. Bericht „Butzweiler Straße“. Az. 10 06 09. Limburg, 03.04.2007, 18 S. + 4 Anlagen

- [U22] Institut für Geotechnik, Dr. Jochen Zirfas (2007): Niederschlagswasserversickerung östlich der Butzweiler Straße, Zusatz zum geotechnischen Gutachten vom 03.04.2007 (3. Bericht). Limburg, 17.09.2007, 3 S. + 3 Anlagen
- [U23] Dr. Tillmanns & Partner GmbH (2011): Rammkernsondierungen im Randbereich der Altdeponie "Butzweilerstraße". Kurzbericht. Bergheim, 01.03.2011. 2 S. + 4 Anlagen
- [U24] Dr. Tillmanns & Partner GmbH (2011): Sickerversuche SV K, L. Kurzgutachten, Protokolle. Bergheim, 21.3.2011.
- [U25] Dr. Tillmanns & Partner GmbH (2010): Rammkernsondierungen im Randbereich der Altdeponie "Butzweilerstraße". Kurzbericht. Bergheim, 29.11.2010. 2 S. + 3 Anlagen.
- [U26] Umweltgeologisches Sachverständigenbüro von der Bruck und Klingen (2010): Bericht über die Durchführung von Geländearbeiten im Bereich der AL 40603 – Altdeponie Butzweilerstraße in Köln-Ossendorf. Bericht. Pulheim, 25.11.2010. 7 S. + 3 Anlagen.
- [U27] UCL Umwelt Control Labor GmbH, Dipl.-Ing. Stephan Evers (2011): Altdeponie Butzweilerstr. Prüfbericht Laborversuche Wasserdurchlässigkeit. Lünen, 04.02.2011. 3 S. + Anlage
- [U28] melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft (2009): Besprechungsniederschrift vom 07.12.2009 zur Vorstellung der Vorplanung zur Stilllegung des Nordteils der Altdeponie Butzweiler Straße samt Stellungnahme der zuständigen Behörden. Hamburg, 3 S.
- [U29] melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft (2011): Besprechungsniederschrift vom 30.06.2011 zur Vorstellung der Entwurfsplanung zur Stilllegung des Nordteils der Altdeponie Butzweiler Straße samt fachlicher Diskussion mit den zuständigen Behörden. Hamburg, 4 S.

## Rechtliche Grundlagen und Regelwerke

- [R1] Krw-/AbfG - Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (1994): Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen vom 27.09.1994. BGBl. I S. 2705, zuletzt geändert am 11.08.2009, BGBl. I S. 2723
- [R2] WsgV - Wasserschutzverordnung Weiler (1991): Ordnungsbehördliche Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Gewässer im Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlagen Weiler und Worringen/Langel der Gas-, Elektrizitäts- und Wasserwerke Köln AG vom 21.10.1991 mit Änderungsverordnung vom 01.03.1999. Amtsblatt Regierungsbezirk Köln, 1991, Nr. 50 und Amtsblatt Regierungsbezirk Köln, 1999, Nr. 9
- [R3] LG - Landschaftsgesetz (2007): Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft vom 05.07.2007. Land Nordrhein-Westfalen. GV. NRW S. 568, zuletzt geändert am 19.06.2007, GV. NRW, S. 226, 316
- [R4] DepV - Deponieverordnung (2009): Verordnung über Deponien und Langzeitlager. (= Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27.04.2009). BGBl. I, Nr. 22, S. 900

- [R5] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“ (2005): Allgemeine Grundsätze für die Eignungsbeurteilung von Abdichtungskomponenten der Deponieoberflächenabdichtungssysteme. 19.04.2005, 23 S. (Veröffentlicht im Internet auf [www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de](http://www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de) -> Umweltschutz -> Kreislauf- und Abfallwirtschaft -> Deponietechnik -> LAGA Ad-hoc-AG).
- [R6] LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“ und „Deponietechnik“ (2009 ff.): Bundeseinheitliche Qualitätsstandards von Abdichtungskomponenten und Beurteilungen der grundsätzlichen Eignung folgender Oberflächendichtungen:
- Kombikapillardichtung (Beurteilung vom 12.12.2007, gültig DK I und II)
  - METHA-Material (Beurteilung vom 16.06.2008, gültig DK I und II)
  - Trisoplast (Beurteilung vom 26.01.2009, gültig für DK I bis III)
  - Bentofix B4000, Bentofix BZ 6000, Bentofix NSP 4900 (alle vom 27.01.2009, gültig für DK I und II)
  - NaBento RLN und NaBento RLC (beide vom 27.01.2009 mit Fortschreibungen vom 23.04.2010, gültig für DK I und II)
  - Bentomat GDA (Vorläufige Bewertung vom 26.03.2009 mit Fortschreibung vom 20.06.2011, vorläufig gültig für DK I und II)
  - Kapillarblockbahn (Beurteilung vom 02.12.2010, gültig für DK I bis III)
- (alle Beurteilungen samt Anlagen veröffentlicht im Internet auf [www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de](http://www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de) -> Umweltschutz -> Kreislauf- und Abfallwirtschaft -> Deponietechnik -> LAGA Ad-hoc-AG).
- [R7] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (2010): Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponiebauwerke“, GDA E 2-32, Gestaltung des Bewuchses auf Abfalldeponien. ([www.gdaonline.de](http://www.gdaonline.de))
- [R8] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (2003): Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponiebauwerke“, GDA E 2-20, Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen. In: Bautechnik, 2003, Heft 9
- [R9] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik DGGT e.V. (2006): Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponiebauwerke“, GDA E 2-31, Rekultivierungsschichten. In: Bautechnik, 2006, Heft 9
- [R10] Stadtentwässerungsbetriebe Köln (2001): Satzung des Kommunalunternehmens Stadtentwässerungsbetriebe Köln, Anstalt öffentlichen Rechts über die Entwässerung der Grundstücke, die Abwasserbeseitigung und den Anschluss an die öffentliche Abwasseranlage - Abwassersatzung. Köln, 25.09.2001. Veröffentlicht im Amtsblatt der Stadt Köln vom 29.10.2001, Nr. 53, S. 453 ff.
- [R11] Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) (2010): BAM-Richtlinie: Zulassung von Kunststoff-Dränelementen für Deponieoberflächenabdichtungen, Berlin, 31 S.
- [R12] Bräcker, W. (2008): Dränelemente aus Kunststoff als Entwässerungsschicht in Deponieoberflächenabdichtungen. In: Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim & Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.): Abfallwirtschaftsfakten 5.2, 7 S.

- [R13] Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) (2010): BAM-Richtlinie: Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für Deponieabdichtungen, Berlin, 33 S.
- [R14] Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) (2010): BAM-Richtlinie: Anforderungen an die Schutzschicht für die Dichtungsbahn in der Kombinationsdichtung. Zulassungsrichtlinie für Schutzschichten, Berlin, 30 S.
- [R15] Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) (2010): BAM-Richtlinie: Zulassung von Geotextilien zum Filtern und Trennen für Deponieabdichtungen, Berlin, 27 S.
- [R16] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (2005): Arbeitsblatt 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. 59 S.
- [R17] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) (2008): Numerische Bewertung von Biotoptypen für die Eingriffsregelung in NRW. Recklinghausen, 37 S.
- [R18] Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV (2011): Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken. Arbeitsentwurf vom 06.01.2011.
- [R19] Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV (2001): Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis vom 10.12.2001 (BGBl. I S. 3379, zuletzt geändert am 24.02.2012 (BGBl. I S. 212)

## Allgemeine Literatur

- [L1] BMU (2003): Hydrologischer Atlas von Deutschland. Kartenwerk herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter Projektleitung der Bundesanstalt für Gewässerkunde und dem Institut für Hydrologie der Universität Freiburg im Breisgau.
- [L2] Ad-hoc-AG Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR (2003): Methodendokumentation Bodenkunde. Kennwert 4.6: Mittlere jährliche Sickerrate aus dem Boden (SWRj). samt zugehöriger Verknüpfungsregeln 1.1, 1.11, 1.16, 1.17, 4.1, 4.3, 4.11, 4.12. Download: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe ([www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de))
- [L3] Gebert, J., Huber-Humer, M., Oonk, H., Scharff, H. (2011): Methane Oxidation Tool- An approach to estimate methane oxidation of individual landfills. Dokument in Vorbereitung zur Publikation auf der website von NV Afvalzorg.
- [L4] Österreichischer Verein für Altlastenmanagement (2008): Leitfaden Methanoxidationsschichten, 37. S., Gelbdruck.
- [L5] Scharff, H., Jacobs, J. (2006): Applying guidance for methane emission estimation for landfills. Waste Management 26, 417-429.
- [L6] Scheutz, C., Bogner, J., De Visscher, A., Gebert, J., Hilger, H., Huber-Humer, M., Kjeldsen, P., Spokas, K. (2009): Processes and technologies for mitigation of landfill gas emissions by microbial methane oxidation. Waste Management & Research 27: 409-455.
- [L7] Stegmann, R., Heyer, K.-U., Hupe, K., Siederer, H., Willand, A. (2006): Deponie-nachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die

Entlassung aus der Nachsorge. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Abfallwirtschaft, Förderkennzeichen (UFOPLAN) 204 34 327, im Auftrag des Umweltbundesamtes.

- [L8] U.S. EPA (2005): Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02 User's Guide. United States Environmental Protection Agency, EPA-600/R-05/047, May 2005. <http://www.epa.gov/ttncatc1/dir1/landgem-v302-guide.pdf> (abgerufen 16.04.2010).
- [L9] Yemaneh, A. M. (2010): Assessment of biological waste stability and estimation of methane formation potential in old landfills – case of three landfills near the city of Hamburg. Master Thesis, Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft.

### 3 Ausgangssituation: Standort- und Objektbeschreibung

#### 3.1 Lage des Standorts

Die Altdeponie Butzweilerstraße liegt in Köln-Ossendorf. Sie wird im Westen durch die Butzweilerstraße und im Nordosten durch die Bundesautobahn A 57 begrenzt (siehe Anlage 1). An der südöstlichen Grenze verläuft ein Gleiskörper der ehemaligen Köln-Frechen-Benzelrather Eisenbahn. Die insgesamt ca. 25 ha große Altdeponie wird durch eine asphaltierte Straße („Anliegerweg“) in einen nördlichen und einen südlichen Bereich unterteilt. In der Nachbarschaft liegen weitere Altdeponien: Nordwestlich der Butzweilerstraße die private Deponie der ehemaligen Grube Töller, östlich der BAB 57 die Altdeponie Heckhofweg und nördlich anschließend die private Deponie der GVB.

#### 3.2 Flächennutzungsplan / Altlastenkataster

Der Nordteil der Altdeponie Butzweilerstraße – als Bestandteil der weiteren Betrachtungen und abzudichtenden Fläche – wird im Altlastenkataster unter der Nummer 40603 geführt und hat eine Fläche von ca. 14,5 ha (UTM-Koordinaten: Rechtswert 2352900, Hochwert 5650300).

Die Fläche ist als Grünfläche mit teilweiser landwirtschaftlicher Nutzung ausgewiesen (siehe Anlage 2.3). Im Westen schließen sich derzeit durch Industrie und Gewerbe genutzte Sonderbauflächen bzw. Mischflächen an. Das südlich der Altdeponie mit einem Abstand von ca. 200 m befindliche Wohngebiet ist als besonderes Wohngebiet ausgewiesen.

Das Abfallcenter Ossendorf ist als Fläche für Ver- und Entsorgungsanlagen gekennzeichnet.

#### 3.3 Flurstücks- und Eigentumsverhältnisse

Das Bearbeitungsgebiet umfasst die Flurstücke Longerich, Flur 7, Flurstücke 604/0 und 541/0. Bei Bedarf kann auch das östlich außerhalb des Ablagerungsbereichs gelegene Flurstück 876/70 bei der Maßnahme in Anspruch genommen werden.

Die genannten Flurstücke befinden sich im Eigentum der Stadt Köln.

#### 3.4 Schutzgebiete

Das Bearbeitungsgebiet ist Teil des Erholungsgebietes Bürgerpark-Nord und nördlicher Teil des geschützten Landschaftsbestandteils „Ossendorfer Brache“. Es ist als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen und liegt in der Wasserschutzzone III B des Wasserwerks Weiler.

#### 3.5 Rechtliche Rahmenbedingungen

Der Unterlage [U4] kann zur Genehmigungslage zu Beginn der Abfallablagerung folgendes entnommen werden: „Am 05.01.1971 hat die untere Wasserbehörde der Stadt Köln dem Amt

für Stadtreinigung und Fuhrwesen der Stadt Köln unter dem Az. 533-92-04 eine Erlaubnis zur Verfüllung der ehemaligen Kiesgruben Töller und Herriger mit häuslichem Müll, Verpackungsmaterial, Bauschutt und Erdaushub erteilt. Die Schließungsanzeige für die Deponie, Az. 230/1 La/KI, datiert auf den 25.05.1976.“ Nach [U9] lagen die genannten Kiesgruben im heutigen Südteil der Altdeponie (vgl. Bild 1). Im weiteren beschreibt [U4], dass die Stadt Köln 1977 die Verfüllung ohne Genehmigung auf die anschließende ehemalige Kiesgrube Weitmann auf dem heutigen Nordteil der Altdeponie und den dort vorhandenen Grundwassersee ausgedehnt hat. Es wird auch 1978 und 1979 über ungenehmigte Ablagerungen der Stadt Köln und wilde Ablagerung Dritter von großen Mengen Haus- und Sperrmüll sowie Straßen- aufbruchmaterial (u.a. Teerdecke), Autoreifen, Altmotoren, Autobatterien und Ölkanistern berichtet.

Nach [U11] erfolgte die Verfüllung der Altdeponie ohne Genehmigung. Da die Anlage nicht abgenommen wurde, gilt sie als nicht stillgelegt und unterliegt somit dem Abfallrecht.

In Unterlage [U1] werden die rechtlichen Rahmenbedingungen der Planungsaufgabe wie folgt beschrieben: „*Die Altdeponie befindet sich in der Stilllegungsphase. Die Bezirksregierung Köln hat die Stadt Köln aufgefordert, bis zum 01.12.2009 eine Stilllegungsanzeige mit einem Maßnahmenvorschlag für den Oberflächenabschluss der Deponie vorzulegen. Aufgrund der Lage der Altdeponie in der Wasserschutzzone III B des Wasserwerks Weiler wird für den Oberflächenabschluss ein „technisch dichtes System“ gefordert. Die Anforderungen werden in etwa analog dem Regelaufbau eines Oberflächenabdichtungssystems für eine Deponie DK 1 definiert. Eine Wasserhaushaltsschicht mit mineralischer Sperrsicht als Einzelkomponente wird als mögliche Alternative genannt (Anm.: In [U11] wird zusätzlich eine Entwässerungsschicht zwischen Wasserhaushaltsschicht und mineralischer Sperrsicht genannt). Das Gefälle der Oberfläche soll mindestens 4 % betragen.*“ In [U11] wird außerdem darauf verwiesen, dass eine biologische Vorbehandlung (Aerobisierung) des Deponiekörpers aufgrund der fehlenden Basisabdichtung nicht zulässig ist, jedoch „*eine Ausnutzung des Gefälles zu der örtlich vorhandenen Senke, sowie die Nutzung der Senke zur Regenrückhaltung (Biotopt) mit Überlauf in eine Versickerung vorstellbar sei.*“

[U7] beschreibt die rechtlichen Grundlagen und den aktuellen Schutz der Fläche aus Sicht des Landschaftsrechts: „*Gemäß Landschaftsplan der Stadt Köln (1991) ist die Fläche als Geschützter Landschaftsbestandteil LB 4.10 „Brachfläche mit Tümpeln und Hecken ‘Am Hexenberg’, Ossendorf“ nach § 23 Landschaftsgesetz festgesetzt und räumlicher Bestandteil eines Landschaftsschutzgebietes. Aufgrund dieses Schutzstatus ist das Gebiet Teil eines gesetzlich geschützten Landschaftsraumes, der vor nachhaltig schädigenden Eingriffen oder Aktivitäten zu bewahren ist. Nach § 34 Abs. 4 Landschaftsgesetz NRW [R3] sind im GLB alle Handlungen verboten, die zu einer Zerstörung, Beschädigung, Veränderung oder nachhaltigen Störung führen können. Der Schutz des Gebietes dient der natürlichen Entwicklung einer vielfältigen Vegetationsausstattung mit Rückzugsraum für Vögel, Insekten und Amphibien (Stadt Köln, 1991). Als Entwicklungsziel für das Brachgelände ist die „Erhaltung und*

*Weiterentwicklung einer weitgehend naturnahen Landschaft“ festgelegt worden. Unberührt von den allgemeinen Verboten des Landschaftsplans bleiben Maßnahmen zum Schutz des Grundwasserhaushaltes als einer Lebensgrundlage des Menschen. Die Sanierung der Altablagerung hat absolute Priorität vor Naturschutzbelangen (Stadt Köln, 1991).“*

Die Abstimmung mit den zuständigen Behörden vom 24.09.2009 ergab folgende Ergebnisse hinsichtlich der für die Stilllegung erforderlichen abfallrechtlichen, wasserrechtlichen und landschaftsrechtlichen Verfahren ([U15], siehe auch Anlage 19.1), die in der Besprechung am 07.12.2009 ([U25], siehe auch Anlage 19.2) bestätigt wurden:

#### Abfallrecht

Nach § 36 Krw-/AbfG [R1] ist die Stilllegung der Deponie bei der Bezirksregierung Köln anzuzeigen. Das abfallrechtliche Verfahren zur Stilllegung des Nordteils der Deponie Butzweilerstraße hat keine Konzentrationswirkung. Die Maßnahme fällt nicht unter die Deponieverordnung [R4]. Es wird ein technisch dichtes System gefordert, dessen Aufbau nicht a priori durch abfallrechtliche Vorgaben festgelegt ist, sondern nach Ermessen gestaltet werden kann.

#### Wasserrecht

Das oberhalb der Abdichtung gefasste Oberflächenwasser ist als Abwasser durch Einleitung in den Kanal oder durch Versickerung zum Grundwasser durch die belebte Bodenzone zu entsorgen. Für die Versickerung des im Oberflächenabdichtungssystem gefassten Oberflächenwassers zum Grundwasser ist bei der Oberen Wasserbehörde eine Erlaubnis zu beantragen. Da die Oberflächenabdichtung der Altdeponie dem Grundwasserschutz dient (Vermeidung eines weiteren Schadstoffaustauschs aus den oberhalb des Grundwassers liegenden Abfällen), kann eine Befreiung vom Versickerungsverbot nach § 3 (2) Ziffer 3 der Wasserschutzgebietsverordnung Weiler [R2] in Aussicht gestellt werden, wenn die Versickerung für die Durchführung der Oberflächenabdichtung Voraussetzung ist und durch die belebte Bodenzone erfolgt. Diese Befreiung ist nicht erforderlich, wenn von vornherein eine Ausnahme von den Verboten der Wasserschutzgebietsverordnung Weiler in Anspruch genommen werden kann.

Nach § 3 (2) Ziffer 17 der Wasserschutzgebietsverordnung Weiler ist das Verwenden von Recyclingbaustoffen, industriellen Nebenprodukten oder sonstigen vergleichbaren Stoffen (z.B. Bauschutt) verboten. Unter bestimmten Rahmenbedingungen sind Ausnahmen möglich. Eine Genehmigung kann nach § 3 Abs. 1 Ziffer 17 für bestimmte Recyclingbaustoffe oder industrielle Nebenprodukte wie Elektroofenschlacke, Hochofenschlacke, Hüttensand, LD-Schlacke, Schmelzkammergranulat oder auch RCL-Material der besten Qualität erteilt werden, wenn der Einsatz unter einer dauerhaft dichten Decke erfolgt und der Abstand zum Grundwasser mindestens 1,5 m beträgt.

## Landschaftsrecht und Artenschutz

Der Bau der Oberflächenabdichtung stellt nach § 4 Landschaftsgesetz [R3] einen neuen Eingriff in Natur und Landschaft dar, der bei der Bezirksregierung Köln anzuzeigen ist. Für die Maßnahme ist ein Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP) aufzustellen, der auch die Belange des Artenschutzes bündelt. Artenschutzrechtlich relevante Arten sind am Standort zu erhalten. Wenn dieses nicht möglich ist, ist Ausgleich zu schaffen. Die Schaffung von Biotopen im Rahmen der Maßnahme kann dabei angerechnet werden.

Der Bau des Oberflächenabdichtungssystems ist trotz der Lage in einem geschützten Landschaftsbestandteil von den im Landschaftsplan enthaltenen Verboten unberührt, da die Maßnahme dem Grundwasserschutz dient („Unberührtheitsregelung“). Es muss daher keine Befreiung von den Verboten des Landschaftsplans beantragt werden. Die Maßnahme ist lediglich bei der Unteren Landschaftsbehörde anzuzeigen.

## **3.6 Meteorologische Standortbedingungen**

Die Altdeponie liegt in der Niederrheinischen Bucht. Der Hydrologische Atlas Deutschlands [L1] weist für den Standort folgende Klimadaten aus:

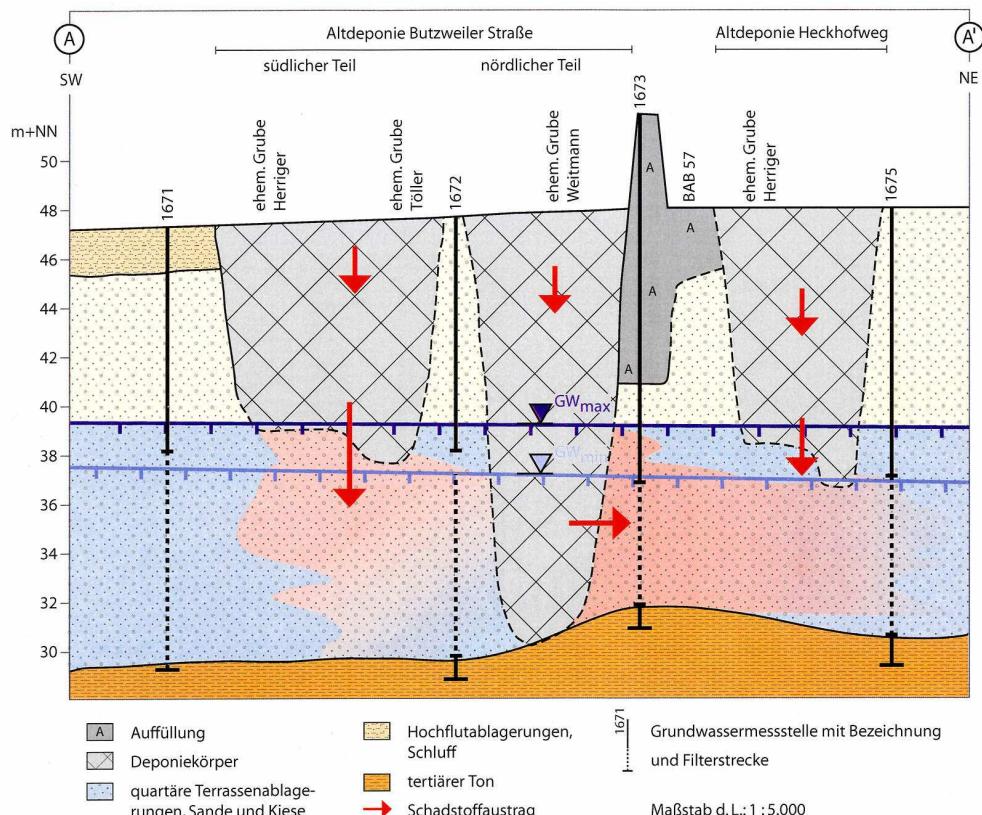
- Niederschlag, ohne Korrektur der methodischen Fehler: 700 bis 800 mm/a
  - Sommerniederschlag, unkorrigiert: 350 bis 400 mm
  - Winterniederschlag, unkorrigiert: 300 bis 350 mm
- Niederschlag, korrigiert: 800 bis 900 mm
  - Sommerniederschlag, korrigiert: 400 bis 450 mm
  - Winterniederschlag: 350 bis 400 mm
- Starkniederschlag in 24 h:
  - Wiederkehrwahrscheinlichkeit 1 Jahr: 30 bis 40 mm
  - Wiederkehrwahrscheinlichkeit 100 Jahre: 80 bis 100 mm
- Starkniederschlag in 72 h:
  - Wiederkehrwahrscheinlichkeit 1 Jahr: 40 bis 50 mm
  - Wiederkehrwahrscheinlichkeit 100 Jahre: 100 bis 120 mm
- Grasreferenzverdunstung: 575 – 600 mm/a
- Klimatische Wasserbilanz (Niederschlag – potentielle Evapotranspiration):
  - Im Mittel: +200 bis +300 mm/a
  - Nassjahr 1966: +400 bis +600 mm/a
  - Trockenjahr 1976: -100 a
- Mittlere jährliche Sickerwasserrate aus dem Boden: 200 bis 300 mm/a
- Mittlere jährliche Grundwasserneubildung: 200 bis 250 mm/a

In den Anlagen zu [U9] wurden meteorologische Daten der Wetterstation Weiler aus einem Zeitraum von zehn Jahren ausgewertet. Der Niederschlag (ohne Korrektur der methodischen Fehler) beträgt demnach im Jahresmittel 743 mm/a, die mit einem Wasserhaushaltsmodell für den Ist-Zustand der Altdeponie Butzweilerstraße berechnete Verdunstung im Mittel 540 mm/a. Die Auswertung der Daten der Station Weiler [U14] für die elf Jahre von 1996 bis 2006 ergibt einen Jahresmittelwert des unkorrigierten Niederschlages von 762 mm/a (mittlerer Sommerniederschlag 420 mm, mittlerer Winterniederschlag 342 mm).

### 3.7 Deponiebasis und -untergrund

#### 3.7.1 Geologischer Aufbau des Untergrundes

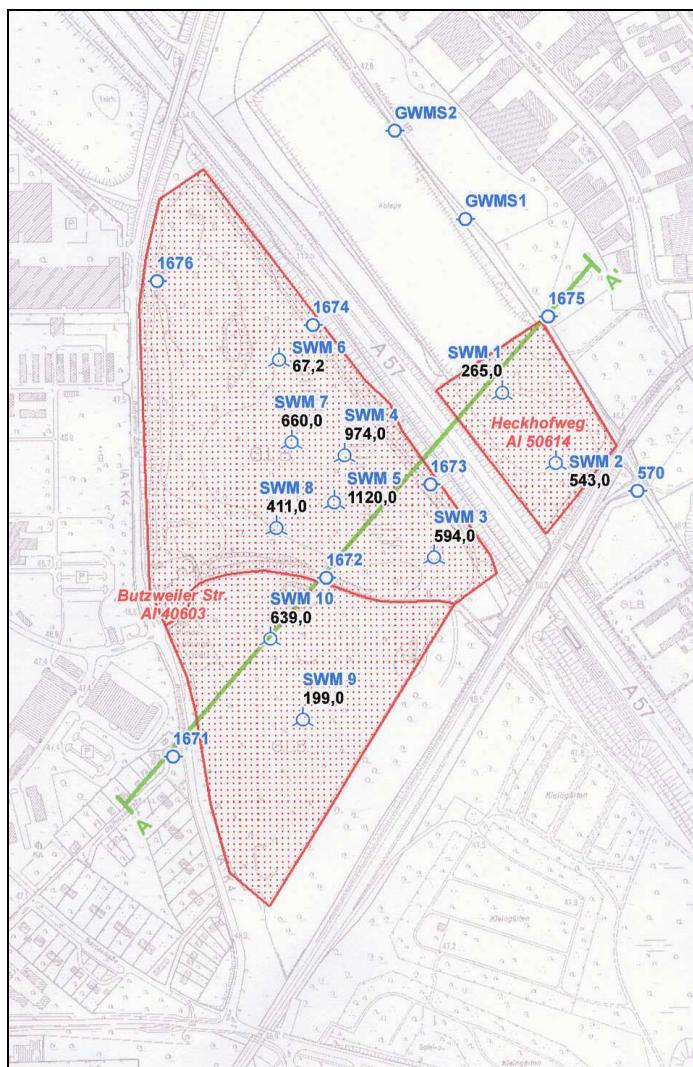
Die Altdeponie liegt auf der Niederterrasse / Unteren Mittelterrasse des Rheins. Unter der Niederterrasse folgen dunkelbraune bis graubraune Tone des Tertiärs. Die Niederterrasse wird im natürlichen Profil durch etwa 20 m dicke Kiessande gebildet, die von 2 bis 4 m mächtigen Hochflutablagerungen (Schluffe und Feinsande) bedeckt werden [U6]. Im Bereich des Nordteils der Altdeponie wurden die Hochflutablagerungen und die Kiessande bis unter die Grundwasseroberfläche in eine Tiefe von 19 m abgetragen bzw. entnommen (siehe Bild 1). Nach [U9] liegt die Oberfläche des Tertiärs in Tiefen zwischen 29 und 31 mNN. In den Anlagen zu [U5] und [U9] sind zahlreiche Schichtenverzeichnisse von Bohrungen enthalten, die bis in den gewachsenen Untergrund reichen.



**Bild 1** Hydrogeologischer Profilschnitt (aus: [U9])

### 3.7.2 Hydrogeologie und Grundwasserbelastung

Die quartären Sand und Kiese, in die die Altdeponie einschneidet, dienen als freier Grundwasserleiter. Nach Pumpversuchen weisen sie Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen  $9,8 \times 10^{-4}$  m/s und  $2,3 \times 10^{-3}$  m/s auf [U9]. Der Grundwasserflurabstand beträgt nach [U1] im Mittel etwa 10 m. [U6] nennt einen Grundwasserflurabstand von 4 bis 9 m bei sehr hohem Grundwasserstand. [U9] berichtet von Grundwasserstandsschwankungen von maximal etwa 2 m. Der untere Teil der bis in eine Tiefe von ca. 18 m abgelagerten Abfälle liegt somit im Grundwasser. Bild 1 zeigt einen schematischen hydrogeologischen Profilschnitt, der in Richtung SW - NO den Südteil und den Nordteil der Altdeponie Butzweilerstraße sowie die Altdeponie Heckhofweg östlich der BAB 57 schneidet (zur Lage des Schnittes siehe Bild 2).



**Bild 2** Lage des Profilschnitts aus Bild 1 mit Lage Sickerwassermessstellen (SWM) und Grundwassermessstellen (GWMS sowie 4stellige Ziffern) (ohne Maßstab, aus: [U9])

Das Grundwasser fließt von SSW in Richtung NNO in Richtung Rhein und somit etwas nördlicher als die in Bild 2 dargestellte Linie des hydrogeologischen Schnittes. Mit zunehmendem Grundwasserstand verschiebt sich die Fließrichtung etwas in nördliche Richtung auf den Absenkungsbereich des Wasserwerks Weiler zu [U9]. Das hydraulische Gefälle lag gemäß den Anlagen in [U9] im Frühjahr 2006 und 2007 zwischen  $i = 0,0003$  und  $i = 0,0004$ . Die mittlere Abstandsgeschwindigkeit („Grundwasserfließgeschwindigkeit“) wird im Abstrom mit ca. 100 m bis 150 m pro Jahr geschätzt [U9].

Der Nordteil der Altdeponie liegt in der Wasserschutzzzone III B des Wasserwerks Weiler und Worringen/Langel [U10], dessen Südgrenze entlang des Anliegerweges zwischen Nord- und Südteils der Altdeponie verläuft. Die Brunnen des Wasserwerks Weiler liegen in nordnordwestlicher Richtung ca. 5,5 km von der Altdeponie entfernt. Die am Rhein gelegenen südlichen Brunnen der Galerie Langel/Worringen haben in nordnordöstlicher Richtung einen Abstand von ca. 7 km (vgl. Plan mit Grundwassergleichen zur Stichtagsmessung Oktober 2007 in der Anlage zu [U10]).

Die Unterlagen [U5] und [U9] enthalten umfangreiche Daten zur Grundwasserbelastung (Konzentrationen, Zeitverläufe, Flächendarstellungen und Frachtermittlungen).

[U9] beschreibt die Emissionen wie folgt:

*„Das Grundwasser im Abstrom wird aufgesalzen (Lfk von 850 auf max. 2.100  $\mu$ S/cm, Kalium 51 mg/l) und mit organischer Fracht belastet (Ammonium bis 24,8 mg/l, CSB bis 55 mg/l, TOC 16 mg/l). AOX liegt im Abstrom bei max. 53  $\mu$ g/l. Darüber hinaus wird in geringem Maß Nickel (bis 25,1  $\mu$ g/l) ausgetragen. Chrom ist auch im Anstrom vorhanden (max. 17  $\mu$ g/l). Der Chromgehalt im Abstrom liegt bei max. bis 18  $\mu$ g/l. Im Umfeld (Anstrom und Seitenstrom) der Deponien existieren weitere Grundwassereinträge (u.a. ein CKW-Schaden).“* [U9] enthält zusätzlich Abschätzungen der Stofffrachten aus der Altdeponie Butzweilerstraße.

Die Unterlage [U11] fasst die Ergebnisse der Sickerwasser- und Grundwasseruntersuchungen wie folgt zusammen:

*„Sickerwasseruntersuchungen belegen eine Belastung des vorhandenen Sickerwassers. Mittelwert für DOC 94,5 > 80 mg/l (DK II), alle anderen Konzentrationen unter DK I bei einer Gegenüberstellung mit den Zuordnungswerten der neuen DepV. Einzelne geringe Überschreitungen der Prüfwerte der BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Grundwasser) bei Arsen, Blei, Nickel und geringe Mittelwertüberschreitung bei Kupfer“*

*„Grundwasseruntersuchungen: Wiederholt Überschreitungen der TrinkwV-Grenzwerte bei den Parametern Ammonium, Bor und Nickel. Erhöhung der Konzentrationen über den Differenzwerten, also signifikante Einträge bei Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Chlorid, Sulfat, Ammonium und Bor, sowie DOC.“*

### 3.7.3 Basisabdichtung

Die Altdeponie besitzt keine Basisdichtung.

## 3.8 Deponiekörper

### 3.8.1 Historische Entwicklung und Inventar

Die Altdeponie Butzweilerstraße (AL 40603) wurde von 1973 bis mindestens 1978 von der Stadt Köln mit Hausmüll, Bauschutt und Gewerbeabfällen verfüllt. Die Verfüllung erfolgte in mehreren ehemaligen, zwischen 1966 und 1972 entstandenen Kiesgruben auf einer Fläche von ca. 14,5 ha. Die maximale Verfülltiefe beträgt ca. 18 m.

In [U4] wird die Historie des Nordteils der Altdeponie Butzweilerstraße wie folgt beschrieben: „*Auf der Deutschen Grundkarte von 1969 wird erstmals eine ca. 0,5 ha große Abgrabung dargestellt. 1970 erscheint diese Abgrabung vergrößert und reicht bis in das Grundwasser. Anfang der 70er Jahre kommt es zu Verkipplungen in Teilbereichen. Ende der 70er Jahre sind keine Grundwasserseen mehr vorhanden. Bis Ende der 80er Jahre wurde verkippt.*“ In [U3] sind mehrere Grundkarten und Luftbilder enthalten, die die Verfüllung der Deponie beschreiben. Im Luftbild von 1984 sind keine größeren Verfüllungen mehr zu erkennen. Zum Inventar heißt es in [U4]: „*Die Kiesgruben wurden im Bereich des Grundwassers mit Bodenaushub verfüllt. Darüber wurde Bauschutt, Bodenaushub und Hausmüll verkippt. Die Deponieoberfläche ist teilweise mit Bodenaushub (nördlicher Bereich), teilweise mit Bauschutt (südlicher Bereich) bedeckt.*“ „*Aus den Kiesgrubenakten lässt sich entnehmen, dass es wiederholt zu illegalen Verkipplungen mit wassergefährdenden Stoffen besonders während der Grundwasser-Verfüllung gekommen ist.*“ An anderer Stelle in [U4] wird über die Ablagerung von großen Mengen Haus- und Sperrmüll sowie Straßenaufbruchmaterial (u.a. Teerdecke), Autoreifen, Altmotoren, Autobatterien und Ölkanistern berichtet. Nach [U6] ist im Deponiekörper auch mit massiven Beton-Mauerwerksresten, Stahlträgern u. ä. zu rechnen. Zum Teil sind diese auch heute noch im Bereich der Randwälle an der Geländeoberfläche erkennbar. [U9] beschreibt das Inventar des nördlichen Teils der Altdeponie wie folgt: „*verfüllt zunächst mit Bodenaushub, später auch mit Hausmüll und Bauschutt. Weiterhin wurden u.a. Sperrmüll, Straßenaufbruchmaterial, Reifen, Ölfilter, Hohlräumkonservierung, alte Kühlchränke, Motorenöl-Kanister, Motorenteile, Autoreifen, Autobatterien, Kabelreste, ölgetränkte Lappen, Autoverwertungsrückstände, Gießereisand, Holz, PVC-Folien, Farbtöpfe, Marmorschleifstaub, Altölfässer und Fäkalien verkippt. Mit Unterbrechungen wurden noch bis in die 80er Jahre hinein teils legal (Laubabfälle), teils illegal Materialien abgelagert.*“

### 3.8.2 Ablagerungsgrenzen

Die digitalen Daten [U13] enthalten Angaben zur Grenze der Altdeponie (siehe u.a. Anlagen 2.1 und 2.2, gestrichelte rote Linie „Ablagerungsgrenze alt“). Auf welchen Grundlagen und wie genau diese Linien die Grenze der Abfalleinlagerung markieren, ist den vorliegenden

Unterlagen nicht zu entnehmen. Eine Auswertung von Luftbildern zeigte, dass die in den Altunterlagen dargestellten Ablagerungsgrenzen annähernd auf den Grenzen der ausgehobenen Gruben basieren. Die auf dem Gelände durchgeführten Bohrungen und Sondierungen deuten an, dass die Nordspitze des Bearbeitungsgebiets nicht mit Abfällen belegt wurde (RKS 23, vgl. Abschnitt 3.7) und dass der an der Südgrenze verlaufende Anliegerweg zumindest zum Teil auf gewachsenem Untergrund verläuft.

In den entlang der Butzweilerstraße auf der Altdeponie durchgeführten Sondierungen wurden vor allem in den oberen, maximal fünf Metern Auffüllungen (vor allem Bodenaushub und Bauschutt) angetroffen. Die Bohrungen im Bereich des Lärmschutzwalls an der Ostgrenze zur BAB 57 zeigten auch in tieferen Bereichen mächtige Lagen mit hausmüllähnlichen Abfällen oder anthropogenen bedingten Auffüllungen.

Die Ablagerungsgrenzen wurden anhand zusätzlicher Erkundungen nach Abschluss der Vorplanung in ihrer Lage detailliert. Hierzu sind die Ausführungen in Abschnitt 5 maßgebend.

### 3.8.3 Vorhandene Kubatur und Vegetation

Die Altdeponie Butzweilerstraße ist keine klassische Hügeldeponie, sondern weist als verfüllte, ehemalige Kiesgrube eine Oberfläche auf, die nicht Ergebnis einer technischen Planung ist, sondern eher zufällig dem Zustand zum Ende der Verfüllung in den 80er Jahren einschließlich der mehr oder weniger planvollen Abdeckung mit Bauschutt und Bodenaushub entspricht. Die östlichen Flächen des entlang des Lärmschutzwalles zur Autobahn und insbesondere der überwiegend mit offener Ruderalvegetation bewachsene südöstliche Teil der Fläche weisen eine schwach geneigte Oberfläche auf, die in sich jedoch unregelmäßig durch zahlreiche kleine Senken, kleine Geländesprünge und Haufwerke strukturiert ist. Die Geländeoberfläche liegt hier nach [U13] auf Höhen zwischen 47 und 49 mNN. Der südwestliche Bereich der Deponie weist Höhen zwischen 45 und 47 mNN auf. Im Nordwesten befindet sich als eine Art „Restloch“ der Verfüllung eine tiefe Mulde (Tiefpunkt knapp unter 40 mNN). Das Gelände wird entlang der Bundesautobahn A 57 durch einen Lärmschutzwall begrenzt, dessen Krone rund 8 m über der angrenzenden Deponieoberfläche liegt (und ca. 10 m höher als die Autobahn). Auch entlang der auf rund 47,5 mNN verlaufenden Butzweilerstraße an der Westgrenze der Deponie befindet sich ein Wall, der bereichsweise und unregelmäßig Höhen von über 50 mNN erreicht. Der Höhenunterschied zwischen der Krone dieser Wallstruktur an der Westgrenze und den östlich angrenzenden Deponieflächen nimmt von Süden nach Norden von ca. 3 m auf knapp 10 m zu. Auch an der Südgrenze des Bearbeitungsgebiets verläuft entlang der asphaltierten Stichstraße ein Erdwall, der jedoch etwas weniger massiv aufgebaut ist als der Lärmschutzwall entlang der Autobahn. Die Höhe dieses Südwalls nimmt von West nach Ost von ca. 50 bis 52 mNN auf Höhe des Umgebungsgeländes (rund 48 mNN) ab.

Das abgelagerte Deponievolumen ist schwer zu schätzen, da die Kubatur der ursprünglichen Kiesgruben nicht dokumentiert ist. Das im Nordteil der Altdeponie Butzweilerstraße abgela-

gerte Deponievolumen wird in [U11] mit ca. 2,6 Mio. m<sup>3</sup> angegeben, wovon ca. 1 Mio. m<sup>3</sup> im Grundwasserbereich liegen [U9].

### 3.8.4 Bodenmechanische Kennwerte und Setzungsverhalten

#### 3.8.4.1 Vorhandene Untergrundaufschlüsse

Untergrundaufschlüsse sind in [U5] und [U9] dokumentiert. Auf diesen Unterlagen und Erkenntnissen aufbauende zusätzliche Untersuchungen werden in Kapitel 5 erläutert.

[U5] enthält Schichtenverzeichnisse zu 17 Rammkernsondierungen, die auf dem Nordteil der gesamten Altdeponie durchgeführt wurden und die vorhandene Bodenabdeckung in Tiefen bis maximal rund 4 m unter Gelände durchteuft haben. Dabei wurden mit Ausnahme der in der Nordspitze des Bearbeitungsgebietes liegende RKS 23 immer Auffüllungen angetroffen. Die Rammkernsondierungen wurden anschließend zu temporären Bodenluftpegeln ausgebaut. Schichtenprofile zu tieferen Bohrungen liegen für die Grundwassermessstellen GWMS 1672 an der Südgrenze des Nordteils sowie 1673 und 1674 im Bereich des Lärmschutzwalls zur BAB 57 vor (Lage siehe Bild 2). Das Profil von GWMS 1672 zeigt den natürlich gewachsenen Untergrund bis zum tertiären Ton in einer Tiefe von 19 m unter Gelände (auch die benachbarte RKS 15 deutet darauf hin, dass der Anliegerweg auf gewachsenem Untergrund verläuft). Bei den GWMS 1673 und 1674 steht das Tertiär bei 20,20 m bzw. 21,00 m unter Gelände an und bis in eine Tiefe von rund 11 m wurden oberhalb der gewachsenen Kiese Auffüllungen und hausmüllähnliche Abfälle erbohrt.

[U9] enthält Informationen über sechs Rammkernsondierungen auf dem Nordteil der Altdeponie, sechs Bohrungen zur Einrichtung der Sickerwassermessstellen SWM 3 bis 8 sowie die Grundwassermessstelle GWMS 1676 im Norden der Altdeponie (Lage der Sickerwasser- und Grundwassermessstellen siehe Bild 2). An der 2007 neu geschaffenen GWMS 1676 liegt die Oberkante des tertiären Tons bei 17,10 m unter Gelände. Darüber wurden Kiese durchteuft. Nur in den oberen 5 m der Bohrungen wurden leicht zu durchbohrende Auffüllungen angetroffen (Schluffe, Sande und Kiese, kein Müll oder Bauschutt). Die Bohrungen zur Einrichtung der Sickerwassermessstellen reichen ca. 8 bis 9 m durch die oberhalb des Grundwassers liegenden Bereiche der Altdeponie. Dabei wurden unterschiedliche Abfälle und Auffüllungen erbohrt.

Die Anlage 3.1 fasst die in [U5] und [U9] dargestellten Untergrundaufschlüsse zusammen. Die sechs RKS für die Infiltrometertests aus [U9] finden keine Berücksichtigung, da diese nur 2 m tief ausgeführt wurden und keine zusätzlichen Erkenntnisse enthalten. Für die Untergrundaufschlüsse wurde folgende Darstellung gewählt:

- Auffüllung ohne Hausmüll
- Auffüllung: Abfall (mit Hausmüll)
- Natürlich gewachsene Böden

### 3.8.4.2 Vorhandene Vermessungsdaten zum Setzungsverhalten

Auf der Altdeponie sind keine Setzungspegel vorhanden, so dass das bisherige Setzungsverhalten der Altdeponie über eine Auswertung mittels Setzungspegeldaten nicht beschrieben werden kann.

[U2] enthält Lagepläne und Schnitte durch das Bearbeitungsgebiet aus dem Jahr 1985. Die dort enthaltenen Höhenangaben können mit den 2007 aufgenommenen Höhen verglichen werden, wobei seit 1985 noch einige Umgestaltungen der Oberfläche stattgefunden haben (u.a. Bau des Lärmschutzwalles zur BAB 57) und anhand von unveränderten Fixpunkten zu prüfen ist, ob beide Datensätze ohne Abweichungen verglichen werden können. Der Vergleich der alten Schnitte mit den aktuellen Höhen zeigt auf den ersten Blick keine beträchtlichen Höhenunterschiede, die flächig auf erhebliche Setzungen hindeuten.

Im Rahmen der Vorplanung wurden die Schnitte von 1985 stichprobenartig digitalisiert und digital mit den Höhen resultierend aus der Überfliegung von 2007 verglichen (siehe hierzu Anlage 3.2). Der Vergleich lässt keine einheitlichen Tendenzen erkennen und ist somit für Setzungsprognosen nicht geeignet.

### 3.8.4.3 Zukünftig erwartete Setzungen / Setzungsprognose

[U6] rechnet mit Verweis auf die noch nicht abgeschlossene Deponiegasbildung mit einem weiteren Abbau der organischen Komponenten des Deponiekörpers und nennt als Beispiel bei einer Volumenminderung von 1 % eine rechnerische Setzung von 10 cm (bezogen auf eine Mächtigkeit des Deponiekörpers von 10 m), wobei aufgrund des heterogenen Aufbaus des Abfallkörpers von Setzungsdifferenzen in gleicher Größenordnung ausgegangen wird. Eine detaillierte und räumlich differenzierende Setzungsprognose liegt nicht vor.

Der Verlauf und die Neigung der ehemaligen Wände der verfüllten Kiesgruben sind nicht bekannt. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass diese relativ steil verliefen, so dass entlang dieser Verfüllgrenzen mit erheblichen Setzungsdifferenzen zu rechnen ist. Diese angenommenen Setzungsdifferenzen resultieren aus dem sich unter der aufzubringenden Auflast (Oberflächenabdichtungssystem und Profilierungsmassen) im Verhältnis deutlich stärker setzenden Abfallkörper und den nahezu setzungsfreien natürlich gewachsenen Böden in den Randbereichen der ehemaligen Grube.

Es ergibt sich folgendes Bild:

- Exakte Setzungsprognosen sind aufgrund mangelnder Daten (Setzungspegel mit Setzungsverläufen über längere Zeiträume) und der starken Heterogenität des Abfallkörpers nicht möglich.
- Es liegen keine ausreichenden Daten aus Untergrunderkundungen über den gesamten Abfallkörper vor (zu Abfallmächtigkeiten und -zusammensetzungen sowie Schichtfolgen und Wechsellagerungen in der Fläche).

- Der Vergleich von Altdaten (Höhenangaben aus dem Jahre 1985) mit Höhendaten aus einer Überfliegung aus dem Jahr 2007 ergeben keine signifikanten Unterschiede, so dass sich hieraus keine Tendenzen oder Verläufe ableiten lassen.
- Es werden Setzungen aufgrund der aufzubringenden Auflast (Oberflächenabdichtungssystem und Profilierungsmassen) entstehen.
- Diese Setzungen werden aller Voraussicht nach maßgeblich in den zentralen Bereichen des Abfallkörpers auftreten.
- Die natürlich gewachsenen Randbereiche der ehemaligen Grube werden nahezu keine oder nur sehr geringfügige Setzungen erfahren.
- Aus den o.g. Gründen werden in den Übergangsbereichen zwischen dem bis zu ca. 18 m mächtigen Abfallkörper und den Randbereichen die größten Setzungsdifferenzen entstehen, was vor allem für die Planung der Randanbindung der Dichtungselemente von Bedeutung ist.
- Diese Tendenz der stärkeren Setzungen in den zentralen Bereichen der Fläche ist günstig für die zu planende Entwässerung (nach innen gerichteter Wasserfluss mit zentralen Sammel- und Stauelementen).
- Am südlichen Rand des Untersuchungsgebietes (im Bereich der GWMS 1672) kommen aller Voraussicht nach natürlich gewachsene Böden bzw. Auffüllungsböden ohne Abfallinventar vor und ragen in die Bearbeitungsfläche hinein. Über die exakte Ausdehnung dieser natürlich gewachsenen Böden lassen sich keine Aussagen treffen.

### 3.8.5 Wasserhaushalt des Deponiekörpers

Altdeponien weisen häufig einen ausgeprägten Stauwasserhaushalt auf. Da die Abfallablagierung in den ehemaligen Kiesgruben unterhalb des Grundwasserspiegels erfolgte, wird ein erheblicher Teil des Deponiekörpers vom Grundwasser durchströmt. Oberhalb des Grundwasserspiegels sind in der Ablagerung keine bindigen Zwischenschichten bekannt, auf denen sich Stauwasser bilden könnte. Auch die bisher durchgeführten Bohrungen ergaben keine Hinweise auf eine Stauwasserbildung oberhalb des Grundwassers.

Untersuchungen mit einem Wasserhaushaltsmodell ergaben für den Ist-Zustand eine Exfiltration (Grundwasserneubildungsrate) aus dem Deponiekörper ins Grundwasser von 204 mm/a [U11].

### 3.8.6 Oberflächenwasser

Eine Fassung und Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers erfolgt derzeit nicht. Auf der Deponieoberfläche sind einige kleine Senken erkennbar, in denen die Bodenoberfläche, der Bewuchs sowie einige Hinweise in den landschaftsökologischen und faunistischen Un-

tersuchen ([U7] und [U8]) darauf hinweisen, dass sich lokal auf steinreichen Lehmböden zeitweise Pfützen bilden. Anzeichen für nennenswerten Oberflächenabfluss wurden im Zuge der Begehung der Deponieoberfläche nicht festgestellt und auch in den Wasserhaushaltsberechnungen in [U11] nicht ermittelt. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Überschuss aus Niederschlag abzüglich Verdunstung am Standort versickert.

### 3.8.7 Gashaushalt

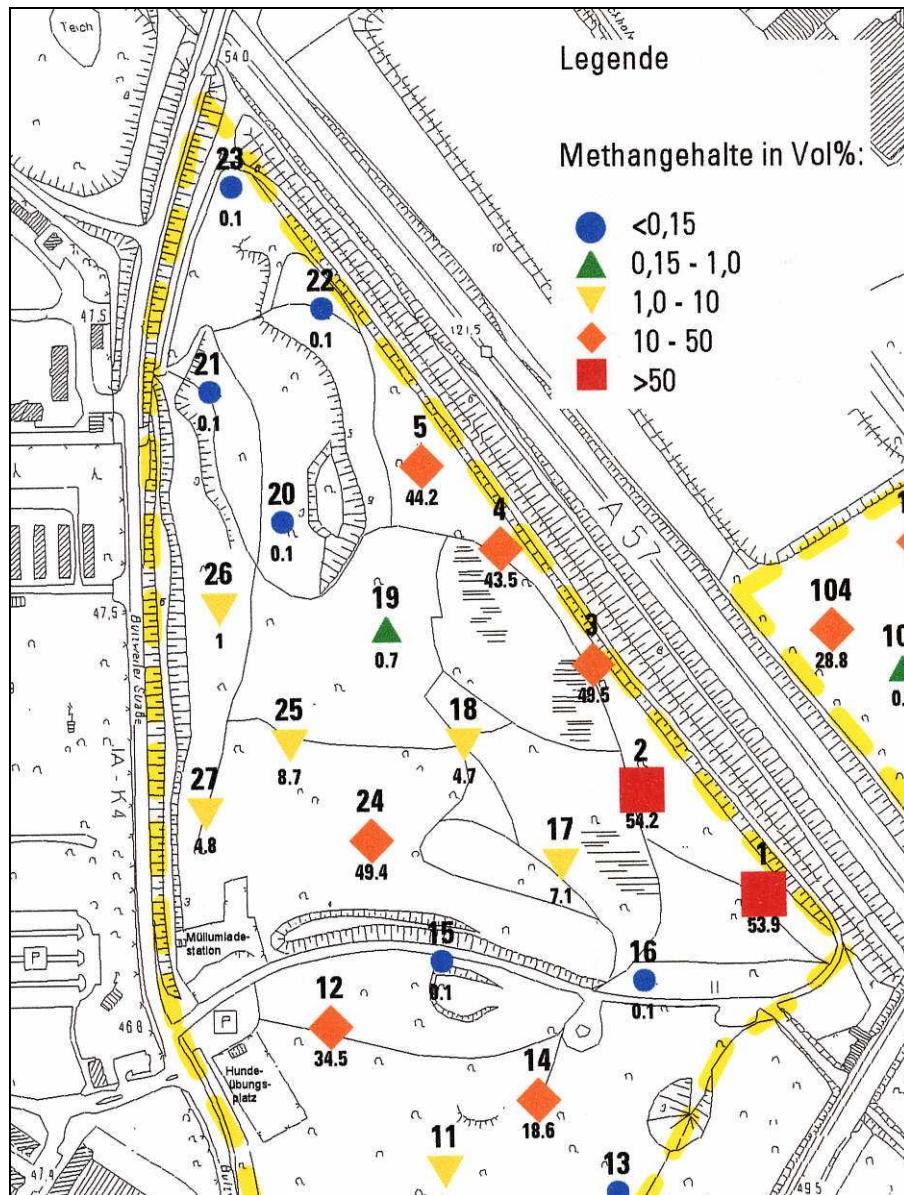
#### 3.8.7.1 Zusammensetzung der Bodenluft

[U5] berichtet über die Ergebnisse von Bodenluftmessungen, die vor gut acht Jahren an den zu entsprechenden Pegeln ausgebauten Rammkernsondierungen durchgeführt wurden.

Bild 3 zeigt die räumliche Verteilung der 2002 festgestellten Methan-Konzentrationen. Auf dem Nordteil der Altdeponie wurde 2002 in 65 % der Messungen eine Methan-Konzentration von über 1 Vol. % gemessen. Der nördliche Bereich des Bearbeitungsgebiets war frei von Methan. In Pegel 24 sowie den entlang des Lärmschutzwalls zur BAB 57 gelegenen Pegeln 1 bis 5 wurden Methankonzentrationen zwischen 44 und 54 Vol. % bestimmt. In allen anderen Pegeln lagen die Methankonzentrationen unter 10 Vol. %. Ob die an der Ostgrenze der Fläche und an Pegel 24 festgestellten erhöhten Methankonzentrationen auf eine stärkere Deponiegasproduktion des inhomogenen Abfallkörpers oder auf einen infolge einer Abdeckung aus bindigen Böden gegenüber den anderen Bereichen reduzierten Luftaustausch mit der Atmosphäre zurückzuführen sind, ist nicht bekannt. In den Pegeln 1 bis 5 entlang des Lärmschutzwalls zur BAB 57 wurden neben den hohen Methankonzentrationen zusätzlich 1,5 bis 12,0 ppm H<sub>2</sub>S gemessen. In den Pegeln 3a und 27 wurden aromatisierte Kohlenwasserstoffe (BTEX zwischen 23 bis 35 mg/m<sup>3</sup>, vorrangig Einzelparameter Ethylbenzol und m+p-Xylo), in Pegel 3a zudem 1,7 mg/m<sup>3</sup> Benzol festgestellt.

Bild 4 enthält die räumliche Verteilung der Bodenluftzusammensetzung. Die Pegel mit den höchsten Methankonzentrationen in der Bodenluft entlang des Lärmschutzwalls zur BAB 57 sowie Pegel 24 zeigen eine Bodenluftzusammensetzung wie sie Deponien in der Lufteinbringphase zugeschrieben werden. Die Lufteinbringphase ist dadurch gekennzeichnet, dass die Gasbildung so stark abgenommen hat, dass Luft in die Altdeponie eindringen kann (Stickstoff tritt auf, Sauerstoff fehlt jedoch noch weitgehend). Die Verdünnung des Deponiegases mit Luft ist zeitlich und örtlich inhomogen und vor allem auf die Randbereiche beschränkt. Nach [U5] ist in dieser Phase „*ein Gasüberdruck und infolgedessen ein Gasaustrag aus der Altdeponie praktisch nicht mehr gegeben, so dass sich Gefahren oder Nachteile durch Deponiegas auf das Innere der Altdeponie beschränken.*“ Die Südwestecke der Altdeponie im Bereich des Abfallcenters Ossendorf befindet sich in der Methanoxidationsphase (rückläufige Methankonzentrationen, steigende Stickstoffkonzentrationen). Der größte Anteil der Fläche, vom Norden in Richtung Südost verlaufend, befindet sich bereits in der Kohlen-

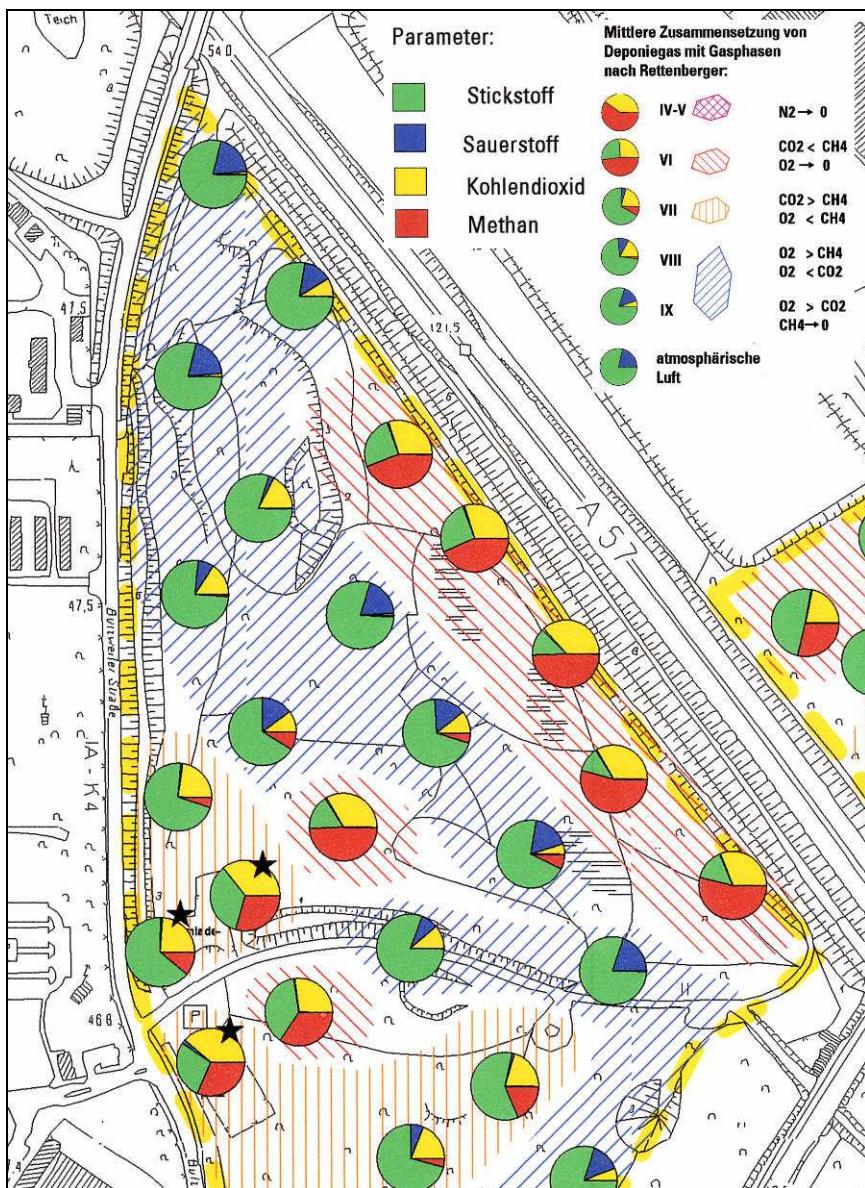
stoffdioxid- und in der Luftphase (Sauerstoffeintrag und Angleichung der Zusammensetzung an die normale Bodenluft). Mögliche Gasgefahren sind hier auf Kohlendioxid beschränkt.



**Bild 3** Methangehalte der Bodenluft im September 2002 (ohne Maßstab, aus: [U5])

Nach [U9] befindet sich die Deponie mit Verweis auf [U5] „bereichsweise in der Lufteindringphase (mit erhöhten CH<sub>4</sub>-Gehalten), bzw. in der Methanoxidationsphase. In dieser Phase können zwar noch explosive Gemische entstehen, die Hauptproduktionsphase von Methan

ist aber abgeschlossen. Eine Gefährdung durch Deponiegas wird als geringfügig eingeschätzt.“



**Bild 4** Bodenluftzusammensetzung im September 2002 (ohne Maßstab, aus: [U5])

### 3.8.7.2 Gasproduktion

In der Unterlage [U6] wird, ohne Erläuterung der Grundlagen der Abschätzung, davon ausgegangen, dass sich der Abbau der organischen Bestandteile im Müllkörper in der Endphase befindet und ca. 2015 abgeschlossen sein sollte.

Auf diesen Unterlagen basierende Abschätzungen zur Gasproduktion sind dem Kapitel 9 zu entnehmen.

### 3.8.7.3 Vorhandene Fassungs- und Verwertungseinrichtungen

Eine Fassung und Ableitung des anfallenden Deponiegases erfolgt derzeit nicht.

### 3.8.7.4 Gasmengenprognose

Eine Gasmengenprognose liegt nicht vor und ist mit den vorliegenden Unterlagen nur abzuschätzen. Auf diesen Unterlagen basierende Abschätzungen zu der Gasmenge sind dem Kapitel 9 zu entnehmen.

## 3.9 Bodenbedeckung und Bewuchs

Nach Abschluss der Abfallablagerung wurden die Abfälle bereichsweise mit Bodenaushub, Bauschutt und Böden abgedeckt. Die Abdeckung erfolgte jedoch nicht im Rahmen einer geplanten Rekultivierungsmaßnahme.

Die vorhandene Bodenbedeckung wird in [U5] durch 17 Rammkernsondierungen beschrieben. Sechs dieser Sondierungen liegen im westlichen Teil der Altdeponie entlang der Butzweilerstraße und werden auch in [U6] ausgewertet. In den meisten Sondierungen wurden als oberste Lage Sande, schluffige Sande und sandige Schluffe (in einem Fall als Lösslehm angesprochen) in Mächtigkeiten zwischen 0,5 und 2,6 m angetroffen. Darunter folgen in der Regel Sande und Kiese, die Bauschutt und Hausmüll enthalten. In acht Sondierungen ohne schluffhaltige Deckschicht wurden Bauschutt und hausmüllähnlicher Abfall bereits an der Geländeoberfläche bis ca. 1,0 m unter GOK angetroffen. Oberflächennah entnommene Mischproben wurden auf Schwermetalle untersucht und ergaben im Vergleich zu Hintergrundwerten aus Grünflächen in Nordrhein-Westfalen geringe Gehalte.

[U9] enthält Informationen über sechs weitere Rammkernsondierungen auf dem Nordteil der Altdeponie, bei denen maximal 0,4 m und häufig 0,2 m mächtige schwach bis mittel humose, feinsandige Oberböden mit schluffigen und tonigen Beimengungen und hohen Anteilen an Steinen und Bauschutt angetroffen wurden. Unter diesen Oberböden folgten „*Siedlungs- und Straßenbauschutt in variierenden Mischungsverhältnissen und überwiegend feinkörnige Substrate mit geringen Anteilen technogenen Substrats.*“

In der Deponieabdeckung wurden Versickerungsversuche mit einem Doppelring-Infiltrometer durchgeführt die gesättigte Wasserdurchlässigkeiten von  $k_f = 1 \times 10^{-4}$  m/s bis  $6 \times 10^{-5}$  m/s ergaben ([U9] und [U11]).

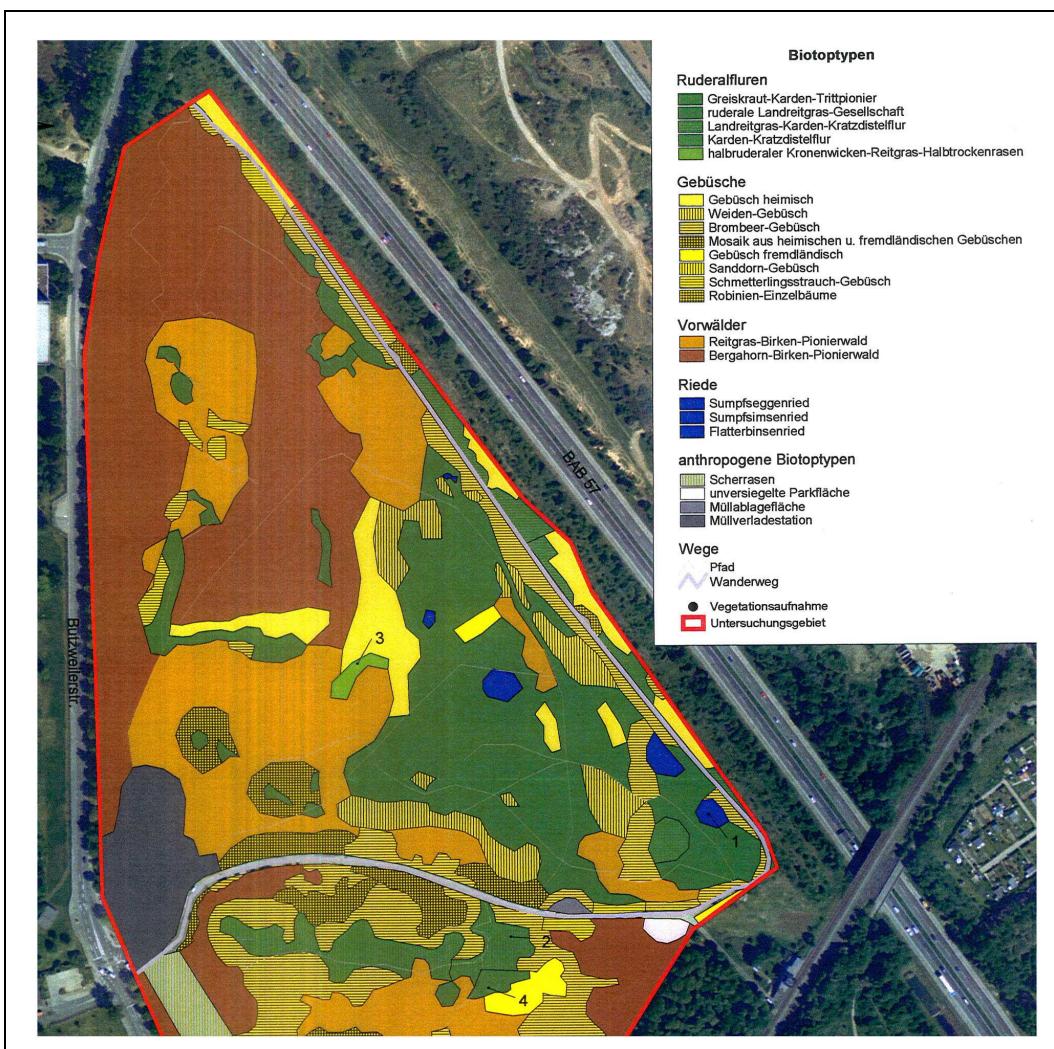
Die Oberfläche der Deponie ist mit einer Spontanvegetation bewachsen, die 2004/2005 im Rahmen der landschaftsökologischen Bestandserhebung [U7] begutachtet wurde. Dabei wurden 125 Blütenpflanzen erfasst, wobei auffallend häufig sogenannte „invasive Neophyten“ (gebietsfremde Arten) auftreten, die sich rasch ausbreiten und für die Lebensräume charakteristische heimische Arten verdrängen (z.B. Schmetterlingsstrauch, Schmalblättriges Greiskraut, Japanischer Staudenknöterich, Hunds-Rose, Robinie, Eschen-Ahorn). 32 % der Arten sind Arten der „krautigen Vegetation oft gestörter Plätze“ (typischerweise Schuttplätze

und Halden), je 21 % der Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in „Laubwäldern und verwandten Gebüschen“ und „Heiden und anthropo-zoogenen Rasen“. Die restlichen Arten sind entweder indifferent oder nehmen geringe Anteile ein.

Die Vegetation wird in [U7] in fünf Biotoptypen-Komplexe eingeteilt, deren Untereinheiten in [U7] ausführlich hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung und Standortbedingungen beschrieben werden und deren Verbreitung aus Bild 5 ersichtlich ist:

- Ruderalfluren (vor allem im Südosten der Fläche)
  - Greiskraut-Karden-Trittpionierrasen
  - Halbruderaler Kronenwicken-Reitgras-Halbtrockenrasen
  - Ruderale Land-Reitgras-Gesellschaft
  - Kratzdistelgesellschaft
  - Japan-Knöterich-Gesellschaft
- Gebüsche (vor allem entlang der östlichen und südlichen Randwälle)
  - Gebüsch heimischer Arten
  - Gebüsch fremdländischer Arten
- Fremdländische urban-industrielle Vorwälder (im Westen der Fläche)
  - Reitgras-Birken-Pionierwald
  - Bergahorn-Birken-Pionierwald
- Riede (Kleinflächen auf bodenverdichteten Senken und Mulden innerhalb der Ruderalfluren)
  - Sumpfseggenried
  - Sumpfbinsenried
  - Flatterbinsenried
- Anthropogene Biotoptypen (Abfallcenter Ossendorf im Südwesten)
  - Scherrasen
  - Wege
  - Unversiegelte Parkfläche
  - Müllablagefläche
  - Müllverladestation

Als potentielle natürliche Vegetation, die sich über mehrere Jahrhunderte am Standort entwickeln könnte, nennt [U7] auf kiesigen Böden einen Maiglöckchen-Perlgras- Buchwald und auf lehmigeren Böden einen Flattergras-Traubeneichen-Buchenwald. Allerdings „lassen sich die Aussagen zur potentiellen natürlichen Vegetation aufgrund der künstlichen, uneinheitlichen und schlecht verwitternden Böden nur bedingt auf das Untersuchungsgebiet übertragen.“



**Bild 5** Vegetationseinheiten der Altdeponie 2005 (ohne Maßstab, aus: [U7])

### 3.10 Naturschutzfachliche Bedeutung von Flora und Fauna

Aufgrund des hohen Anteils an Neophyten wird der Bewuchs der Altdeponie in [U7] hinsichtlich seiner Natürlichkeit als „*künstlich/naturfremd*“ eingestuft. Das Gebiet wird „*aus floristischer Sicht als Gebiet ohne naturschutzfachlichen Wert*“ bewertet, es wurden keine streng geschützten Pflanzenarten angetroffen. Auch aus vegetationskundlicher Sicht „*sind die untersuchten Bereiche der Altdeponie von geringer naturschutzfachlicher Bedeutung. Wertgebend sind lediglich die kleinflächigen Großseggenriede.*“ Das Großseggenried ist allerdings „*naturschutzfachlich wertvoll und ein bundes- und landesweit geschützter Biototyp nach § 30 BNatSchG und § 62 LG:*“

2007 wurde eine faunistische Kartierung der Altdeponie durchgeführt (Vögel, Fledermäuse, Amphibien, Reptilien und Libellen, siehe [U8]).

Der avifaunistisch bedeutsamste Bestandteil des Untersuchungsgebiets ist der mit Gebüschen durchzogene Offenlandbereich im Südosten der Altdeponie. Hier wurde als naturschutzfachlich bedeutsame Art der Feldschwirl angetroffen (Brutverdacht). Es wird mittelfristig davon ausgegangen, dass die durch den Feldschwirl besiedelten Offenflächen durch Sukzession immer kleiner werden und mit einem Verschwinden des Feldschwirls zu rechnen ist, auch wenn die Deponieoberfläche nicht durch den Bau einer Oberflächenabdichtung umgestaltet wird. Der Avifauna der Altdeponie Butzweilerstraße wird insgesamt „*allenfalls lokale Bedeutung*“ beigemessen [U8]. Es wird empfohlen, die bestehenden Offenlandbiotope nach dem Bau der Oberflächenabdichtung wieder neu zu schaffen, um Verbotstatbestände nach § 42 BNatSchG zu vermeiden.

Die Fledermausfauna des Untersuchungsgebiets wird als „*artenarm und ohne besondere Bedeutung*“ eingestuft. Es treten auch keine planungsrelevanten oder artenschutzrechtlich relevanten Libellen oder Reptilien auf [U8].

Mit der Kreuzkröte wurde auf dem Nordteil der Altdeponie eine in Nordrhein-Westfalen auf der Roten Liste stehende und streng geschützte Amphibienart nachgewiesen. Der Bestand umfasst rund 50 adulte Tiere, die die offenen, sonnenexponierten Ruderalfuren im Osten der Fläche besiedeln und die temporär wasserführenden Senken im Bereich der Riede zwischen April und August als Laichplätze nutzen. Den Winter überdauern die Tiere in selbst gegrabenen Höhlen. Das Kreuzkrötenvorkommen ist von „*lokaler bis regionaler Bedeutung*“. Obwohl die Kreuzkröte typischerweise Sekundärbiotope bewohnt, ist sie regional in einem ungünstigen Erhaltungszustand.

Durch den Bau der Oberflächenabdichtung werden adulte Tiere direkt gefährdet (Tötung durch Verletzung oder Verschüttung) und der bisherige Lebensraum beseitigt. Daher sind zur Sicherung der Population und zur Vermeidung von artenschutzrechtlichen Verbotstatbeständen gezielte Maßnahmen zu ergreifen, die in [U8] wie folgt beschrieben werden:

- Temporäre Entnahme bzw. Umsiedelung der Tiere während der Baumaßnahme (Umsiedelung der adulten Tiere zur Balzzeit der Kröten in den Abendstunden, Umsiedelung von Laichschnüren in Ersatzhabitaten)
- Wiederherstellung geeigneter Habitate durch die Rekultivierung und Oberflächengestaltung des Oberflächenabdichtungssystems:
  - Schaffung trocken-warmer, vegetationsarmer Offenlandbereiche mit grabbaren, sandigen Böden
  - Schaffung und Pflege vegetationsfreier, temporärer Klein(st)gewässer (ggf. mit Einbringen von Laichschnüren aus bestehenden Biotopen)

Die Kreuzkröte hat nach [U8] ein hohes Ausbreitungspotential bei der Besiedelung neuer Habitate (maximale Entfernung 3 bis 5 km), so dass bei Schaffung neuer Lebensräume in

der Laichperiode vor der Beseitigung der bestehenden Habitate eine erfolgreiche Umsiedlung erwartet wird.

[U9] fasst die Bedeutung von Flora und Fauna mit Verweis auf [U7] und [U8] wie folgt zusammen: „*Der naturschutzfachliche Wert von Flora und Vegetation ist gering. Die festgestellten und zu erwartenden Tierarten (Kreuzkröte u.a.) weisen auf einen potenziell hohen faunistischen Naturschutzwert der Deponie hin. Nach der naturschutzfachlichen Gesamtsicht ist die Deponie von lokaler bis regionaler Bedeutung.*“

### 3.11 Aktuelle Gefahrensituation

2004 wurde eine Gefährdungsabschätzung für die Altdeponie Butzweilerstraße durchgeführt [U5], die zu folgenden Einschätzungen gelangte:

- Schutzgut Mensch
  - Wirkungspfad Boden - Mensch: Keine Gefährdung
  - Wirkungspfad Bodenluft: Aufgrund der Verminderung von Methan nehmen die Gefahren durch Deponiegas deutlich ab und beschränken sich auf Bau- und Erschließungsmaßnahmen im Bereich der Deponien
  - Wirkungsgrad Boden - Pflanze: Betrachtung nicht erforderlich, da keine entsprechende Nutzung

Eine Gefährdung des Schutzgutes Mensch kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

- Schutzgut Grundwasser

Es liegt eine signifikante Qualitätsbeeinträchtigung des Grundwassers durch die Einträge aus der Deponie und weitere Einträge aus benachbarten Flächen vor.

Auch die 2008 vorgelegte Umweltfolgenabschätzung [U9] befasst sich u.a. mit der aktuellen Gefahrensituation und schreibt die 2004 durchgeführte Beschreibung der Gefahrensituation hinsichtlich Deponiegas (geringe Gefährdung) und Grundwasser fort (Überschreitung von Prüfwerten der Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung im Sickerwasser, Bewertung der Grundwasserbelastung anhand Trinkwasserverordnung, LAWA-Geringfügigkeits-schwellenwerte und Auslöseschwellen nach § 2 DepV). Die 2004 festgestellte Gefahrensituation wird weitgehend bestätigt und detailliert untermauert.

### 3.12 Aktuelle Nutzung und Infrastruktur

#### 3.12.1 Grundstück

Das Gelände ist als Teil des Erholungsgebietes Bürgerpark-Nord, nördlicher Teil des geschützten Landschaftsbestandteils „Ossendorfer Brache“ und ausgewiesenes Landschaftsschutzgebiet für die Öffentlichkeit zugänglich und wird von Spaziergängern genutzt. Hierfür

verläuft auf der Ostseite (auf der Westseite des Randwalls zur Bundesautobahn A57) ein Spazierweg. Weitere Trampelpfade verzweigen auf der Deponieoberfläche. Asphaltierte Wege und Straßen sind nicht vorhanden. Auf der Deponieoberfläche befinden sich mit Ausnahme von sechs Sickerwassermessstellen (SWM 3 bis 8) und den Grundwassermessstellen 1673, 1674 und 1676 keine baulichen Anlagen oder Betriebspunkte.

Die Grundwassermessstelle 1676 liegt außerhalb des abzudichtenden Bereiches (siehe Anlage 3.1) und ist zu erhalten. Im Zuge der weiteren Planung sind Sicherungsmaßnahmen zum Schutz dieser Messstelle im Rahmen der Bauausführung festzulegen. Die beiden weiteren Grundwassermessstellen (1673 und 1674) sind ebenfalls zu erhalten (weiteres Vorgehen hierzu siehe Kapitel 7.2).

### **3.12.2 Angrenzende Nachbargrundstücke**

Die Deponieränder werden im Osten durch einen Wall zur Bundesautobahn A 57, im Westen durch die Butzweilerstraße und die an diese angrenzenden Gewerbeblächen sowie im Süden durch einen Anliegerweg begrenzt. Südlich des Anliegerweges liegt der ca. 10 ha große Südteil der Altdeponie, der nicht zum aktuellen Bearbeitungsgebiet gehört. In der südwestlichen Ecke des Nordteils der Deponie befindet sich, ebenfalls außerhalb des Bearbeitungsgebiets, das Abfallcenter Ossendorf (alle Angaben gemäß [U1]).

Der Bereich westlich der Butzweilerstraße wird gewerblich genutzt. Nördlich an das Gewerbegebiet und westlich der Butzweilerstraße befindet sich die Deponie Töller. Östlich der BAB 57 liegt die Altdeponie Heckhofweg sowie nördlich anschließend eine privat betriebene Deponie („GVB-Deponie“). An der Südostecke des Nordteils der Altdeponie Butzweilerstraße schließen bis zum Gleiskörper der ehemaligen Köln-Frechen-Benzelrather Eisenbahn zwei kleine Grundstücke an. Das Flurstück 876/70 liegt brach. Auf dem südlich angrenzenden Grundstück 647/70 befindet sich ein ehemaliges Bahnhofsgebäude, das aktuell bewohnt wird.

### **3.12.3 Zuwegung und vorhandene Wege auf der Fläche**

Im Süden wird das Untersuchungsgebiet durch eine asphaltierte Anliegerstraße, im Westen durch die Butzweilerstraße und im Nord-Osten durch die BAB 57 eingerahmt. Eine direkte Zufahrt auf die Deponiefläche und Fahrstraßen auf der Deponie bestehen nicht.

Auf der Westseite des Lärmschutzwalls zur der BAB 57 verläuft in Richtung Südost - Nord ein befestigter gut frequentierter Spazierweg. In der Fläche selbst befinden sich unregelmäßig verteilt so genannte „Trampelpfade“. Der Zugang zu der Fläche erfolgt über den befestigten Spazierweg von Norden und Südosten sowie vereinzelt entlang von Trampelpfaden über die Randwälle.

Für die Baumaßnahme kann die Fläche für Baustellentransport über die asphaltierte Stichstraße, die vom Abfallcenter Ossendorf nach Osten zwischen Nord- und Südteil der Altdepo-

nie verläuft, erreicht werden. Aktuell ist diese Zufahrt mit einer Schranke des Abfallcenters verschlossen. Zusätzlich könnte eine Zufahrt von der Butzweilerstraße aus geschaffen werden. Aufgrund der vorhandenen Topographie auf der Altdeponie und der Zufahrten zu den westlich angrenzenden Gewerbegebäuden bietet sich hierfür in erster Linie die Nordecke der Altdeponie an. Eine weitere Möglichkeit der Erschließung bietet sich im Süd-Osten der Altdeponie an.

### 3.12.4 Oberflächenentwässerung und Vorflut

Derzeit wird auf der Altdeponie kein Oberflächenwasser gefasst. Eine Vorflut ist in der unmittelbaren Umgebung der Altdeponie nicht vorhanden. Zu den Stadtentwässerungsbetrieben Köln (STEB) wurde hinsichtlich bestehender und zukünftig möglicher Einleitpunkte für Oberflächenwasser der gedichteten Altdeponie sowie zulässiger Einleitmengen und Einleitqualitäten Kontakt aufgenommen, die fernerlich und mit [U17] wie folgt beantwortet wurde: In der Butzweilerstraße befindet sich nur eine kleine Straßenentwässerung mit geringem Querschnitt, die kein zusätzliches Wasser aufnehmen kann. Der einzige verfügbare Einleitpunkt für Oberflächenwasser in den Kanal befindet sich nach Auskunft der STEB an der Kreuzung Butzweilerstraße / Hugo-Eckener-Straße rund 600 m in südlicher Richtung von der Südwestecke des Bearbeitungsgebietes entfernt. Die Einleitstelle kann maximal 50 l/s aufnehmen. Die zulässigen Einleitqualitäten ergeben sich aus [R10].

### 3.12.5 Ziele und Randbedingungen für die zukünftige Nutzung

Eine Änderung gegenüber der aktuellen Nutzung des Grundstücks ist nicht geplant [U1]. Als Teil des regionalen Grünzuges vom Blücher Park zum Kölner Norden ist die Fläche aus Sicht der Höheren Landschaftsbehörde (HLB) hinsichtlich Erholung, Artenschutz und städtisches Klima von Bedeutung (siehe [U15]). Die HLB beschreibt das Nutzungsziel als „extensiver Park mit hohem Erlebniswert“. Die Einrichtung von Grillplätzen oder ähnliche Parknutzungen sollen vermieden werden. Gemäß der Abstimmung vom 11.06.13 zwischen der Bezirksregierung Köln, Dezernat 52 Abfallwirtschaft und der Stadt Köln, Umwelt- und Verbraucherschutzamt sind folgende Randbedingungen zu beachten:

- Der Zugang soll zunächst ausschließlich auf den Spazierweg beschränkt werden, an beiden Enden des Weges sind entsprechende Schilder aufzustellen.
- Die gepflanzten Gehölzflächen und die Methanoxidationsfenster sind mit Wildschutzzäunen zu versehen.
- Im Rahmen der Nachsorge werden jährliche Begehungen zur Inaugenscheinnahme der Fläche durchgeführt. Vor Ablauf der VOB-Gewährleistung (nach ca. vier bis fünf Jahren) soll über die weitere Nutzung und einen ggf. notwendigen Rückbau der Schutzvorrichtungen entschieden werden.

Der Bewuchs soll eine Mischung von Gehölzen und offenen Grünflächen aufweisen. Arten- schutzrechtlich relevante Arten sollen am Standort erhalten werden. Diesem Ziel soll auch die Schaffung von flachen, im Jahresverlauf zeitweise an der Oberfläche vernässten Senken auf der Deponieoberfläche dienen.

## 4 Zusammenfassung der Planungsabsichten im Ergebnis der Vor- planung

Als Ergebnis der Vorplanung wurden nachstehende Maßnahmen für die Oberflächenabdich- tung und Stilllegung des Nordteils der Altdeponie Butzweiler Straße vorgeschlagen und mit den zuständigen Behörden einvernehmlich abgestimmt (siehe Protokolle Anlage 19):

- Die Oberfläche des Altdeponiekörpers wird unter Berücksichtigung der Grundsätze „Minimierung der Auftragsmassen“ und „Minimierung der Eingriffe in den Abfallkörper“ in Anlehnung an die vorhandene Kubatur mit einem nach innen gerichteten Gefälle hergestellt. Im Norden wird die vorhandene Mulde als Rückhalteteich genutzt. Von Süd-Ost nach Nord-West verlaufen zwei Ablaufmulden (Tiefpunkte). Als Wasserscheide zwischen den beiden Ablaufmulden dient ein Höhenrücken, der vom südlichen Rand mit einem Gefälle von ca. 3 % in Richtung Norden in die Fläche hinein- ragt. In der Fläche liegende Böschungen weisen ein Mindestgefälle von rund 4 % auf. Die vorhandenen Randwälle (Hochpunkte) werden weitestgehend in das Stillle- gungskonzept integriert.
- Für den Altdeponiekörper werden zwei Versickerungsbereiche außerhalb der Ablage- rung angelegt: Eine Versickerung im Norden (Kombination aus Flächenversickerung und drei Versickerungsbrunnen) und eine Versickerung im Südosten (Flächenversi- ckerung). Das durch die belebte Bodenzone des Oberflächenabdichtungssystems in der flächig angeordneten Dränagematte gesickerte Dränagewasser fließt direkt von den Böschungen in den Rückhalteteich oder wird in eine der zwei Ablaufmulden ab- geleitet, die in den Rückhalteteich und in das Versickerungsbecken im Norden oder in das Versickerungsbecken im Südosten führen.
- Die Oberflächenabdichtung besteht aus den Komponenten Bewuchs, Rekultivie- rungsschicht, Entwässerungssystem, Abdichtung und Auflager. Als Entwässerungs- system wird flächig eine Kunststoff-Dränmatte und als Abdichtung eine Kunststoff- dichtungsbahn (KDB) mit BAM-Zulassung vorgeschlagen. Unter Bezugnahme auf die planungsrelevanten unterschiedlichen Bewuchs- und Gestaltungsformen an der Oberfläche ist für die Oberflächenabdichtung der jeweiligen Bereiche zusätzlich fol- gendes charakteristisch:
  - Die Flächen mit dem landschaftsgestalterischen Ziel eines offenen Ruderal- bewuchses (Freiflächen in zentralen Bereichen) werden mit einer sandigen Rekultivierungsschicht ( $d \geq 1,0$  m aus 0,3 m sandigem Oberboden über 0,7 m

sandigem Unterboden, nutzbare Feldkapazität Gesamtprofil  $nFK \geq 100$  mm) geplant. Durch die nur gering wasserspeichernde Rekultivierungsschicht wird die KDB in ihrer Dichtwirkung und Beständigkeit nicht nachteilig beeinträchtigt.

- Die Gehölzflächen werden mit einer optimierten Rekultivierungsschicht ( $d \geq 1,5$  m aus 0,3 m humosem Oberboden über 0,7 m lehmigem Unterboden über 0,5 m sandigem Unterboden; nutzbare Feldkapazität Gesamtprofil  $nFK \geq 180$  mm) geplant, da ihre Dichtung (KDB) anders als die mineralischen Dichtungen nachweislich gegen Austrocknung und Durchwurzelung auch unter Gehölzbeständen beständig ist.
- Für die Abdichtung des Rückhalteteichs wird ein System mit zwei redundanten Dichtungen unter einer 1,0 m mächtigen Grobsandschicht vorgesehen. Der Grobsand dient der Ballastierung und dem Schutz der KDB vor mechanischen Einwirkungen (z.B. bei Eisgang). Es handelt sich um eine zuverlässig dichte, beständige und herstellbare Lösung, bestehend aus der KDB sowie einer zusätzlichen mineralischen Dichtungskomponente (Trisoplast).
- Nach dem Stand der Unterlagen ist keine aktive Gasfassung für die Altdeponie Butzweilerstraße nötig. Die angestrebte passive Entgasung des Altdeponiekörpers erfolgt in den Randbereichen (Randwall und anschließende Böschungsbereiche) über ein System aus abgestimmten Ober- und Unterböden und ist gekennzeichnet durch:
  - eine Gasverteilungsschicht im Unterboden
  - eine ausreichende Rekultivierungsschichtfläche und -mächtigkeit zur Methanoxidation

Die betroffenen Randbereiche werden durch geeignete Maßnahmen in ihrer Zugänglichkeit zum Schutz der Allgemeinheit eingeschränkt.

- Der vorhandene Spazierweg wird in ähnlicher Lage wieder hergestellt, um langfristig eine in Nord-Südrichtung verlaufende Achse für Spaziergänger und Radfahrer vorzuhalten. Freizeit-, Grill- oder Liegeplätze sind gemäß der Planungsvorgaben nicht vorgesehen. Die Zugänglichkeit für die Öffentlichkeit in die Fläche hinein wird durch geeignete Bepflanzung begrenzt bzw. erschwert. Bis zu einer ausreichenden Entwicklung des Bewuchses können temporäre Schutzzäune zumindest für Teilflächen erforderlich sein. Mittel- und langfristig wird jedoch angestrebt, auf Zäune vollständig zu verzichten. Weitere Angaben siehe Abschnitt 3.12.5.
- Aufgrund der großen Fläche von ca. 15 ha und unter Berücksichtigung der o.g. Planungsmerkmale ergibt sich für den Bauablauf eine Gliederung in drei Bauabschnitte (BA) und ein erforderlicher Ausführungszeitraum von ca. 3 Jahren. Aus naturschutzfachlicher Sicht ist in den Bauabläufen u.a. zu beachten, dass Lebensräume, die für die Umsiedelung von Arten (z.B. Kreuzkröte) am Standort benötigt werden, zunächst

geschaffen werden müssen, bevor die vorhandenen Lebensräume dieser Arten in den folgenden Bauabschnitten überbaut werden.

## 5 Zusätzliche Erkundungen

### 5.1 Leitungsanfrage

Am 10.12.2010 wurde eine umfangreiche Leitungsanfrage gestellt. Diese ergab die möglichen Berührungs punkte mit der Planung. In der Anlage 2.1 sind diese mit roten Kreisen markiert und in Detaillageplänen dargestellt. Es handelt sich um den Bereich der nördlichen Baustellenzufahrt, den Bereich der Versickerung Süd (mit südlicher Baustellenzufahrt) sowie den Anschlussbereich an der Grenze zum Abfallcenter Ossendorf (Randwall Süd-West).

- Leitungen im nördlichen Zufahrtsbereich (siehe Detaillageplan 1, Anlage 2.1):
  - Keine Umlegung von Leitungen erforderlich
  - Querung der Leitungen durch Baustellenzufahrt zwischen geplanter Versickerung Nord und geplantem Rückhalteteich, markiert durch grauen Pfeil
  - Sicherung gegen Schäden bei Überfahrung ggf. durch Nutzung von Lastverteilungsplatten
- Leitungen im Bereich der Versickerung Süd (siehe Detaillageplan 2, Anlage 2.1)
  - Umlegung mehrerer Leitungstrassen notwendig
  - Querung der Leitungen durch Baustellenzufahrt, markiert durch grauen Pfeil
  - Sicherung gegen Schäden bei Überfahrung ggf. durch Nutzung von Lastverteilungsplatten
- Bereich des Abfallcenters Ossendorf (siehe Detaillageplan 3, Anlage 2.1)
  - Kein Umlegen von Leitungen notwendig
  - Berücksichtigung von bestehenden Einrichtungen bei Aufbringen des neuen Randwalls
- Bei den Leitungen handelt es sich um Strom-, Telekommunikations- und Glasfaser- sowie Wasserleitungen
- Im Zuge der weiteren Planungen ist die Umlegung der Leitungen zu konkretisieren und auf die geplante Baumaßnahme bzw. den Baubetrieb und damit einhergehende notwendige Eingriffe und Beeinträchtigungen abzustimmen

Die jeweils der Altdeponie angewandten Randbereiche der Lärm- und Sichtschutzwälle zur Butzweilerstraße, zum Anliegerweg im Süden sowie zur BAB 57 weisen teilweise Leitungsbestände auf, sind jedoch von der vorliegenden Baumaßnahme nicht betroffen, da diese Bereiche im Bestand erhalten bleiben.

## 5.2 Vermessung

Die bisher vorliegenden, aus Überfliegungen stammenden Vermessungsdaten wurden Anfang 2011 in den Randbereichen des Untersuchungsgebietes sowie entlang zweier Kontrollachsen (Achsen West-Ost und Nord-Süd in Anlage 2) durch eine terrestrische Vermessung überprüft

Die neu gewonnenen Vermessungsdaten in der Fläche zeigen im Mittel eine Abweichung nach unten von ca. 0,30 m im Vergleich zu den Daten aus der Überfliegung des Jahres 2007. Die Abweichungen sind vermutlich weniger auf Setzungen als vielmehr auf Messungsgenauigkeiten der Überfliegungsdaten zurückzuführen. Die flächig im Raster von 2,0 m x 2,0 m vorliegenden Vermessungsdaten der Überfliegung 2007 wurden für die weitere Planung einheitlich um 0,30 m herabgesetzt. In den Randbereichen wurde der neu vermessene Bestand als Grundlage für die weitere Planung festgelegt.

## 5.3 Untergrundaufbau

### 5.3.1 Sichtung von Unterlagen

Auf Basis der Erkenntnisse aus der Vorplanung wurden im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung folgende weitere Unterlagen zum Untergrundaufbau gesichtet und deren relevante Inhalte in die Planung integriert:

- Geotechnische Gutachten im Bereich der Butzweiler Straße [U19], [U20] und [U21]
- Zusatz zu o.g. geotechnischen Gutachten hinsichtlich Sickerwasserbetrachtungen im Randbereich der Butzweilerstraße [U22]

### 5.3.2 Rammkernsondierungen und Durchlässigkeitsversuche

Zur Entwicklung der Entwurfslösung wurden folgende zusätzlichen Untersuchungen zum Untergrundaufbau durchgeführt:

- 16 Bohrungen zur Erkundung der nördlichen Abfallgrenze im Umfeld der geplanten Versickerung Nord [U23] (siehe Anlage 3.1):
  - RKS T1 und RKS T3
  - RKS 2, 3, 5, 6
  - SB K, L, M
  - RKS a bis g
- Drei Sickerversuche in den Bohrungen SB K, L und M im Umfeld der geplanten Versickerung Nord [U23] (siehe Anlage 3.1)
- Drei Bohrungen (RKS T4, T5 und T6) zur Untersuchung des Untergrundes im Bereich der Versickerung Süd [U26] (siehe Anlage 3.1)

- Sechs Durchlässigkeitsversuche nach DIN 18130 an Laborproben aus Bohrungen in den Bereichen der Versickerungen Nord (T1, T3 und RKS 3) und Süd (T4, T5 und T6) [U27]

Die Untergrunderkundungen ergaben folgende Ergebnisse:

- Unterhalb +44,0 mNN wurden im Bereich der neu geplanten Versickerung Nord (siehe Anlage 6.1) flächig gewachsene Böden angetroffen. Der Untergrund wird in diesem Bereich zur Herstellung der Versickerung Nord bis auf unter +44,0 mNN ausgehoben, so dass die Versickerung über gewachsene Böden und die sich einstellende belebte Bodenzone erfolgt. Die Sickerversuche in den Bohrungen ergaben Wasserdurchlässigkeiten zwischen  $k = 1$  bis  $5 \times 10^{-4}$  m/s.
- Die Erkundungsbohrungen und Laborversuche im Bereich der Versickerung Süd zeigten ebenfalls günstige Voraussetzungen für die geplante Versickerung (Wasserdurchlässigkeiten zwischen  $k = 0,8$  bis  $1,6 \times 10^{-4}$  m/s).
- Definition einer neuen und genaueren „vermutlichen Ablagerungsgrenze“.
- Nördlich der in den Anlagen dargestellten vermutlichen Ablagerungsgrenze (siehe Abschnitt 5.4) wurden keine hausmüllhaltigen Böden angetroffen.
- Südlich der o.g. Grenzlinie wurden in den Altunterlagen entweder hausmüllhaltige Böden angetroffen oder die Erkundungen lassen den Verdacht eines Vorkommens hausmüllhaltiger Böden zu.
- Im Bereich zwischen der Versickerung Nord und der vermutlichen Ablagerungsgrenze (siehe Abschnitt 5.4) wurden aufgefüllte Böden (bindig und rollig) ohne hausmüllhaltige Beimengungen angetroffen.
- Es ergibt sich eine Verlagerung der bisher angenommenen nördlichen Abfallgrenze nach Süden sowie eine Vergrößerung der Versickerungsfläche der Versickerung Nord.

Weitere Ausführungen sind dem folgenden Abschnitt zu entnehmen.

#### 5.4 Ablagerungsgrenze und abgedichteter Bereich

Die in Abschnitt 3.8.2 dargestellte Ablagerungsgrenze weist aufgrund der vorliegenden deponiehistorischen Unterlagen einen verhältnismäßig geringen Genauigkeitsgrad auf. Aus diesem Grunde wurde die Ablagerungsgrenze weiter untersucht und eine sog. „vermutliche Ablagerungsgrenze“ definiert (siehe Abschnitt 5.3). Diese vermutliche Ablagerungsgrenze und die angrenzenden Bereiche werden in sechs Abschnitte I bis VI eingeteilt (siehe Anlagen 2.2 und 4.3) und weisen folgende Charakteristika auf:

**Tabelle 1** Vermutliche Ablagerungsgrenze, Charakteristika der Abschnitte I bis VI

Abschnitt	Charakteristika
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nahezu geradlinige Ablagerungsgrenze mit einer Länge von ca. 310 m entlang der Butzweilerstraße</li> <li>• Ablagerungsgrenze verläuft unterhalb des stark bewachsenen Lärm- und Sichtschutzwalls</li> <li>• Ablagerungsgrenze entspricht alten Grubenrändern bzw. wurde aus Bohrungen in der Nähe des deponieseitigen Böschungsfußes des Lärm- und Sichtschutzwalls interpoliert</li> <li>• In den nicht abgedichteten Bereichen ist schwerpunktmäßig von Boden- und Bauschuttablagerungen auszugehen, die nach dem eigentlichen Deponiebetrieb in den Wällen abgelagert wurden</li> <li>• Erhalt des Wallkörpers in seiner Struktur und Funktion sowie des straßenseitigen Bewuchses</li> <li>• Rodung des Bewuchses auf den deponieseitigen Böschungen des Lärm- und Sichtschutzwalls zur Anbindung der Oberflächenabdichtung</li> </ul>
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwungene Ablagerungsgrenze mit einer Länge von ca. 160 m</li> <li>• Neue Trennlinie der Ablagerung von Bereichen ohne Hausmüll oder hausmüllähnlichen Beimengungen</li> <li>• Bereich wird vollständig durch die Baumaßnahme erfasst (Rodung, Abdichtung etc.)</li> </ul>
III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nahezu geradlinige Ablagerungsgrenze mit einer Länge von ca. 550 m entlang der Bundesautobahn A 57</li> <li>• Ablagerungsgrenze verläuft unterhalb des stark bewachsenen Lärm- und Sichtschutzwalls</li> <li>• Ablagerungsgrenze entspricht alten Grubenrändern bzw. wurde aus Bohrungen in der Nähe des deponieseitigen Böschungsfußes des Lärm- und Sichtschutzwalls interpoliert</li> <li>• Erhalt des Wallkörpers in seiner Struktur und Funktion sowie des straßenseitigen Bewuchses und des Bewuchses im Kronenbereich beidseitig</li> <li>• Rodung des Bewuchses auf den unteren deponieseitigen Böschungen des Lärm- und Sichtschutzwalls zur Anbindung der Oberflächenabdichtung</li> </ul>
IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parabelförmige Ablagerungsgrenze mit einer Länge von ca. 135 m</li> <li>• Ablagerungsgrenze entspricht alten Grubenrändern</li> <li>• Bereich wird vollständig durch die Baumaßnahme erfasst (Rodung, Abdichtung etc.)</li> </ul>

<b>V</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nahezu geradlinige Ablagerungsgrenze mit einer Länge von ca. 260 m entlang des südlich der Altdeponie gelegenen Anliegerwegs</li> <li>• Ablagerungsgrenze verläuft am deponieseitigen Böschungsfuß des stark bewachsenen Lärm- und Sichtschutzwalls</li> <li>• Ablagerungsgrenze entspricht alten Grubenrändern (der Wallkörper ist bereits auf den ersten Luftbildern vorhanden und war nicht Teil der Ablagerung)</li> <li>• Erhalt des Wallkörpers in seiner Struktur und Funktion sowie des straßenseitigen Bewuchses</li> <li>• Rodung des Bewuchses auf den deponieseitigen Böschungen des Lärm- und Sichtschutzwalls und im Kronenbereich zur Anbindung der Oberflächenabdichtung</li> </ul>
<b>VI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Winkelige Ablagerungsgrenze auf einer Länge von ca. 100 m</li> <li>• Trennung des Abfallcenters Ossendorf von der Altdeponie entlang der bestehenden Grundstücksgrenzen und Wallstrukturen</li> <li>• Ablagerungsgrenze gibt nicht den tatsächlichen Verlauf der Ablagerung wieder, sondern trennt die durch die Nutzung als Abfallcenter überbauten Flächen von den für die Stilllegung zugänglichen Flächen ab</li> <li>• Aufschüttung einer neuen Wallstruktur zur Gewährleistung der höhengerechten Randanbindung der Oberflächenabdichtung und Verbindung der Randwälle der Abschnitte I und V</li> </ul>

In den Abschnitten II, IV und V wird die vermutliche Ablagerungsgrenze vollständig mit der Kunststoffdichtungsbahn überdeckt (siehe Anlage 4.3) und der Altdeponiekörper vollständig abgedichtet.

Der mit der Kunststoffdichtungsbahn abgedichtete Ablagerungsbereich umfasst ca. 121.000 m<sup>2</sup>. Die gesamte Ablagerungsfläche weist eine Fläche von 125.850 m<sup>2</sup> auf. Die verbleibenden 4.850 m<sup>2</sup> (ca. 4 %) nicht mit Kunststoffdichtungsbahn abgedichteten Bereiche befinden sich in den Abschnitten I, III und VI unterhalb der bestehenden Lärm- und Sichtschutzwälle bzw. ergeben sich aus der Notwendigkeit der Abtrennung des Abfallcenters Ossendorf.

Im Abschnitt III wird eine Abdichtung bis zum Randwall entlang der BAB 57 verfolgt. Die randliche Methanoxidation erfolgt bei dieser Lösung über ein Methanoxidationsfenster, zu dem das Methan über Rohrdurchlässe in der Kunststoffdichtungsbahn zuströmen kann. Die seitliche Ausbreitung von Methan in der gasgängigen Ausgleichsschicht wird durch eine tonhaltige Gassperre verhindert. Die Kunststoffdichtungsbahn wird über den Fußpunkt des Lärm- und Sichtschutzwalles hinausgeführt und aufgelegt. Oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn verläuft die Dränmatte (siehe Anlage 9.2, Detailschnitte 7 bis 10).

Die Untersuchung des Randwalls entlang der Butzweilerstraße (Abschnitt I) im Rahmen der Ausführungsplanung führt nach derzeitigem Kenntnisstand aller Voraussicht nach zu einer Verlagerung der Ablagerungsgrenze zur Deponie hin, da die bisher durchgeföhrten Bohrungen in diesem Bereich wesentlich Bauschutt und Bodenablagerungen aufwiesen und nahezu kein Hausmüll enthielten.

Die Anbindung der neuen Oberflächenabdichtung an die im Bereich des Abfallcenters verlegte Kunststoffdichtungsbahn soll im Zuge der Ausführungsplanung präzisiert werden (Abschnitt VI).

## 5.5 Standsicherheitsberechnungen

Auf Basis der Bohrprofile der Unterlagen [U19], [U20], [U21] und [U22] sowie der geplanten Böschungsgestaltung im nördlichen Bereich wurden Standsicherheitsberechnungen (siehe Anlage 20) für die Butzweiler Straße durchgeführt. Die Berechnungen zeigen keine Gefährdung der Standsicherheit der Butzweilerstraße im Zuge der Oberflächenabdichtung der Altdeponie.

# 6 Randbedingungen zur technischen Planung

Die Grundlagenermittlung und die Vorplanung sowie die Abstimmung mit den zuständigen Behörden ergaben folgende Randbedingungen für die technische Planung:

- Das Oberflächenabdichtungssystem dient dem Grundwasserschutz und soll technisch dicht sein. Für den Aufbau des Oberflächenabdichtungssystems bestehen außer der Anforderung „technisch dicht“ keine abfallrechtlichen Vorgaben. Der Aufbau soll sich jedoch an den Anforderungen orientieren, die im Abfallrecht an die Oberflächenabdichtung von Deponien der Klasse I gestellt werden.
- Die Deponie Butzweilerstraße ist keine klassische Hügeldeponie. Es handelt sich um eine verfüllte Kiesgrube, die eine ebene bis schwach nach innen geneigte Oberfläche mit einer zentralen Mulde aufweist. Der Einsatz von Profilierungsmaterial unter der Abdichtung soll möglichst minimiert werden. Die Böschungsneigungen werden nach der Umprofilierung gering und hinsichtlich der Standsicherheit des neuen Oberflächenabdichtungssystems unkritisch sein. Eine technisch anmutende, hügelförmige Topographie der Oberfläche (eine sogenannte Hügeldeponie) mit einem zentralen Hochpunkt und einer Entwässerung nach außen ist seitens der Landschaftsbehörden unerwünscht und widerspricht dem Grundsatz der „Minimierung der Profilierungsmassen“ (nach [U9] wären für eine Umprofilierung des hier betrachteten Nordteils der Altdeponie zu einer Hügeldeponie 440.000 m<sup>3</sup> Profilierungsmassen erforderlich).
- Eingriffe in den Abfallkörper sind zu minimieren, um eventuelle Entsorgungskosten und ein aufwändiges Arbeitsschutz- und Sicherheitsprogramm für die Durchführung solcher Eingriffe in kontaminierte Bereiche zu vermeiden.
- Die Altdeponie verfügt über keine nahe gelegene Vorflut. Der nächste Einleitpunkt für das oberhalb der Abdichtung anfallende Oberflächenwasser in das öffentliche Kanalnetz liegt weit entfernt und wäre nur mit erheblichem Investitions- und dauerhaftem Betriebsaufwand für Pumpen, Rohrleitungen, Schächte und Sonderbauwerke an Kreuzungspunkten erreichbar. Die Menge an anfallendem Oberflächenwasser soll

daher durch Verdunstung und Wasserrückhaltung möglichst reduziert, vergleichmäßigt und außerhalb der Abfallablagerung in die ungesättigte Bodenzone in Richtung Grundwasser versickert werden. Die Reduzierung und Vergleichmäßigung des Aufkommens an Oberflächenwasser kann in Abstimmung mit den landschaftsgestalterischen Zielen (siehe unten) zumindest auf Teilstücken durch eine Maximierung der Verdunstung der begrünten Oberfläche des neuen Abdichtungssystems erreicht werden (Einsatz einer wasserspeichernden Rekultivierungsschicht mit hoher nutzbarer Feldkapazität im gesamten Wurzelraum und eines stark wasserverbrauchenden Bewuchses aus Gehölzen mit einem gewissen Anteil immergrüner Arten). Das Oberflächenwasser soll in einem Rückhalteteich zurückgehalten und im Norden und Süden des Bearbeitungsgebiets außerhalb der Abfallablagerung versickert werden (siehe Kapitel 9, Entwässerung).

- Die Maßnahme dient neben dem Grundwasserschutz auch der Landschaftsgestaltung, wobei auch die Belange des Artenschutzes zu berücksichtigen sind:
  - Die Fläche soll als Teil des regionalen Grünzuges vom Blücher Park zum Kölner Norden (geschützter Landschaftsbestandteil „Ossendorfer Brache“) als „extensiver Park mit hohem Erlebniswert“ genutzt werden, der Gehölze und offene Ruderalfächen aufweisen soll. Intensive Nutzungen wie Grillplätze oder ähnliches sollen vermieden werden.
  - Artenschutzrechtlich relevant sind die am Standort vorhandenen Populationen von Kreuzkröte und Feldschwirl, für die auch auf der neuen Oberflächenabdichtung geeignete Lebensräume geschaffen werden sollen (Offenbereiche mit sandigen Böden und temporär wasserführende Senken). Wenn der Erhalt der Populationen am Standort nicht möglich ist, ist Ausgleich zu schaffen, wobei die Schaffung von Biotopen im Rahmen der Maßnahme dabei angerechnet werden kann.
- Das Untersuchungsgebiet weist ein vorhandenes Längsgefälle von Süd-Ost nach Nord-West mit einem Tiefpunkt im Norden auf und wird durch stark bewachsene Randwälle im Nord-Osten (zur BAB 57), Westen (zur Butzweilerstraße) und Süden eingerahmt. Die Oberfläche ist stark unregelmäßig und weist keine einheitliche Strukturierung in Böschungen und ebene Flächen auf, durchgeführte Untergrunderkundungen zeigen unterschiedlich mächtige Ober- und Auffüllungsböden oberhalb des Abfallkörpers.
- Die Vorgaben aus der Entwässerungsplanung sind in der Kubaturplanung umzusetzen. Zur Sicherung der Entwässerung in der gesamten Fläche ist ein Mindestgefälle der Böschungen erforderlich. Plateaus sollen vermieden werden. Bei Hügeldeponien verursachen die Setzungen des Deponiekörpers und des Untergrundes nach erfolgter Herstellung der Oberflächenabdichtung üblicherweise einen Rückgang des nach

außen gerichteten Gefälles der Entwässerungsschicht, so dass diese mit einer ausreichenden Reserve und einem Mindestgefälle von 5 % hergestellt werden soll. Da die ehemalige Kiesgrube der Altdeponie Butzweilerstraße eine nach innen geneigte Entwässerung erhalten soll und die Setzungen nach Aufbringen der Oberflächenabdichtung aufgrund der vorhandenen Abfallmächtigkeiten eher zu einer Zunahme als zu einer Abnahme des Gefälles des Entwässerungssystems führen, ist ein Mindestgefälle des Entwässerungssystems auf den Böschungen von 3 % bis 4 % ausreichend.

- Da Kiesgruben in der Regel sehr steile Flanken oder Uferböschungen aufweisen und die Mächtigkeit der Abfallablagerung in der ehemaligen Kiesgrube der Butzweilerstraße erheblich ist, ist zu vermuten, dass im Übergangsbereich der verfüllten Kiesgrube zum gewachsenen Untergrund der Umgebung Setzungsdifferenzen auftreten werden, die mit der Höhe der Überschüttung bei der Profilierung der Fläche zunehmen. Bei der Umprofilierung der Deponieoberfläche zu einer Hügeldeponie und einer damit einhergehenden randlich umlaufenden Wasserfassung, würde diese Wasserfassung ausgerechnet in dem hinsichtlich der Setzungen empfindlichsten Randbereich liegen. Auch dieser Aspekt spricht gegen eine Umprofilierung in eine Hügeldeponie (siehe Kapitel 8, Kubaturplanung).
- Für die Versickerung des Oberflächenwassers stehen im Norden der Deponie (ca. 900 m<sup>2</sup>) und im Südosten (ca. 1.200 m<sup>2</sup>) ausreichend Versickerungsfläche zur Verfügung. Im Nordwesten der Deponieoberfläche befindet sich eine Mulde, die zu einem Rückhalteteich umgestaltet werden kann. Eine auf ggf. zeitweise vernässende Mulden und einen zentralen Rückhalteteich ausgerichtete Oberflächenentwässerung bietet eine gute Voraussetzung zur erfolgreichen Umsetzung der naturschutzfachlichen und landschaftsgestalterischen Ziele.

## 7 Oberflächenabdichtung

### 7.1 Teilflächenspezifische Oberflächenabdichtungssysteme

Die abzudichtende Fläche wird in Abhängigkeit von Relief, Begrünungsziel und Entwässerung in Teilbereiche untergliedert, die insgesamt vier technisch differenzierte Oberflächenabdichtungssysteme (OAD) erhalten. Anlage 4.1 zeigt den Schichtaufbau, Anlage 4.2 die räumliche Anordnung der vier Systeme. Alle Oberflächenabdichtungssysteme (OAD) erhalten als Abdichtungskomponente eine Kunststoffdichtungsbahn. Die Bereiche, die mit Gehölzen bepflanzt werden sollen (Nordbereich sowie die Randbereiche der Deponie), erhalten ein OAD mit einer Rekultivierungsschicht, die mit einem höheren Wasserspeichervermögen ausgestattet wird als das OAD der zentral und südlich gelegenen offenen Ruderalflächen. Der zentrale Rückhalteteich erhält unter der KDB eine zusätzliche mineralische Dichtung. Das

OAD der beiden Ablaufmulden soll Laichbiotope der Kreuzkröte beheimaten und weist zu- dem ein leistungsfähigeres Entwässerungssystem auf der KDB auf.

Der technische Aufbau der einzelnen Systeme wird in den folgenden Kapiteln im Detail erläutert. Weitere Ausführungen zu den durchgeführten Variantenbetrachtungen und den rechtlichen Grundlagen der geplanten Oberflächenabdichtung sind [U15], [U16], [U18] und [U25] zu entnehmen.

### 7.1.1 Abdichtungssystem für offene Ruderalfächen in zentralen Bereichen

Das Abdichtungssystem für die offenen Ruderalfächen in den zentralen Bereichen ist durch folgenden Schichtaufbau und zugehörige Schichtmächtigkeiten von oben nach unten gekennzeichnet (Systemschnitt sowie flächige Verteilung siehe Anlage 4):

- Rekultivierungsschicht, sandig und mager, nFK ca. 100 mm, bestehend aus:
  - Oberboden, sandig,  $d \geq 0,3$  m
  - Unterboden, sandig,  $d \geq 0,7$  m
- Kunststoffdränmatte mit Zulassung der BAM
- Kunststoffdichtungsbahn (KDB,  $d = 2,5$  mm) mit Zulassung der BAM
- Ausgleichsschicht, gasgängig,  $d \geq 0,3$  m

### 7.1.2 Abdichtungssystem der Gehölzflächen

Das Abdichtungssystem für die Gehölzflächen ist durch folgenden Schichtaufbau und zugehörige Schichtmächtigkeiten von oben nach unten gekennzeichnet (Systemschnitt sowie flächige Verteilung siehe Anlage 4):

- Rekultivierungsschicht, optimiert für Gehölze,  $nFK \geq 180$  mm, bestehend aus:
  - Oberboden, humos,  $d \geq 0,3$  m
  - Unterboden, lehmig,  $d \geq 0,7$  m
  - Unterboden, sandig,  $d \geq 0,5$  m
- Kunststoffdränmatte mit Zulassung der BAM
- Kunststoffdichtungsbahn (KDB,  $d = 2,5$  mm) mit Zulassung der BAM
- Ausgleichsschicht, gasgängig,  $d \geq 0,3$  m

### 7.1.3 Abdichtungssystem des Rückhalteteichs

Das Abdichtungssystem im Bereich des Rückhalteteichs ist durch folgenden Schichtaufbau und zugehörige Schichtmächtigkeiten von oben nach unten gekennzeichnet (Systemschnitt sowie flächige Verteilung siehe Anlage 4):

- Deckschicht, aus Grobsand,  $d \geq 1,0$  m

- Kunststoffdichtungsbahn (KDB,  $d = 2,5$  mm) mit Zulassung der BAM
- Mineralische Abdichtungskomponente TRISOPLAST mit Eignungsbeurteilung der LAGA,  $d \geq 0,08$  m
- Dichtungsauflager,  $d \geq 0,2$  m
- Ausgleichsschicht, gasgängig,  $d \geq 0,3$  m

#### 7.1.4 Abdichtungssystem der Ablaufmulden

Das Abdichtungssystem im Bereich der Ablaufmulden ist durch folgenden Schichtaufbau und zugehörige Schichtmächtigkeiten von oben nach unten gekennzeichnet (Systemschnitt sowie flächige Verteilung siehe Anlage 4):

- Unterboden, lehmig,  $d \geq 0,7$  m
- Trenn- und Filtervlies mit BAM-Zulassung
- Kies, Durchlässigkeit  $k_f \geq 5 \times 10^{-3}$  m/s,  $d \geq 0,7$  m
- Kunststoffdränmatte mit Zulassung der BAM
- Kunststoffdichtungsbahn (KDB,  $d = 2,5$  mm) mit Zulassung der BAM
- Ausgleichsschicht, gasgängig,  $d \geq 0,3$  m

#### 7.1.5 Anforderungen an die Rekultivierungsschichten

An die Rekultivierungsschichten (sandige Rekultivierungsschicht der Ruderalflächen, optimierte Rekultivierungsschicht der Gehölzflächen) werden folgende Anforderungen gestellt:

- Die Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht sowie die zugehörige nutzbare Feldkapazität ( $nFK$ ) bezogen auf ihre Gesamtdicke nach Einbau müssen eingehalten werden (siehe Abschnitte 7.1.1 und 7.1.2).
- Um die in den vorigen Abschnitten angegebenen Mächtigkeiten einzuhalten wird der Rekultivierungsboden mit 0,2 m Sackungs- und Setzungsreserve eingebaut. Wenn der AN Böden und Einbautechniken wählt, die größere Sackungen oder Setzungen als 0,2 m zur Folge haben, ist die Sackungs- und Setzungsreserve durch den AN entsprechend zu erhöhen.
- Die maximal zulässigen Zuordnungswerte von Feststoff und Eluat nach DepV (2009) Anhang 3 für Rekultivierungsböden sind einzuhalten.
- Die oberen 30 cm sollen humos sein (Verwendung von Oberboden oder Einarbeitung organischer Bodenverbesserungsstoffe gem. DIN 18915).
- Die Rekultivierungsschicht muss in sich und zu den angrenzenden Schichten standsicher und erosionsbeständig sein.

- Das Trenn- und Filtervlies zwischen Rekultivierungsschicht und Entwässerungsschicht ist auf den vom AN gewählten Boden abzustimmen und muss die Kornverlagerung in die Entwässerungsschicht verhindern.
- Bezüglich des Wasserhaushaltes müssen Bodenart, Konsistenz und Einbautechnik so gewählt und aufeinander abgestimmt werden, dass auftretende Niederschläge genügend schnell in den Boden infiltrieren, keine Stauschichten im Rekultivierungsbo den auftreten und die Dränspende an die Entwässerungsschicht abgepuffert wird. Der Bewuchs muss ausreichend mit Wasser und Luft versorgt werden.

Dazu werden für die sandige Rekultivierungsschicht der Ruderalfächen folgende Zielvorgaben festgeschrieben:

- Luftkapazität LK  $\geq 8$  Vol.-% (kontinuierlich)
- gesättigte Wasserdurchlässigkeit  $k_f \geq 5 \times 10^{-5}$  m/s
- nutzbare Feldkapazität nFK ca. 100 mm

Für die optimierte Rekultivierungsschicht der Gehölzflächen gelten folgende Zielvorgaben:

- Luftkapazität LK  $\geq 8$  Vol.-% (kontinuierlich)
- gesättigte Wasserdurchlässigkeit  $k_f \geq 5 \times 10^{-7}$  m/s
- nutzbare Feldkapazität nFK  $\geq 180$  mm

### 7.1.6 Anforderungen an die Methanoxidationsschicht (MOS) – Unterboden

In der Methanoxidationsschicht (MOS) findet im Vermischungsbereich von Deponiegas und atmosphärischer Luft die Umsetzung von Methan zu Kohlendioxid statt. Für eine hohe Effizienz des Prozesses bestehen folgende Anforderungen an die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Materials (siehe auch Abschnitt 10):

#### Physikalische Eigenschaften

- Hohe Luftkapazität mit dem Ziel einer hohen Gasdiffusivität des Materials und damit hohen Belüftungsgrad (ist die Diffusivität des Materials hoch, kann bei gleicher Gasflächenbelastung die Fläche zur Methanoxidation kleiner dimensioniert werden und umgekehrt)
- Gesättigte Wasserdurchlässigkeit und nutzbare Feldkapazität analog zu den Anforderungen an die sandige Rekultivierungsschicht für Ruderalfächen
- Langzeitstabilität gegenüber biologischem Abbau mit dem Ziel einer langfristigen Aufrechterhaltung der Gaspermeabilität durch Vermeidung von Sackungen
- Geringe Neigung des Bodens zur Rissbildung (Vermeidung der Bildung von präferentiellen Fließwegen)

## Chemische Eigenschaften

- pH-Wert zwischen 5,5 bis 8,5 (pH-Optimum methanotropher Bakterien)
- Humusgehalt des Bodens möglichst zwischen 1% und 4% (schwach bis mittel humos) für eine gute Nährstoffversorgung der methanotrophen Organismen (im Falle von humusfreien und damit nährstoffarmen mineralischen Materialien verlagert sich der Methanoxidationshorizont Richtung Oberfläche in die humose Oberbodenschicht bzw. hängt stärker von der Durchsickerung mit gelöster organischer Substanz (DOC) aus dem Oberbodenbereich ab)

Die Bemessung und die daraus sich ergebenen Eigenschaften der MOS hängen stark von der zur Methanoxidation erforderlichen Fläche und den für die Gasverteilung erforderlichen Distanzen ab. Die Zusammenhänge werden in Abschnitt 10 erläutert. Bei der im Rahmen der Ausführungsplanung durchzuführenden Bemessung werden folgende Kriterien für die Bodenart des Unterbodens der Methanoxidationsschicht angesetzt:

- Tonanteil  $< 0,002 \text{ mm} \leq 8 \text{ Massen-\%}$
- Feinkornanteil  $< 0,063 \text{ mm}$ , 15 bis 30 Massen-%

### **7.1.7 Anforderungen an die Methanoxidationsschicht (MOS) – Oberboden**

Der humose Oberbodenbereich einer Methanoxidationsschicht (MOS) dient der Versorgung der Vegetation mit Nährstoffen und Wasser, als Milieu für die methanotrophen Organismen sowie der Vergleichmäßigung der Wasser- und Gasbewegung durch die Bildung eines schrumpfrissfreien Bodengefüges. Ein wesentlicher Teil der Methanoxidation erfolgt insbesondere in der nassen Jahreszeit oder bei relativ hohen Methanzuflussraten im Oberboden. Die Vegetation dient dem Schutz vor Erosion, trägt durch die Wurzeln zur Bodengefügebildung bei, dämpft die Temperaturamplitude in der Methanoxidationsschicht und bewirkt die optische Eingliederung der Methanoxidationsfenster in die begrünte Deponieabdeckung.

Die einzuhaltenden physikalischen Eigenschaften entsprechen denjenigen des Unterbodens. Der Humusgehalt sollte jedoch 2 % bis 8 % betragen (mittel bis stark humos). Die Filterstabilität des Materials ist gegenüber dem Unterboden sicherzustellen.

## **7.2 Konstruktionsdetails**

### **7.2.1 Durchdringungen**

Im Abdichtungsbereich liegen die beiden Grundwassermessstellen 1673 und 1674 sowie die Sickerwassermessstellen SWM 3 bis 8. Die vorgenannten Sickerwassermessstellen werden im Zuge der Herstellung der Oberflächenabdichtung fachgerecht rückgebaut und stillgelegt. Die Grundwassermessstellen 1673 und 1674 sollen auch nach der Oberflächenabdichtung weiter betrieben werden. Im Zuge dieser Baumaßnahme sind sie zu verlängern und an die

Abdichtung mit fachgerechten Durchdringungsbauwerken nach dem Stand der Technik anzuschließen.

In Bereichen der Methanoxidationsfenster sind die notwendigen Durchdringungen ebenfalls mit fachgerechten Durchdringungsbauwerken nach dem Stand der Technik an die Abdichtung anzuschließen (siehe Kapitel 10).

### 7.2.2 Randabschluss und Wasserfassung

Bei der Oberflächenabdichtung von hügelförmigen Deponien sind in der Regel mehr oder weniger aufwändige Randabschlussbauwerke zur Wasserfassung und zum Anschluss an die Umgebung erforderlich. Im vorliegenden Fall soll die Entwässerung in Richtung auf zentrale Tiefpunkte erfolgen, so dass die Abdichtung randlich ohne Wasserfassung auf bestehende Randwälle aufgelegt wird (siehe Kapitel 8 und 9). Im Randbereich ist das Oberflächenabdichtungssystem lediglich konstruktiv so auszubilden, dass ggf. mit Deponiegas austretendes Methan in der als Methanoxidationsschicht ausgebildeten Rekultivierungsschicht oxidiert werden kann (siehe Kapitel 10). Durch die gezielte Anpflanzung von Gebüschen mit Dornstraucharten soll die Zugänglichkeit dieser Bereiche erschwert werden. Auf den Außenseiten der vorhandenen Randwälle zur Butzweilerstraße und zur BAB 57 wird der vorhandene Bewuchs möglichst erhalten bleiben.

## 8 Kubaturplanung

### 8.1 Ziele

Die Entwicklung der Kubatur orientiert sich weiterhin an folgenden Leitsätzen:

- Nutzung der vorhandenen Mulde im Norden zur Realisierung eines Rückhalteteiches. Die Auslegung des Rückhalteteiches erfolgt anhand der vorliegenden Topographie und unter Berücksichtigung des Prinzips der „Minimierung der Auftragsmassen“.
- Nutzung des vorhandenen Längsgefälles für die Oberflächenentwässerung der Altdeponie (zentral verlaufende Hauptentwässerung).
- Nutzung der Randwälle zur Unterstützung der Gefällestruktur in die Fläche und als bewachsener Sichtschutz. Im Zuge der Randanbindung des Oberflächenabdichtungssystems wird in Bereichen der Randwälle zusätzlich die Methanoxidation der passiven Entgasung integriert.
- Nutzung der Versickerungsmöglichkeiten im Norden und Süden.
- Schaffung einer Planungsvorgabe für die Landschaftsgestaltung und die Umsetzung der naturschutzfachlichen Belange. Der profilierte Altdeponiekörper stellt den Ausgangspunkt für die Landschaftsgestaltung und die Berücksichtigung der naturschutzfachlichen Belange dar.

### 8.2 Kubaturmerkmale

Die Kubatur ist gekennzeichnet durch:

- Zwei zentral von Süd bzw. Südost nach Nord verlaufende Ablaufmulden (Hauptentwässerung Oberflächen- und Dränabfluss), die durch einen Höhenrücken getrennt werden und sich am Rückhalteteich treffen.
- Eine Wasserscheide in der südöstlichen Ablaufmulde, die das Wasser, das zur Versickerung Süd fließen soll vom Zulauf zur Versickerung Nord trennt.
- Böschungen
  - Mit einer Böschungslänge von bis zu 100 m in den südlichen Bereichen bei Neigungen von ca. 2,5 % bis 10 %
  - mit Böschungslängen von ca. 30 m bis 50 m bei variablen Neigungen von 5 % bis 30 % in den nördlichen Bereichen (Umfeld des Rückhalteteichs)
- Die besondere Topographie der Altdeponie macht ein Abweichen von der Mindestböschungsneigung von unterhalb 4 % im Bereich der zentralen Ablaufmulden (ca. 2,5 %, siehe oben) unter Berücksichtigung der „Minimierung der Auftragsmassen“ unab-

dingbar. Eine Einhaltung der Mindestböschungsneigung in den zentralen Ablaufmulden würde zu erheblich höheren Auftragsmassen im Bereich der Scheitelpunkte der Entwässerung und damit auch in den hieran angrenzenden Bereichen führen.

- Geringe Auftragsmassen, die auf den zur Realisierung der Entwässerung technisch notwendigen Bodenauftrag beschränkt sind.
- Geringe Eingriffe in den Altdeponiekörper (Abtragsmassen), die auf die technisch notwendige Umprofilierung zur Realisierung der Entwässerung beschränkt sind.

### 8.3 Profilierungsarbeiten

Die Bohrprofile der Untergrunderkundungen (siehe Anlage 3.1) zeigen in den zentralen Deponiebereichen Auffüllungsmächtigkeiten (aufgefüllte Sande und Kiese, Oberböden, Bauschutte und Wechsellagerungen) oberhalb des Abfalls von 1,2 m (SWM 6) bis zu 2,6 m (RKS 18). Nach derzeitigem Stand wird davon ausgegangen, dass diese Auffüllungsböden oberhalb des Abfallkörpers für eine Profilierung und Umlagerung auf der Fläche genutzt werden können und bei Umlagerungen von ca. 1,0 m Mächtigkeit weitestgehend keine hausmüllähnlichen Abfälle angetroffen werden.

Im süd-westlichen Bereich der Fläche (RKS 24 und 25, SWM 8) sowie im Einlaufbereich des Rückhalteteiches (östlich der RKS 26) muss bei Bodenabtrag davon ausgegangen werden, dass Abfall mit Hausmüll oder hausmüllähnlichen Beimengungen angetroffen wird.

Die in der Anlage 5.1 in Grüntönen dargestellten Bereiche zeigen diejenigen Flächen, in denen Böden aufgetragen werden müssen. Am östlichen und westlichen Rand sind vergleichsweise kleinere Flächen mit einem Bodenauftrag von 3,0 m bis zu 4,0 m Mächtigkeit verzeichnet. Vereinzelt treten im nördlichen Bereich des Rückhalteteiches Auftragsmächtigkeiten von bis zu 6,0 m auf. Diese maximalen Auftragsmächtigkeiten sind auf die Profilierung des Rückhalteteiches sowie die Anbindung an die Überlaufschwelle zurückzuführen.

### 8.4 Deponieersatzbaustoffe / Recyclingbaustoffe

In den Auftragsbereichen ist der Einsatz von inerten Abfällen wie Recyclingbaustoffen, industriellen Nebenprodukten oder sonstigen vergleichbaren Stoffen (z. B. Bauschutt) geplant und wird mit der vorliegenden Genehmigungsplanung gemäß § 3(1) Ziffer 18 Wasserschutzgebietsverordnung Weiler (1991) beantragt (gesonderter Antragstext siehe Anlage 16).

Die genannten Stoffe werden ausschließlich unterhalb der Kunststoffdichtungsbahn eingebaut, so dass sie nicht mit Niederschlagswasser in Berührung kommen und somit nicht dem Verbot gemäß § 3(2) Ziffer 17 Wasserschutzgebietsverordnung Weiler (1991) unterliegen. Die Anforderungen gemäß § 3(1) Ziffer 18 der Verordnung sind einzuhalten (Einsatz von Elektroofenschlacke, Hochofenschlacke, Hütten sand, LD-Schlacke, RCO-Material der besten Qualität, Mischungen der genannten Stoffe unterhalb der KDB und in einem Abstand von mindestens 1,5 m oberhalb des höchsten Grundwasserstandes).

Demnach können die genannten Stoffe unterhalb der KDB, nicht jedoch im Bereich des Rückhalteteichs zum Einsatz kommen, da dort der Grundwasserabstand nicht ausreicht. Während der Bauphase sind die Stoffe kontinuierlich einzubauen und abzudecken, um einer Auswaschung von Schadstoffen und deren Eintrag ins Grundwasser vorzubeugen.

Die relevanten Zulässigkeits- und Zuordnungskriterien im Abfallrecht sind in der DepV [R4], Anhang 3 verankert. Für den vorliegenden Fall ist in Tabelle 1 die Spalte 4, Punkt 3.3 maßgebend, da es sich um eine deponietechnisch notwendige Baumaßnahme zur Profilierung des Deponiekörpers inkl. der Gasdrän- und Ausgleichsschicht handelt. Die Anforderungen an die geologische Barriere (hier nicht Bestandteil der Planung) und das Basisabdichtungssystem (hier ebenfalls nicht Gegenstand der Betrachtungen) sind nicht relevant. Hieraus ergeben sich die einzuhaltenden Zuordnungswerte gemäß Tabelle 2, Spalte 5.

## 8.5 Massenbilanz

Aus dem digitalen Geländemodell ergibt sich die in der folgenden Tabelle dargestellte Massenbilanz. Die Anlage 5 zeigt die flächige Verteilung und die jeweiligen Mächtigkeiten der Auf- und Abtragsbereiche im Lageplan sowie in zugehörigen Schnitten.

**Tabelle 2** Massenbilanz Kubaturplanung

Massenbilanz	Einheit	Massen
Abtrag	m <sup>3</sup>	- 50.500
Auftrag	m <sup>3</sup>	+ 102.500
Gesamt	m <sup>3</sup>	+ 52.000

## 8.6 Bodenmanagement

Hinsichtlich des Umganges mit den für das Oberflächenabdichtungssystem zu liefernden Böden sowie den Profilierungsböden ist im Zuge der Oberflächenabdichtung folgendes zu beachten:

- Einrichtung von temporär befestigten Bodenlager- und Bodenumschlagsflächen mit Wasserfassung und -ableitung in vergleichsweise setzungsunempfindlichen Bereichen (Bereich der Versickerung Nord, des Rückhalteteiches, der Versickerung Süd und in den Randbereichen)
- Für die o.g. Lager- und Umschlagsflächen ist ein gesondertes Wassermanagement erforderlich, welches insbesondere gewährleistet, dass es nicht zu einer Vermischung von Schwarz- (belastetes Wasser, entsteht durch Kontakt des Nieder-

schlagswassers mit abfallhaltigem Bodenaushub) und Weißwasser (sauberes Niederschlagswasser) kommt (siehe Abschnitt 13.4)

- Beim Bodenabtrag anfallender Sperrmüll oder ähnliche Störstoffe sind von den Profilierungsböden zu trennen, gesondert zu lagern und fachgerecht zu entsorgen
- Die Transport- und Einbauwege im Zuge der Profilierung sowie des Einbaus sind zu minimieren. Profilierungsböden sind daher vorzugsweise in dem Bauabschnitt auf ausreichend dimensionierten Lagerflächen zu lagern, in dem auch der Einbau der Böden vorgesehen ist
- Die Zulieferung erfolgt primär über die nördliche Zufahrtmöglichkeit bzw. ist bei Zufahrt im Süden verkehrlich gen Norden zu orientieren (siehe Anlage 10), die südlich angrenzenden Wohngebiete sind vor Lärm- und Staubemissionen zu schützen
- Bereits fertiggestellte Bauabschnitte stehen nicht als Bodenlager- und Bodenumschlagsflächen zur Verfügung
- Hinsichtlich der Umlagerung sowie Lieferung und Einbau von Profilierungsböden ist bauabschnittsspezifisch folgendes zu beachten:
  - Im 1. Bauabschnitt sind die Ausbauböden im Norden (Versickerung Nord) als Profilierungsböden für die an den Rückhalteteich angrenzenden Böschungen zu verwenden (vorwiegend Umlagerung von Böden)
  - Im 2. und 3. Bauabschnitt sind die Abtragsmassen im Vergleich zum 1. Bauabschnitt gering und die Profilierungsböden sind vorwiegend zu liefern

## 8.7 Bodenaustausch Versickerung Süd

Nach [U26] ist in den zentralen Flächen der Versickerung Süd im Bereich der Bohrung T4 in den obersten Bodenschichten (bis ca. 1,3 m unter GOK) bindiges Material (Schluff) erkundet worden. In den südwestlichen Randbereichen der Versickerung Süd (Bohrungen T5 und T6) wurde eine höhere Schichtmächtigkeit der Schlufflage von bis ca. 1,9 m unter GOK (Bohrung T5) und von bis ca. 2,70 m unter GOK (Bohrung T6) erkundet.

Zur Gewährleistung der in den Sickerversuchen ermittelten Wasserdurchlässigkeiten ist in den obersten Bodenschichten im Bereich der Versickerung Süd ein Bodenaustausch geplant. Gemäß Nachweisen und Berechnungen zur Entwässerung (siehe Kapitel 9) wird eine wirksame Versickerungsfläche von ca. 1.200 m<sup>2</sup> bei einer Gesamtfläche von ca. 3.000 m<sup>2</sup> angesetzt (siehe Kapitel 9). Im Rahmen der Ausführungsplanung ist die für den notwendigen Bodenaustausch vorgesehene Fläche im Bereich der Versickerung Süd zu detaillieren. Hierbei ist das Volumen des Bodenaustausches mittels einer Orientierung der wirksamen Versickerungsfläche nach Nordosten in Richtung der Bohrung T4 zu minimieren.

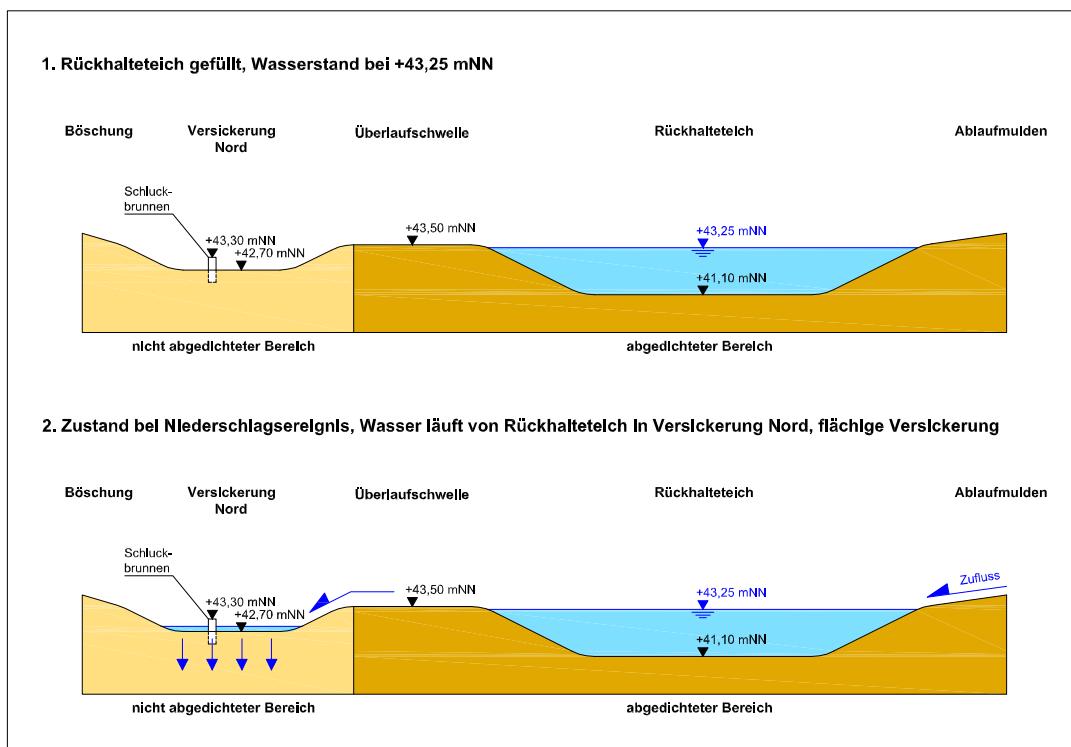
## 9 Oberflächenentwässerung

### 9.1 System der Entwässerung

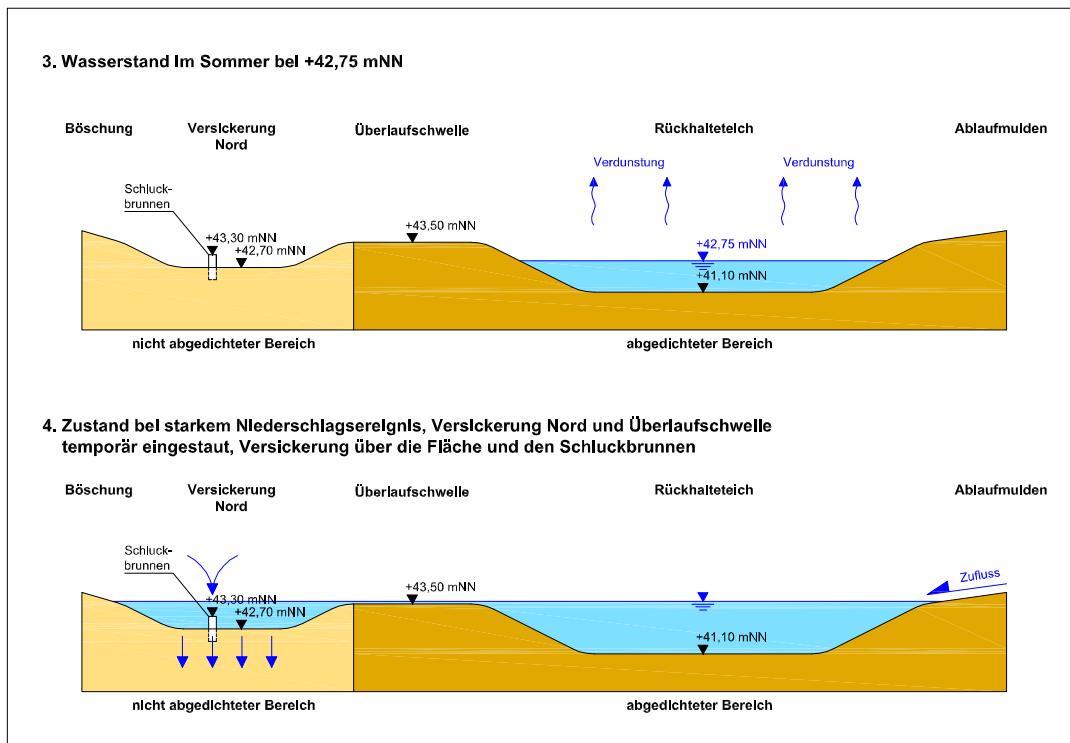
Das System der Entwässerung besteht aus der Oberflächenabdichtung mit Dränageschicht, zentral verlaufenden Ablaufmulden, einem Rückhalteteich sowie zwei Versickerungen; jeweils eine im Norden und im Süden angeordnet.

Das auf den fertiggestellten und abgedichteten Böschungsoberflächen anfallende Niederschlagswasser wird direkt an der Oberfläche (Oberflächenabfluss) und nach erfolgter Versickerung in der Dränageschicht (Dränageschichtabfluss) zu den linienförmigen Tiefpunkten in der Fläche (Ablaufmulden) geleitet. In diesen Ablaufmulden wird das anfallende Oberflächenwasser im Norden zunächst in den Rückhalteteich und weiter in die Versickerung Nord, im Süden direkt in die Versickerung Süd, geleitet. Die Versickerung Nord weist zusätzlich einen Notüberlauf in Form eines Schluckbrunnens auf.

Nach der Fertigstellung füllt sich aus den niederschlagsgespeisten Abflüssen der Oberflächenabdichtung zunächst der Rückhalteteich bis zu einem Wasserstand von +43,25 mNN (Oberkante der Kunststoffdichtungsbahn der Überlaufschwelle). Im Anschluss an ein Niederschlagsereignis erhält die Versickerung Nord zeitverzögert über die Überlaufschwelle Zufluss aus dem Rückhalteteich sofern der Wasserspiegel +43,25 mNN übersteigt. Dort kann das Oberflächenwasser flächig über die belebte Bodenzone versickern (siehe folgende Abbildung).



Im Sommer kann davon ausgegangen werden, dass an der Oberfläche des Rückhalteteiches mehr Wasser verdunstet als durch Niederschläge nachgeliefert wird. In der Folge fällt der Wasserspiegel rechnerisch um ca. 50 cm auf +42,75 mNN. Bei einem starken Niederschlagsereignis kann es zu einem kompletten Einstau von Rückhalteteich, Überlaufschwelle und Versickerung Nord kommen, da unter diesen Bedingungen der Zufluss aus der Fläche die Versickerungsrate übersteigt. Das Niederschlagswasser wird in diesem Fall über die Fläche und zusätzlich über den Schluckbrunnen versickert (siehe folgende Abbildung). Bei einem 100-jährigen Niederschlagsereignis beträgt die mittlere Einstauhöhe ca. 0,9 m. Hierbei beträgt die Dauer des gesamten Einstaus der Versickerung Nord ca. 10,5 h.



## 9.2 Einzugsgebiete

Die Lage der Einzugsgebiete der Oberflächenentwässerung ist in Anlage 6.1 dargestellt. Sie sind wie folgt gekennzeichnet:

**Tabelle 3** Einzugsgebiete Entwässerung (siehe Anlage 6.1)

Bezeichnung	Größe	Anteil	Anteil	Versickerung
		OAD Ruderalfächen	OAD Gehölzflächen	
A1	7.000 m <sup>2</sup>	0,0	1,0	Nord
A2	14.300 m <sup>2</sup>	0,1	0,9	Nord
A3	18.800 m <sup>2</sup>	0,3	0,7	Nord
A4	12.300 m <sup>2</sup>	0,8	0,2	Nord
A5	15.200 m <sup>2</sup>	0,8	0,2	Nord
A6	28.300 m <sup>2</sup>	0,7	0,3	Nord
A7	9.000 m <sup>2</sup>	0,7	0,3	Süd
A8	11.100 m <sup>2</sup>	0,6	0,4	Süd
B1	5.100 m <sup>2</sup>	-	-	Nord
B2	2.700 m <sup>2</sup>	-	-	Nord
C1	900 m <sup>2</sup>	-	-	Nord
C2	12.000 m <sup>2</sup>	-	-	Nord
C3	3.000 m <sup>2</sup>	-	-	Süd

## 9.3 Bemessungsgrundlagen

Für den gesamten Wasserhaushalt des Oberflächenabdichtungssystems der Deponie Butzweilerstraße wurden folgende Berechnungen durchgeführt:

1. Wasserhaushaltssimulationen mit dem HELP-Modell (Version 3.80 D)
2. Wasserhaushaltssimulationen mit dem TUB-BGR-Verfahren [L2]
3. Vorbemessung der Kunststoff-Dränmatte nach [R11] und [R12]
4. Hydraulische Bemessung von mineralischen Entwässerungselementen mit der LeSaffre-Gleichung nach GDA-Empfehlung E2-20 [R8]
5. Nachweis der Versickerungen gemäß DWA-A 138

## 9.4 Oberflächenabfluss

Oberflächenabfluss tritt auf schwach geneigten Rekultivierungsschichten in Regionen, die nicht durch ausgesprochen starke Niederschläge geprägt sind, in der Regel nur direkt nach der Herstellung vor dem flächenhaften Aufwuchs der Begrünung auf. Nach Fertigstellung der Oberflächenabdichtung ist aufgrund der geringen Böschungsneigungen – mit Ausnahme von kleinen steileren Teilbereichen im Einzugsgebiet des Rückhalteteiches – mit keinem nennenswerten Oberflächenabfluss zu rechnen.

Die HELP-Simulationen (siehe Anlage 20) ergaben für die begrünte Oberfläche unabhängig vom Oberbodenaufbau unter den meteorologischen Randbedingungen des Standorts keinen nennenswerten Oberflächenabfluss und belegen diese Annahme. Einzelne Ereignisse, wie starke Schneeschmelze bei noch gefrorenem Boden oder die Situation während und kurz nach der Bauphase wurden in der Simulation nicht betrachtet. Für diese zeitlich sehr begrenzten Ereignisse, stehen dem Oberflächenwasserabfluss an den Böschungsfußpunkten ausreichend große Abflaumulden zur Verfügung.

## 9.5 Dränageschichtabfluss

Die Entwässerungsschicht besteht aus einer von der BAM eignungsgeprüften und zugelassenen Kunststoffdränmatte. Oberhalb dieser Kunststoffdränmatte befindet sich der sandige Unterboden der Rekultivierungsschicht. Bei außerordentlichen Niederschlagsereignissen wirkt dieser sandige Unterboden als Hilfsdränage und sorgt für den geregelten Abfluss.

### Böschungen

Für den Einsatz einer solchen Kunststoff-Dränmatte im Oberflächenabdichtungssystem der Altdeponie Butzweilerstraße wurde eine Vorbemessung durchgeführt. Als Grundlage der Bemessung dienten [R11] und [R12] sowie folgende Annahmen:

- Böschungslänge 100 m
- Böschungsneigung 4 %
- Langzeit-Wasserableitung der Kunststoff-Dränmatte: 7.600 l/(m · d) (in Anlehnung an Daten aus der Eignungsprüfung von Kunststoff-Dränmatten der BAM für Bettung weich/hart, interpoliert für ein Gefälle von 4 % und eine Auflast von 30 kN/m<sup>2</sup>)
- Produkt der Abminderungs- und Sicherheitsfaktoren nach [R12]: 4,75 [-]

Für eine Dränspende von max. 10 mm/d (mit Unterschreitung an 99 % aller Tage laut GDA-Empfehlung E2-20) ergibt die Vorbemessung einen ausreichend hohen Bemessungswert der Kunststoff-Dränmatte von 1.600 l/(m · d), der über dem maßgeblichen spezifischen Dränabfluss von 1.000 l/(m · d) liegt. Bei einer Dränspende von max. 25 mm/d (als Tagesspitzenwert laut GDA-Empfehlung) liegt der Bemessungswert beim rechnerischen Ansatz statio-

närer Bedingungen unter dem spezifischen Dränabfluss, so dass in diesem Fall mit einem verzögerten Wasserabfluss und einem entsprechenden Wasserrückstau in der Kunststoff-Dränmatte und der Hilfsdränage (sandiger Unterboden mit einer Wasserdurchlässigkeit von  $k_f \geq 5 \times 10^{-5}$  m/s) zu rechnen wäre. Dieser temporär begrenzte Rückstau wird als unproblematisch angesehen, da weder steile Böschungsneigungen mit der Gefahr eines Abrutschens vorliegen noch die Notwendigkeit des sofortigen Abfließens gegeben ist. Der rechnerische Ansatz stationärer Strömungsbedingungen liegt zudem weit auf der sicheren Seite und ist in der Realität sehr unwahrscheinlich.

Sollten Beeinträchtigungen der Abflussleistung der Kunststoff-Dränmatte infolge Durchwurzelung o.ä. auftreten werden diese über die Hilfsdränage ausgeglichen. Bei einer geforderten Wasserdurchlässigkeit des sandigen Unterbodens von  $k_f \geq 5 \times 10^{-5}$  m/s ergeben sich wirksame Böschungslängen gemäß der folgenden Tabelle. Diese wirksamen Böschungslängen bedeuten, dass die Kunststoff-Dränmatte über die angegebene Böschungslänge durch einen Abfluss in dem sandigen Unterboden ausgeglichen werden kann, ohne dass es zu einem vollständigen Einstau der Hilfsdränage kommt. Es wurde die minimale Mächtigkeit des sandigen Unterbodens von 0,3 m für die Berechnungen angesetzt.

**Tabelle 4** Bemessung Hilfsdränage nach LeSaffre

Böschungsneigung	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ Hilfsdränage [m/s]	Dränspende		Wirksame Böschungslänge [m]
		[mm/d]	[m]	
1:20	$5 \times 10^{-5}$	25	8	
		10	14	
		7	17,5	
1:25	$5 \times 10^{-5}$	25	8	
		10	13,5	
		7	16,5	
1:33	$5 \times 10^{-5}$	25	8	
		10	13	
		7	15,5	

Bei einer Böschungsneigung von 1:20 ergeben sich wirksame Böschungslängen von 8 m (25 mm Dränspende) bis zu 17,5 m (7 mm Dränspende). Für flachere Böschungsneigungen von 1:25 und 1:33 ergeben sich jeweils leicht verringerte Werte. Somit können bei Einschränkung der Wasserdurchlässigkeit der Kunststoff-Dränmatte diese auf einer Länge von 8 m bis zu 17,5 m durch die Hilfsdränage kompensiert werden. Da solche Einschränkungen in der Wasserdurchlässigkeit der Kunststoff-Dränmatte nur kleinräumig auftreten, z.B. infolge von Ver-

legefehlern bei Querstößen, die trotz Qualitätsmanagement unerkannt bleiben, sind diese errechneten wirksamen Böschungslängen ausreichend.

Die o.g. Berechnungen wurden zu Vergleichszwecken mit einer Wasserdurchlässigkeit des sandigen Unterbodens von  $k_f \geq 1 \times 10^{-5}$  m/s durchgeführt. Die Ergebnisse sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

**Tabelle 5** Bemessung Hilfsdränage nach LeSaffre mit verringelter Wasserdurchlässigkeit

Böschungsneigung	Durchlässigkeit beiwert $k_f$ Hilfsdränage [m/s]	Dränspende		Wirksame Böschungslänge [m]
		[mm/d]	[m]	
1:20	$1 \times 10^{-5}$	25	3,5	
		10	5,5	
		7	6,5	
1:25	$1 \times 10^{-5}$	25	3,5	
		10	5,5	
		7	6,5	
1:33	$1 \times 10^{-5}$	25	3,5	
		10	5,5	
		7	6,5	

Die Verringerung der Wasserdurchlässigkeit des sandigen Unterbodens auf  $k_f \geq 1 \times 10^{-5}$  m/s führt zu einer Reduktion der wirksamen Böschungslängen von über 40 %. Die sich ergebenen wirksamen Böschungslängen sind kurz. Auf der Grundlage dieser Berechnungen wird daher ein sandiger Unterboden Hilfsdränage mit einer Wasserdurchlässigkeit von mindestens  $k_f \geq 1 \times 10^{-5}$  m/s vorgesehen.

### Ablaufmulden

In den Ablaufmulden ist ein Entwässerungssystem aus einer Kunststoff-Dränmatte in Kombination mit einer mineralischen Entwässerungsschicht aus Kies geplant. Die Kunststoffdränmatte liegt auf der Kunststoffdichtungsbahn auf (Bettung der Dränmatte weich/hart) und wirkt somit auch als Schutzschicht für die KDB. Oberhalb der Kunststoff-Dränmatte ist der Kies mit einer Mächtigkeit von 0,3 m geplant.

Maßgebend für die Bemessung ist der in den Rückhalteteich entwässernde Teil der Ablaufmulde Ost mit den Einzugsflächen A5 und A6 mit einer zugehörigen Einzugsfläche von 43.500 m<sup>2</sup> (siehe Tabelle 3 und Tabelle 6). Als Bemessungsereignis wurde eine Dränspende von 10mm/d gewählt.

Als Grundlage der Bemessungen dienen [R11] und [R12] sowie folgende Annahmen:

- Länge der Längsachse der Ablaufmulde: 300 m
- Neigung der Längsachse in Entwässerungsrichtung: ca. 2 % bis 3 %

Für den Einsatz der Kunststoff-Dränmatte in den Ablaufmulden im Oberflächenabdichtungssystem der Altdeponie Butzweilerstraße wurde eine Vorbemessung durchgeführt. Die Langzeit-Wasserableitung der Kunststoff-Dränmatte auf einer mittleren Breite der Ablaufmulde von 15 m beträgt ca. 220 m<sup>3</sup>/d (in Anlehnung an Daten aus der Eignungsbeurteilung von Kunststoff-Dränmatten der BAM für die Bettung weich/hart, interpoliert für ein Gefälle von ca. 2 % bis 3 % und eine Auflast von 30 kN/m<sup>2</sup>). Die Kunststoff-Dränmatte entwässert somit rund die Hälfte des anfallenden Dränagewassers für den o.g. maßgebenden Abschnitt der Entwässerungsmulde (Gesamtdränspende ca. 435 m<sup>3</sup>/d, siehe Tabelle 6, Summe der Dränspenden in den Teilflächen A5 und A6).

Für die mineralische Entwässerungsschicht wurde eine Bemessung nach LeSaffre durchgeführt. Als Grundlage der Bemessung dienten folgende Annahmen:

- Wasserdurchlässigkeit des geplanten Kieses von  $k_f \geq 5 \times 10^{-3}$  m/s
- Nach Dränmattenabfluss verbleibende zu entwässernde Dränspende von 215 m<sup>3</sup>/d

Die Bemessung nach LeSaffre ergibt für die o.g. Annahmen einen Aufstau in der Entwässerungsschicht von ca. 16 cm. Die verbleibenden und für eine Entwässerung nicht genutzten 14 cm stellen eine ausreichende Sicherheit für das Entwässerungssystem der Oberflächenabdichtung in den Ablaufmulden dar.

## 9.6 Versickerungen Nord und Süd

### 9.6.1 Lage und Einzugsgebietsflächen

Zur Gewährleistung der Ableitung des auf dem abgedichteten Deponiekörper anfallenden Niederschlagswassers werden zwei Versickerungsbereiche außerhalb der Ablagerungsgrenzen angelegt (siehe Anlagen 6.4 und 6.5):

- Versickerung im Norden (im weiteren Versickerung Nord genannt)
- Versickerung im Südosten der Deponie (im weiteren Versickerung Süd genannt)

Das auf den Böschungen in der Entwässerungsschicht anfallende Oberflächensickerwasser fließt in den nördlichen Bereichen direkt in den Rückhalteteich und wird in den südlichen Bereichen zu den Ablaufmulden geleitet, von wo aus es wiederum zur Versickerung Süd (Teilflächen A7 und A8) bzw. in den Rückhalteteich geleitet wird (Teilflächen A3, A4, A5, A6). Das in dem Rückhalteteich gesammelte Wasser wird weiter über die abgedichtete Überlaufschwelle zur Versickerung Nord geleitet, wo es – analog zur Versickerung Süd – über die belebte Bodenzone versickert wird.

Die Versickerungen haben folgende Einzugsflächen:

- Versickerung Nord:
  - ca. 95.900 m<sup>2</sup> Böschungsflächen zzgl.
  - ca. 12.000 m<sup>2</sup> Rückhalteteichfläche zzgl.
  - ca. 900 m<sup>2</sup> Versickerungsfläche (ohne Böschungen)
- Versickerung Süd:
  - ca. 20.100 m<sup>2</sup> Böschungsflächen zzgl.
  - ca. 1.200 m<sup>2</sup> Versickerungsfläche (ohne Böschungen)

Die ca. 7.800 m<sup>2</sup> Böschungsflächen der nicht abgedichteten Bereiche (Teilflächen B1 und B2) sind vernachlässigbar, da hier nach Fertigstellung kein Oberflächenabfluss zu erwarten ist und diese Flächen nicht abgedichtet werden und somit auch kein Entwässerungsschichtabfluss anfällt.

### 9.6.2 Ermittlung der Versickerungsfähigkeiten

Die in den folgenden Berechnungen angesetzten Durchlässigkeitsbeiwerte sind auf die Ergebnisse von [U27] zurückzuführen. Es wurde ein Mittelwert der gemessenen Wasserdurchlässigkeiten gebildet, der wiederum mit einer Sicherheit beaufschlagt wurde:

- Errechneter Mittelwert der gemessenen Wasserdurchlässigkeiten:  $k_f = 5,7 \times 10^{-4}$  m/s
- Für weitere Berechnungen verwendeter Durchlässigkeitsbeiwert:  $k_f = 5,0 \times 10^{-5}$  m/s (Sicherheit somit ca. 10 bis 15 %)

Die Ermittlung der Versickerungsfähigkeiten der Versickerung Nord erfolgt ohne Berücksichtigung des Schluckbrunnens. Dieser stellt eine zusätzliche Sicherheit dar und sorgt bei einem Einstau von über 0,5 m in der Versickerung Nord für einen zusätzlichen Abfluss.

## Versickerung Nord

- Wirksame Versickerungsfläche  $A_{s,Nord}$ :  $A_{s,Nord} = 900 m^2$
- Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  der gesättigten Zone gemäß bodenkundlicher Untersuchungen (mit Sicherheiten behaftet):  $k_f = 5,0 \cdot 10^{-5} m/s$
- Durchlässigkeitsbeiwert der ungesättigten Zone:  $k_{f,u} = k_f \cdot 0,5 = 2,5 \cdot 10^{-5} m/s$
- Hydraulisches Gefälle  $I_{hy}$ :  $I_{hy} = 1 m/m$
- Filtergeschwindigkeit der Versickerung  $v_{f,u}$ :  $v_{f,u} = k_{f,u} \cdot I = 2,5 \cdot 10^{-5} m/s$
- Versickerungsrate  $Q_{s,Nord}$ :

$$Q_{s,Nord} = v_{f,u} \cdot A_{s,Nord}$$

$$Q_{s,Nord} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 900 = 0,0225 m^3/s = 22,5 l/s = 1.944 m^3/d$$

## Versickerung Süd

- Wirksame Versickerungsfläche  $A_{s,Süd}$ :  $A_{s,Süd} = 1.200 m^2$
- Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  der gesättigten Zone gemäß bodenkundlicher Untersuchungen (mit Sicherheiten behaftet):  $k_f = 5,0 \cdot 10^{-5} m/s$
- Durchlässigkeitsbeiwert der ungesättigten Zone:  $k_{f,u} = k_f \cdot 0,5 = 2,5 \cdot 10^{-5} m/s$
- Hydraulisches Gefälle  $I_{hy}$ :  $I_{hy} = 1 m/m$
- Filtergeschwindigkeit der Versickerung  $v_{f,u}$ :  $v_{f,u} = k_{f,u} \cdot I = 2,5 \cdot 10^{-5} m/s$
- Versickerungsrate  $Q_{s,Süd}$ :

$$Q_{s,Süd} = v_{f,u} \cdot A_{s,Süd}$$

$$Q_{s,Süd} = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 1.200 = 0,03 m^3/s = 30,0 l/s = 2.592 m^3/d$$

### 9.6.3 Zufluss über Dränageschichtabfluss

Zur Vorbemessung der Versickerungen Nord und Süd werden die Teilflächen gemäß Tabelle 3 mit unterschiedlicher Oberflächengestaltung berücksichtigt. Für die Vorbemessungen werden die in der Anlage 4 dargestellten Oberflächenabdichtungssysteme mit jeweils differenzierten Versickerungsraten angesetzt.

Hierfür werden die Daten der HELP-Simulation (siehe Anlage 20) angesetzt. Die bei der HELP-Simulation für die relevanten Systemvarianten berechneten maximalen Dränspenden liegen unter 10 mm/d. Um auf der sicheren Seite zu liegen, werden die Versickerungen Nord und Süd daher nicht nur mit den HELP-Ergebnissen, sondern zusätzlich auch nach [R8] mit einer Dränspende von 10 mm/d sowie mit einem Extremereignis von 25 mm/d durchgerechnet. Für die Wasserfläche des Rückhalteteiches sowie für die Fläche der Versickerungen selbst wird ein 15-minütiges Regenereignis mit einer Wiederkehrzeit von fünf Jahren zugrunde gelegt (zur Abschätzung in Anlehnung an DIN EN 752:2008, Tabelle 2). Gemäß Amtlichem Gutachten des DWD entspricht dies am Standort Köln einer Niederschlagsspende von  $r_{(15;0,2)} = 179 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ .

Es ergeben sich für die Versickerung Nord Zuflüsse aus der Entwässerungsschicht (siehe Tabelle auf der folgenden Seite) von 821,53 m<sup>3</sup>/d (HELP-Daten) bis 2.397,50 m<sup>3</sup>/d (maximale Dränspende von 25 mm). Für die Versickerung Süd ergeben sich hingegen deutlich geringere Zuflusswerte von 176,8 m<sup>3</sup>/d (HELP-Daten) bis 502,5 m<sup>3</sup>/d (maximale Dränspende von 25 mm).

### Versickerung Nord

- Versickerungsfähigkeit:  $Q_{s,Nord} = 1.944,00 \text{ m}^3/\text{d}$
- HELP-Daten:  $821,53 \text{ m}^3/\text{d} < 1.944,00 \text{ m}^3/\text{d}$
- 10mm Dränspende:  $959,00 \text{ m}^3/\text{d} < 1.944,00 \text{ m}^3/\text{d}$
- 25mm Dränspende:  $2.397,50 > 1.944,00 \text{ m}^3/\text{d}$

Bei Eintritt der maximalen Dränspende von 25 mm (als Tagesspitzenwert nach GDA-Empfehlung) können 453,5 m<sup>3</sup> auf den gesamten Tag gesehen nicht komplett versickert werden. Es tritt ein rechnerischer kurzfristiger Einstau auf der Fläche des Rückhalteteiches und der Versickerung Nord von ca. 3 cm bis 4 cm ein. Dieser minimale Einstau wird bei Abklingen der maximalen Dränspende versickert. In der Örtlichkeit wird sich dieser rechnerische Einstau nicht nennenswert bemerkbar machen.

### Versickerung Süd

- Versickerungsfähigkeit:  $Q_{s,Süd} = 2.592,00 \text{ m}^3/\text{d}$
- HELP-Daten:  $176,80 \text{ m}^3/\text{d} < 2.592,00 \text{ m}^3/\text{d}$
- 10mm Dränspende:  $201,00 \text{ m}^3/\text{d} < 2.592,00 \text{ m}^3/\text{d}$
- 25mm Dränspende:  $502,50 < 2.592,00 \text{ m}^3/\text{d}$

**Tabelle 6** Zufluss zu Versickerungen aus Dränage (Entwässerungsschichtabfluss)

Bemessungsgrundlage	Teilflächen			Anteile		Entwässerungsschichtabfluss	
	Bez	Größe		Ruderalfläche	Gehölzfläche	Versickerung Nord [m³/d]	Versickerung Süd [m³/d]
		[m²]	[ha]				
HELP-Daten	A1	7.000,0	0,70		1	53,90	
	A2	14.300,0	1,43	0,1	0,9	112,54	
	A3	18.800,0	1,88	0,3	0,7	154,35	
	A4	12.300,0	1,23	0,8	0,2	111,44	
	A5	15.200,0	1,52	0,8	0,2	137,71	
	A6	28.300,0	2,83	0,7	0,3	251,59	
	A7	9.000,0	0,90	0,7	0,3		80,01
	A8	11.100,0	1,11	0,6	0,4		96,79
	<b>TEILSUMME</b>					<b>821,53</b>	<b>176,80</b>
10mm Dränspende	A1	7.000,0	0,70		1	70,00	
	A2	14.300,0	1,43	0,1	0,9	143,00	
	A3	18.800,0	1,88	0,3	0,7	188,00	
	A4	12.300,0	1,23	0,8	0,2	123,00	
	A5	15.200,0	1,52	0,8	0,2	152,00	
	A6	28.300,0	2,83	0,7	0,3	283,00	
	A7	9.000,0	0,90	0,7	0,3		90,00
	A8	11.100,0	1,11	0,6	0,4		111,00
	<b>TEILSUMME</b>					<b>959,00</b>	<b>201,00</b>
25mm Dränspende	A1	7.000,0	0,70		1	175,00	
	A2	14.300,0	1,43	0,1	0,9	357,50	
	A3	18.800,0	1,88	0,3	0,7	470,00	
	A4	12.300,0	1,23	0,8	0,2	307,50	
	A5	15.200,0	1,52	0,8	0,2	380,00	
	A6	28.300,0	2,83	0,7	0,3	707,50	
	A7	9.000,0	0,90	0,7	0,3		225,00
	A8	11.100,0	1,11	0,6	0,4		277,50
	<b>TEILSUMME</b>					<b>2.397,50</b>	<b>502,50</b>

## 9.6.4 Maßgebliche Niederschlagsereignisse

### Versickerung Nord: Jährlichkeit 30 Jahre

- Niederschlagsdauer bei einer Versickerungsrate von 22,5 l/s:
  - maßgebende Niederschlagsdauer: 120 Min
  - maßgebende Spende: 55,7 l/(s\*ha))
- Erforderliches Rückhaltevolumen: 657,2 m<sup>3</sup> gemäß Anlage 20
- 657,2 m<sup>3</sup> < 850 m<sup>3</sup> (vorhanden, auf der sicheren Seite liegend bei kalkulierter möglicher Einstauhöhe von 0,9 m)
- Ohne Berücksichtigung des Schluckbrunnens (zusätzliche Sicherheit)
- Rechnerische Entleerungszeit t<sub>E</sub>:

Durchschnittliche Einstauhöhe h:

$$h = \frac{\text{erf. Rückhaltevolumen}}{\text{Versickerungsfläche}}$$

$$h = \frac{657,2}{900} = 0,73 \text{ m}$$

Entleerungszeit t<sub>E</sub>:  $t_E = \frac{h}{k_f / 2}$

$$t_E = \frac{0,73}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 8,1 \text{ h} < 24 \text{ h}$$

### Versickerung Nord: Jährlichkeit 100 Jahre

- Niederschlagsdauer bei einer Versickerungsrate von 22,5 l/s:
  - maßgebende Niederschlagsdauer T: 120 Min
  - maßgebende Spende r: 67,2 l/(s\*ha))
- Erforderliches Rückhaltevolumen: 833 m<sup>3</sup> gemäß Anlage 20
- 833 m<sup>3</sup> < 850 m<sup>3</sup> (vorhanden, auf der sicheren Seite liegend bei kalkulierter möglicher Einstauhöhe von 0,9m)
- Ohne Berücksichtigung des Schluckbrunnens (zusätzliche Sicherheit)
- Rechnerische Entleerungszeit t<sub>E</sub>:

Durchschnittliche Einstauhöhe h:

$$h = \frac{\text{erf. Rückhaltevolumen}}{\text{Versickerungsfläche}}$$

$$h = \frac{833}{900} = 0,93 \text{ m}$$

Entleerungszeit t<sub>E</sub>:  $t_E = \frac{h}{k_f / 2}$

$$t_E = \frac{0,93}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 10,3 \text{ h} < 24 \text{ h}$$

### Versickerung Süd: Jährlichkeit 30 Jahre

- Niederschlagsdauer bei einer Versickerungsrate von 30,0 l/s:
  - maßgebende Niederschlagsdauer: 21 Min
  - maßgebende Spende: 201 l/(s\*ha))
- Erforderliches Rückhaltevolumen: 76,4 m<sup>3</sup> gemäß Anlage 20
- 76,4 m<sup>3</sup> < 360 m<sup>3</sup> (vorhanden, auf der sicheren Seite liegend bei kalkulierter möglicher rechnerischer Einstauhöhe von 0,3 m)
- Rechnerische Entleerungszeit t<sub>E</sub>:

Durchschnittliche Einstauhöhe h:

$$h = \frac{\text{erf. Rückhaltevolumen}}{\text{Versickerungsfläche}}$$

$$h = \frac{76,4}{1.200} = 0,07 \text{ m}$$

Entleerungszeit t<sub>E</sub>:  $t_E = \frac{h}{k_f / 2}$

$$t_E = \frac{0,07}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 0,7h < 24 \text{ h}$$

Anmerkung: Die ermittelten Einstauhöhen beziehen sich auf die angesetzte Versickerungsfläche. Die tatsächliche Fläche der Versickerung Süd ist ca. 2,5-mal größer, so dass sich der tatsächliche in der Örtlichkeit wahrnehmbare Einstau ca. um des 2,5-fache reduziert einstellt.

## Versickerung Süd: Jährlichkeit 100 Jahre

- Niederschlagsdauer bei einer Versickerungsrate von 22,5 l/s:
  - maßgebende Niederschlagsdauer T: 24 Min
  - maßgebende Spende r: 223 l/(s\*ha))
- Erforderliches Rückhaltevolumen: 102,5 m<sup>3</sup> gemäß Anlage 20
- 102,5 m<sup>3</sup> < 360 m<sup>3</sup> (vorhanden, auf der sicheren Seite liegend bei kalkulierter möglicher Einstauhöhe von 0,3 m)
- Rechnerische Entleerungszeit t<sub>E</sub>:

Durchschnittliche Einstauhöhe h:

$$h = \frac{\text{erf. Rückhaltevolumen}}{\text{Versickerungsfläche}}$$

$$h = \frac{102,5}{1.200} = 0,09 \text{ m}$$

Entleerungszeit t<sub>E</sub>:  $t_E = \frac{h}{k_f / 2}$

$$t_E = \frac{0,09}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 0,9 \text{ h} < 24 \text{ h}$$

Anmerkung: Die ermittelten Einstauhöhen beziehen sich auf die angesetzte Versickerungsfläche. Die tatsächliche Fläche der Versickerung Süd ist ca. 2,5-mal größer, so dass sich der tatsächliche in der Örtlichkeit wahrnehmbare Einstau ca. um des 2,5-fache reduziert einstellt.

### 9.6.5 Schluckbrunnen

Zur Gewährleistung einer beschleunigten Versickerung bei Extremereignissen mit einem Wasserstand von über 0,5 m über der GOK ist zusätzlich ein Schluckbrunnen (DN 1000) vorgesehen. Dieser Schluckbrunnen, mit einer Einbindetiefe von 1,5 m unter GOK, wird mit Kiesen mit einer Durchlässigkeit von  $k_f \geq 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  verfüllt und wird in den Nachweisen nicht berücksichtigt.

Im Zuge der Vegetationsentwicklung im Bereich der Versickerung Nord wird es zu Laubfall, Verkrautung o.ä. der Versickerungsfläche und damit einer Verringerung der Versickerungsleistung kommen. Die notwendige Unterhaltung dieser Flächen (siehe Abschnitt 16) in regelmäßigen Abständen wirkt dieser Minderung entgegen. Tritt nun kurz vor einer Unterhal-

tungsmaßnahme (mit maximalem zeitlichem Abstand zur vorangegangenen Unterhaltungsmaßnahme) ein außerordentliches starkes Niederschlagsereignis ein so kann es zu einem Einstau der Versickerung Nord kommen. Der Schluckbrunnen wirkt in diesem ungünstigen Fall als Überlauf und reduziert diesen Einstau auf ein kontrollierbares Maß.

Der Schluckbrunnen hat im Normalfall keine Auswirkungen, da dieser nur bei sehr ungünstigen Verhältnissen (s.o.) benötigt wird.

### 9.6.6 Jahreszeitliche Wasserspiegelschwankungen im Rückhalteteich

Der Rückhalteteich hat eine Wasseroberfläche von ca. 1,2 ha bei einer Lage des Wasserspiegels bei +43,25 mNN.

Dem Rückhalteteich fließen in den Monaten Juni bis einschließlich September gemäß der HELP-Simulation ca. 2.400 m<sup>3</sup> Entwässerungsschichtabfluss zu. Bei einer maximalen Verdunstung in den Sommermonaten von ca. 6,0 mm/d, verdunsten 720 mm von der Wasseroberfläche des Rückhalteteiches. Abzüglich des Zuflusses von 2.400 m<sup>3</sup> / 12.000 m<sup>2</sup> = 200 mm, ergibt sich somit in den trockenen Sommermonaten eine maximale Wasserspiegelabnahme von 720 mm – 200 mm = 520 mm = 0,52 m.

## 10 Entgasung

### 10.1 Abschätzung des zu behandelnden Gasvolumens

#### 10.1.1 Sichtung und Auswertung vorhandener Daten zum Abfallkörper

Die Menge und Rate der Gasproduktion in Abfalldeponien ist abhängig von:

- Abfallinventar: Menge, Alter und Zusammensetzung
- Verfahrensweise der Ablagerung
- Geschwindigkeit der Erstellung der Abdeckung/Abdichtung
- Art der Abdeckung/Abdichtung samt Bewuchs
- Lokalklima

Das Abfallinventar ist dabei von besonderer Bedeutung, da es die dem biologischen Abbau zur Verfügung stehende Menge organischen Kohlenstoffs sowie dessen Halbwertzeit und damit den zeitlichen Verlauf der Deponiegasproduktion definiert. In der Regel ist das Abfallinventar von Altdeponien nur grob bekannt, da genaue Aufzeichnungen aus dem Betrieb der Deponien fehlen, die Müllablagerung heterogen erfolgte und der Abfallkörper nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand zu erkunden wäre. Ohne detaillierte Kenntnis von Alter und Zusammensetzung der abgelagerten Abfälle kann eine Abschätzung der Deponiegasproduktion nur auf Basis von sogenannten *default*-Werten erfolgen, die aus Studien an vergleichbaren Altdeponien abgeleitet wurden. Sie unterliegt dann erheblichen Unsicherheiten. Die größte Fehlerquelle stellt dabei sicher der Anteil von Hausmüll dar, da dieser den größten Anteil abbaubaren Kohlenstoffs liefert.

Die Hauptbestandteile des in der Deponie Butzweilerstraße eingelagerten Abfalls sind Hausmüll, Bauschutt, Gewerbeabfälle sowie Bodenaushub (Kapitel 3.5.1). Zum Ablagerungszeitraum liegen in den verschiedenen Quellen unscharfe Angaben vor. Es wird ein Einlagerungszeitraum von 1973 bis 1978 genannt sowie an anderer Stelle auf Verkippungen bis in die 1980er Jahre oder bis Ende der 1980er Jahre hingewiesen. Zur Abschätzung des Anteils an Hausmüll wurden die in [U9] enthaltenen Schichtenverzeichnisse zur Errichtung von Sickerwassermessstellen (SWM 3-10) ausgewertet. Die Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen (RKS) blieben unberücksichtigt, da diese verglichen mit den Bohrungen für die SWM deutlich flachgründiger waren und somit für die vertikale Stratifizierung des Müllkörpers weniger repräsentativ sind. Für die grobe Abschätzung des Hausmüllanteils wurde die Mächtigkeit von Schichten, in denen Hausmüll als Bestandteil aufgeführt war, ins Verhältnis zur Gesamtmächtigkeit der jeweiligen Bohrung gesetzt (Tabelle 7). Die Auswertung ergibt einen Hausmüllanteil von knapp 30 %.

**Tabelle 7** Abschätzung des Anteils von Hausmüll am Gesamtabfallvolumen

Bohrprofil Nr.	Mächtigkeit Bohrprofil (m)	Mächtigkeit hausmüllführender Schichten (m)	Anteil (-)
SWM 3	8,2	3,8	0,46
SWM 4	8,2	0,3	0,04
SWM 5	9,2	1,6	0,17
SWM 6	8,3	2,6	0,31
SWM 7	8,3	2,4	0,29
SWM 8	8,3	4,6	0,55
SWM 9	8,3	0	0,00
SWM 10	8,3	2,6	0,31
<b>Mittelwert</b>			<b>0,27</b>

### 10.1.2 Abschätzung der derzeitigen Gasbildungsrate mit Hilfe von Gasprognose-Modellen

Zur Berechnung des zeitlichen Verlaufs der Deponiegasproduktion wurden das TNO- und das IPCC Tier 2-Gasprognosemodell verwendet. Das Modell der *Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek* (Niederländische Organisation für angepasste naturwissenschaftliche Untersuchungen, TNO) wird von der Niederländischen Regierung zur Berechnung der nationalen CH<sub>4</sub>-Emissionen verwendet [L5]. Das TNO-Modell hat eine begrenzte Anzahl von Parametern und ist einfach zu verwenden. Es eignet sich besonders für Altdeponien, bei denen kaum detaillierte Angaben über Abfallmengen und -zusammensetzung vorliegen. Die Deponiegasbildung zu einem beliebigen Zeitpunkt wird wie folgt berechnet:

$$GP_t = 1,87 \cdot D \cdot A \cdot C_o \cdot k_1 \cdot e^{-k_1 t}$$

- mit  $GP_t$  Deponiegasbildung zum betrachteten Zeitpunkt (m<sup>3</sup>/a)  
 D Dissimulationsfaktor  
 1,87 Umrechnungsfaktor (m<sup>3</sup> Deponegas/kg C abgebaut)  
 A jährliche Abfallablagerungsrate (Mg)  
 C<sub>o</sub> Anteil organischen Kohlenstoffs im Abfall (kg C/Mg Abfall)  
 k Abbaukonstante (a<sup>-1</sup>)  
 t Zeit seit der Ablagerung (a)

Der Dissimulationsfaktor D, der beschreibt, welcher Anteil des organischen Kohlenstoffs im Abfall in Methan umgewandelt wird, hat einen *default*-Wert von 0,58. Für die Abbaukonstante k wird ein *default*-Wert von 0,094 a<sup>-1</sup> angesetzt. Weiterhin gibt das Modell die in Tabelle 7

genannten Standardwerte für den organischen Kohlenstoffgehalt verschiedener Abfallfraktionen vor.

**Tabelle 8** Gehalt organischen Kohlenstoffs für verschiedene Abfallarten [L5]

Abfallart	Organischer Kohlenstoff C <sub>o</sub> (kg C/Mg)
Bodenaushub	11
Bauschutt	11
Schredder-Abfall	130
Abfall aus der Straßenreinigung	90
Klärschlamm und Kompost	90
Hausmüll	130
Gewerbeabfall	111

In Europa und USA sind mindestens sechs verschiedene Gasprognosemodelle gebräuchlich, die auf drei niederländische Deponien mit bekannter Abfallzusammensetzung angewandt und mit realen Messungen verglichen wurden [L5]. Simuliert wurde dabei die Gasemission aus den Deponien unter Annahmen über die Gasextraktionseffizienz sowie die Methanoxidationsrate. Im Vergleich dieser sechs Modelle lagen die durch das TNO-Modell prognostizierten Gasemissionsraten stets im Mittelfeld.

Da sowohl der Hausmüllanteil als auch der Zeitraum der Ablagerung auf der Deponie Butzweiler Straße mit Unsicherheiten behaftet ist (Kap. 10.1.1), wurde mit dem TNO-Modell die Gasproduktion für fünf verschiedene Szenarien betrachtet. Dabei wurde sowohl der *default*-Wert von 60 % für den Hausmüllanteil (Szenarien 1-2) auf den für die Deponie Butzweiler Straße tatsächlich abgeschätzten Anteil von 30 % reduziert (Szenarien 3-5) als auch die Annahmen zum Ablagerungszeitraum und zur Halbwertzeit variiert (Tabelle 8). In allen Fällen wurde von einer Gesamtabfallmenge von 2.600.000 m<sup>3</sup> mit einer Trockenrohdichte von 1 g/cm<sup>3</sup> ausgegangen.

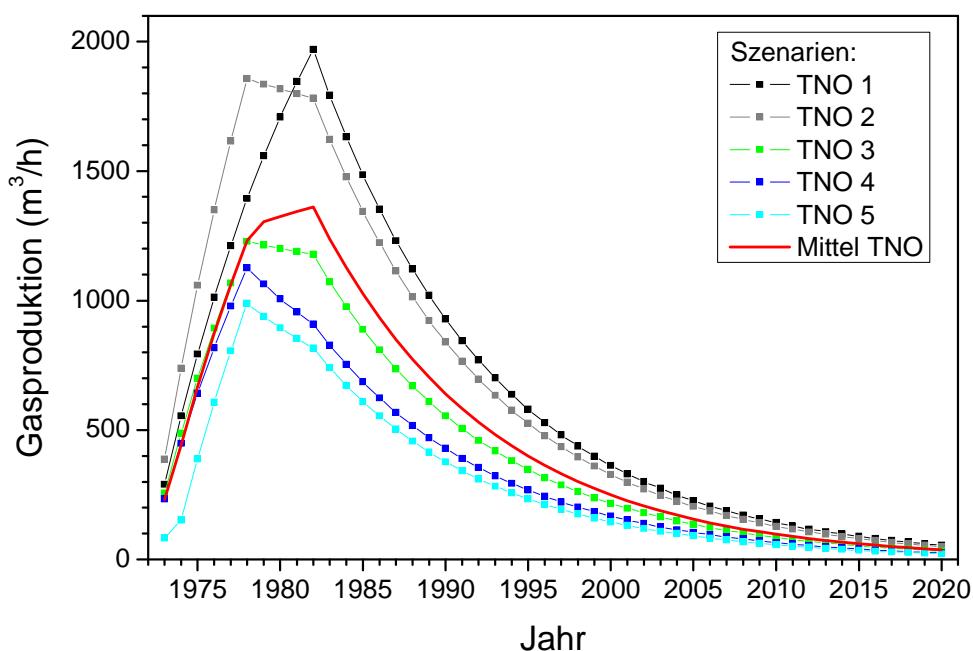
Bild 6 zeigt die für den Zeitraum 1973 bis 2020 für die fünf Szenarien durch das TNO-Modell prognostizierte Gasproduktion. Die Gasproduktion ist zum jetzigen Zeitpunkt bereits stark abgeklungen und nur im vergrößerten Ausschnitt von Bild 7 hinsichtlich der betrachteten Szenarien zu unterscheiden. Für das Jahr 2012 wird mittels der verschiedenen mit dem TNO-Gasprognosemodell (Tabelle 8) berechneten Szenarien eine Gasproduktion von 47 - 117 m<sup>3</sup>/h Deponegas abgeschätzt. Dies entspricht bei einer Methankonzentration von 60 % einer Methanproduktion von 28 - 70 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/h (Mittelwert = 49 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/h).

**Tabelle 9** Übersicht über die simulierten Gasproduktions-Szenarien mit Veränderungen der Annahmen zur Ablagerung

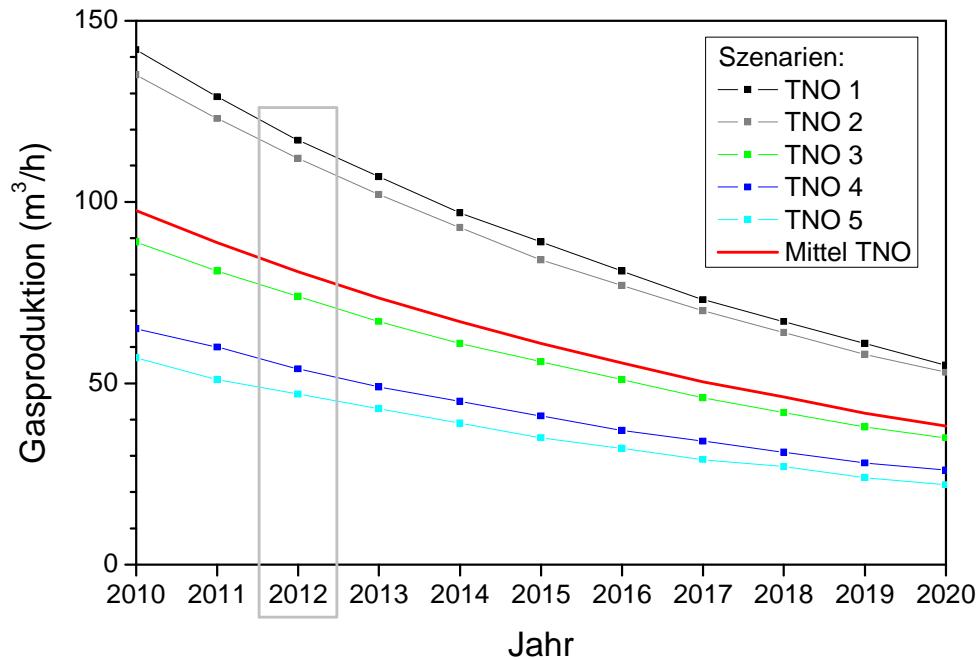
Szenario	Anteil Hausmüll (%)	Annahmen zur Ablagerung
TNO 1	60	Alle Abfallarten gleichmäßig über 10 Jahre eingelagert
TNO 2	60	80 % bis Ende 1978 abgelagert, weitere 20 % bis Ende 1982
TNO 3	30	80 % bis Ende 1978 abgelagert, weitere 20 % bis Ende 1982
TNO 4	30	90 % bis Ende 1978 abgelagert, weitere 10 % bis Ende 1982
TNO 5	30	90 % bis Ende 1978 abgelagert, weitere 10 % bis Ende 1982; in den ersten 2 Jahren nur Boden abgelagert (im Grundwasserbereich), hierfür halb so hohe Halbwertzeit (3,7 Jahre)

**Tabelle 10** Übersicht über die simulierten Gasproduktions-Szenarien mit Veränderungen der Annahmen zur Abfallzusammensetzung

Szenario	Hausmüll (%)	Gewerbe- abfälle (%)	Bauschutt (%)	Straßen- reinigungs- abfälle (%)	Klärschlamm (%)	Kompost (%)	Boden- aushub (%)
TNO 1	60	15	10	5	5	0	5
TNO 2	60	15	10	5	5	0	5
TNO 3	30	15	25	5	5	0	20
TNO 4	30	10	10	0	0	0	50
TNO 5	30	10	10	0	0	0	50



**Bild 6** Zeitlicher Verlauf der Deponiegasproduktion, berechnet für fünf verschiedene Szenarien mit dem TNO-Gasprognosemodell (rote Linie = Mittelwerte aus allen Szenarien)



**Bild 7** Zeitlicher Verlauf der Deponiegasproduktion, berechnet für fünf verschiedene Szenarien mit dem TNO-Gasprognosemodell, Vergrößerungsausschnitt aus Bild 6 (rote Linie = Mittelwerte aus allen Szenarien)

### 10.1.3 Abgleich mit Gasprognosen für vergleichbare Deponien

Beispiele für die Anwendung des TNO-Modells auf drei Altdeponien in Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein finden sich in [L9]. Ähnlich wie die Deponie Butzweiler Straße wurden diese Standorte in den 1970er Jahren verfüllt und sind nicht oberflächengedichtet. Der aus Bohrungen abgeschätzte Hausmüllanteil betrug 7 %, 37 % und 75 %. Eine für das Jahr 2009 mit dem TNO-Modell durchgeführte Gasprognose ergab Produktionsraten zwischen 0,04 und 0,2  $\text{m}^3_{\text{Gas}} \text{ m}^{-3}_{\text{Abfall}} \text{ a}^{-1}$ . Die oben für die Deponie Butzweiler Straße durchgeführte Gasprognose ergibt für das Jahr 2012 die Spannweite von 0,16 bis 0,39  $\text{m}^3_{\text{Gas}} \text{ m}^{-3}_{\text{Abfall}} \text{ a}^{-1}$ . Der Mittelwert, 0,28  $\text{m}^3_{\text{Gas}} \text{ m}^{-3}_{\text{Abfall}} \text{ a}^{-1}$ , liegt nahe an der für die niedersächsische Altdeponie mit einem Hausmüllanteil von 37 % prognostizierten Gasbildungsrate.

## 10.2 Dimensionierung von Gasfenstern zur mikrobiellen Methanoxidation

### 10.2.1 Dimensionierung der Methanoxidationsschicht (MOS)

Aufgrund der bereits stark abgeklungenen Gasproduktion wird im Zuge der Oberflächenabdichtung der Deponie eine passive Entgasung ermöglicht. Das noch entstehende Deponiegas kann sich in der gasgängigen Ausgleichsschicht unter der Abdichtung sammeln und verteilen. In den höher gelegenen Randbereichen der Deponie werden Gasfenster hergestellt, denen das gebildete Gas zuströmen kann. In den Gasfenstern gelangt das Gas zunächst in eine Gasverteilungsschicht und von dort in die als Methanoxidationsschicht (MOS) ausgebildete Rekultivierungsschicht (zur konstruktiven Lösung siehe Kap. 10.3).

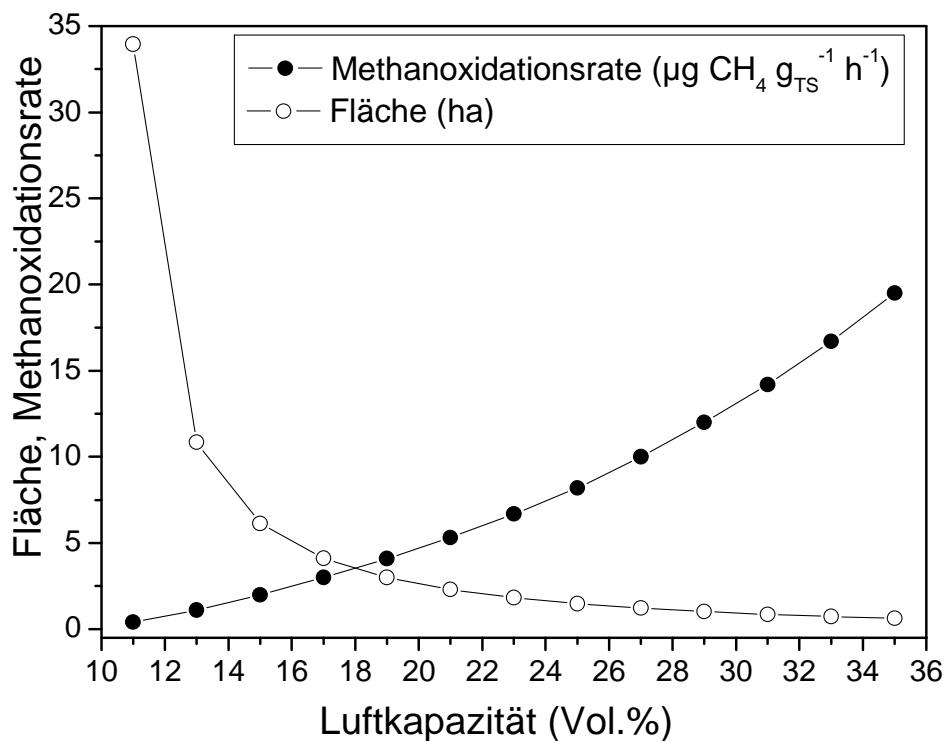
Als Eingangsgröße für die Dimensionierung der MOS dient der durch die verschiedenen TNO-Szenarien prognostizierte Mittelwert der Gasproduktion von 49  $\text{m}^3 \text{ CH}_4/\text{h}$  (entspricht 35kg  $\text{CH}_4/\text{h}$ ). Diese Annahme überschätzt die Gasbildung und beinhaltet somit eine Sicherheit, da in den Mittelwert auch die hinsichtlich des Abfallinventars sehr ungünstigen Varianten TNO1 und TNO2 eingehen (TNO 3 bis 5 sind realistischer). Gemäß der Reaktionsgleichung für die Methanoxidation erfordert die vollständige Oxidation des genannten Methanvolumens einen Sauerstoffeintrag von 98  $\text{m}^3 \text{ O}_2/\text{h}$ , dies entspricht 4.373 mol  $\text{O}_2/\text{h}$ .

Entsprechend des im Rahmen der Arbeitsgruppe CLEAR (Consortium for Landfill Emissions Abatement Research) entwickelten „Methane Oxidation Tools (MOT“ [L3] wird bei der Dimensionierung der MOS zunächst eine standardisierte Oxidationskapazität für Böden von 1  $\text{l CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  (entspricht etwa 17 g  $\text{CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  oder 6.2 kg  $\text{CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ) zugrunde gelegt (vgl. [L4] und [L6]). Dieser Wert wird mit Faktoren für Temperatur, Luftkapazität und Wasserspannung verrechnet, um deren Einfluss auf die Methanoxidation zu berücksichtigen. Die Faktoren steigen mit steigenden Werten für Temperatur (bis zu einem Optimum) und Luftkapazität an und nehmen mit steigender Wasserspannung ab. Je höher die Wasserspannung, desto geringer die Wasserverfügbarkeit und je höher damit die osmotische Belastung der Mikroorganismen. Dies bedingt eine entsprechende Abnahme der Methanoxidationskapazität. Für

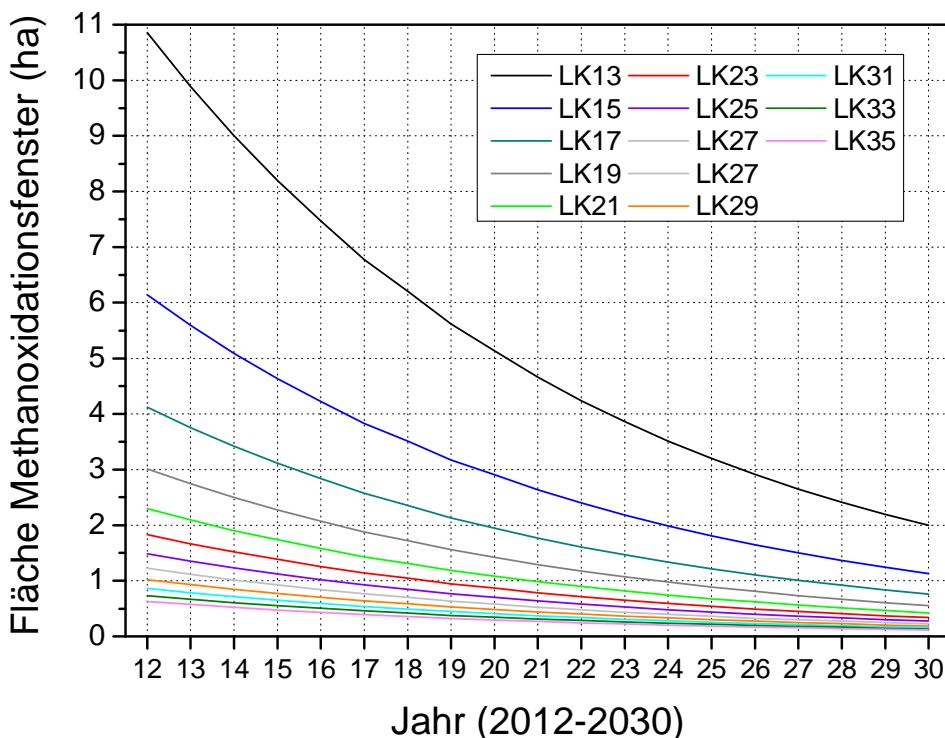
die Luftkapazität können im MOT durch neue Böden zu erzielende oder durch vorhandene Schichten vorgegebene Werte eingesetzt werden.

Bild 8 zeigt die in Abhängigkeit von der Luftkapazität zur Oxidation von 35 kg CH<sub>4</sub>/h (mittlere, durch die TNO-Szenarien prognostizierte Fracht für das Jahr 2012) notwendige Fläche eines Gasfensters mit MOS sowie die sich daraus ergebende massebezogene Oxidationsrate. Hierbei wurde ein Methanoxidationshorizont von 40 cm Mächtigkeit (mittlere Tiefe 20 cm) und eine Trockenrohdichte von 1,4 g/cm<sup>3</sup> angenommen.

Mit zunehmender Luftkapazität des Materials und damit zunehmendem Belüftungsgrad nimmt die zur Gasbehandlung notwendige Fläche ab. Entsprechend nimmt die pro Flächen- bzw. Masseeinheit bewirkte Oxidationsleistung zu. Diese liegt bei Luftkapazitäten von bis zu 38 % im plausiblen Bereich (bis 20 µg CH<sub>4</sub> g<sub>TS</sub><sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), höhere Oxidationsraten sind aus der Literatur nur selten bekannt [L6].



**Bild 8** Benötigte Fläche und entsprechende Methanoxidationsrate zum Abbau von 35 kg CH<sub>4</sub>/h (mittlere Fracht im Jahr 2012) in Abhängigkeit von der Luftkapazität des Materials



**Bild 9** Benötigte Fläche in Abhängigkeit von der Luftkapazität (LK) unter Berücksichtigung der mit dem Ablagerungsalter zurückgehenden Gasproduktion (für den Zeitraum 2012-2030)

Aufgrund der in Bild 6 gezeigten zeitlichen Entwicklung der Gasproduktion hängt die zur Methanoxidation erforderliche Fläche stark vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Systems ab. Dieser Zusammenhang ist für Bodenmaterialien mit verschiedener Luftkapazität in Bild 9 dargestellt. Es wird deutlich, dass beim Einsatz einer MOS mit einer Luftkapazität von  $LK \geq 22$  Vol. % eine Fläche von rund 2 ha ausreicht, um bereits 2012 die rechnerisch erwartete Methanbildung in der MOS vollständig zu oxidieren.

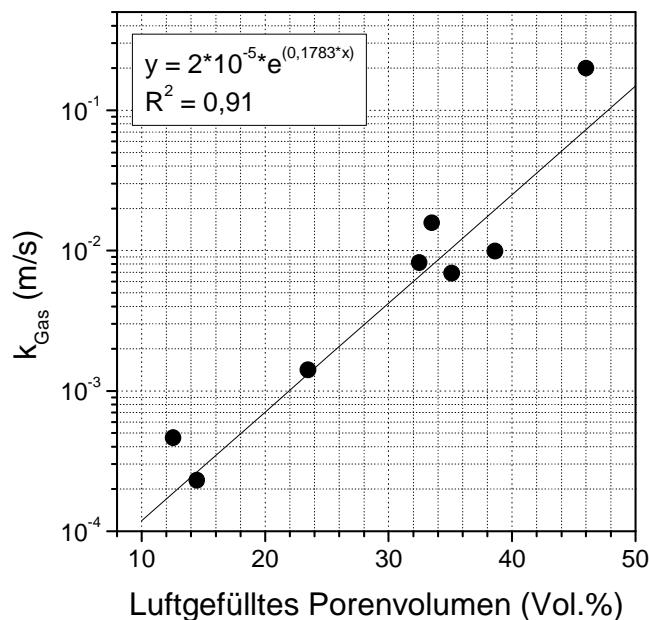
### 10.2.2 Dimensionierung der Gasverteilungsschicht (GVS)

Die Gasverteilungsschicht (GVS) dient der flächigen Vergleichmäßigung der Zugabe des aus der gasgängigen Ausgleichsschicht unterhalb der KDB anströmenden Gases in die Methanoxidationsschicht. Um eine bevorzugt horizontale Ausbreitung des Gases in der GVS zu erzielen, muss deren Permeabilität, gekennzeichnet durch den Koeffizienten  $k_{Gas}$ , gegenüber der Permeabilität der methanoxidierenden Schicht (MOS) deutlich erhöht sein, also

$$k_{Gas\_GVS} \gg k_{Gas\_MOS}.$$

Bild 10 zeigt, dass  $k_{Gas}$  mit steigendem Anteil luftgefüllten Porenvolumens exponentiell ansteigt (Messwerte an geschütteten Böden aus dem Forschungsvorhaben Mimethox). Im Fol-

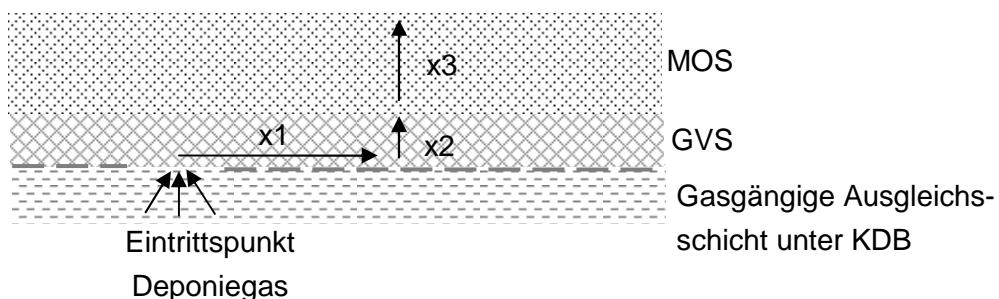
genden wird der Anteil luftgefüllten Porenvolumens vereinfacht mit der Luftkapazität des Materials gleichgesetzt.



**Bild 10** Permeabilitätskoeffizient  $k_{\text{Gas}}$  in Abhängigkeit vom luftgefüllten Porenvolumen (beachte: y-Achse logarithmisch skaliert)

Welchen Anforderungen das Material der GVS genügen muss, hängt damit maßgeblich von den Eigenschaften der Methanoxidationsschicht sowie von der Länge des horizontalen Transportweges (x) ab, über den das Gas vom Übergabepunkt aus der gasgängigen Ausgleichsschicht in der flächenhaften GVS verteilt werden soll.

Der Gastransport in GVS und MOS lässt sich schematisch wie folgt beschreiben:



$x_1$  = Distanz, über die das Gas vom Eintrittspunkt in die GVS horizontal migriert

$x_2$  = Mächtigkeit der GVS, hier mit 0,2 m angenommen

$x_3$  = Mächtigkeit der MOS, hier mit 0,8 m angenommen

**Bild: 11** Schema Gastransport in GVS und MOS

Die Umkehrung des Permeabilitätskoeffizienten ( $1/k_{\text{Gas}}$ ) beschreibt den Widerstand ( $R$ ), den das Material dem Gasstrom entgegen bringt (hier  $R_{\text{GVS}}$  und  $R_{\text{MOS}}$ ). Soll mit der GVS eine bevorzugt horizontale Strömung erzwungen werden, muss die Summe der Widerstände  $\Sigma(R)$  für den vertikalen Transport (durch GVS und MOS) deutlich größer sein als die Summe der Widerstände über die jeweilige Wegstrecke ( $x_1, x_2, x_3$ ) für den ausschließlich horizontalen Transport (nur durch die GVS), also

$$\Sigma(R_{\text{GVS}} \cdot x_1; R_{\text{GVS}} \cdot x_2; R_{\text{MOS}} \cdot x_3) >> \Sigma(R_{\text{GVS}} \cdot x_1; R_{\text{GVS}} \cdot x_2)$$

Der linke Term wird im Folgenden vereinfacht als  $\Sigma(R_V)$ , der rechte als  $\Sigma(R_H)$  bezeichnet.

Um bei der unbekannten Heterogenität des Gaseintritts eine Vergleichsmäßigung des Gasstroms in der GVS zu gewährleisten, muss Ziel der Kombination von Materialien für GVS und MOS sein, über möglichst weite bzw. über die erwartbaren maximalen Distanzen eine möglichst große Differenz zwischen  $\Sigma(R_V)$  und  $\Sigma(R_H)$  aufrechtzuerhalten.

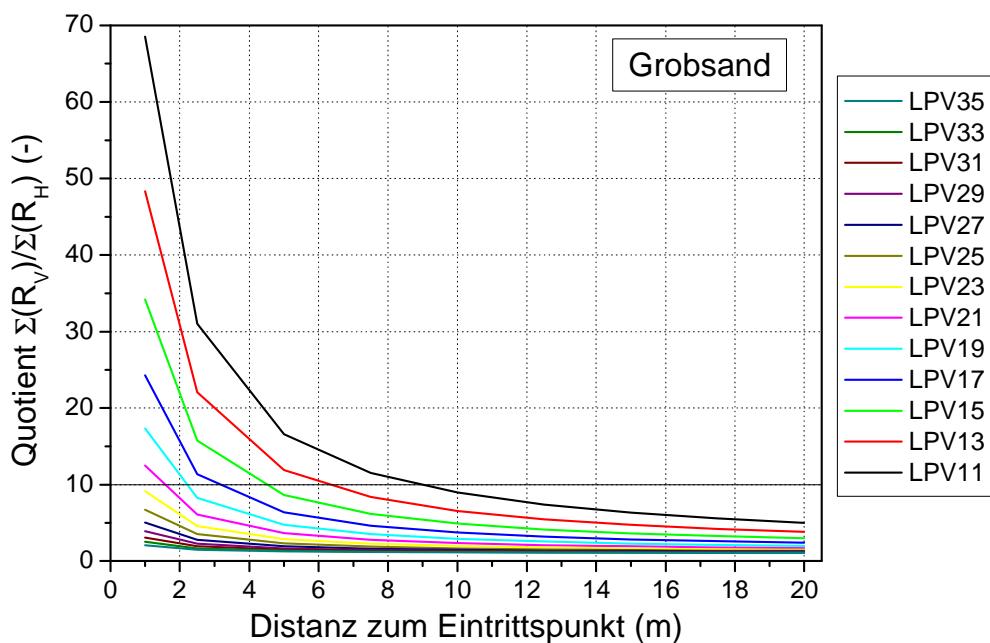
Zur Berücksichtigung von Effekten, die den Unterschied der Permeabilität zwischen GVS und MOS herabsetzen (z.B. stärkere Austrocknung der MOS oder Wasser in der GVS), wird für den Quotienten aus Summe der Widerstände für den vertikalen Transport und Summe der Widerstände für den horizontalen Transport ( $\Sigma(R_V)/\Sigma(R_H)$ ) einen Wert von mindestens 10 angestrebt, also

$$\Sigma(R_V)/\Sigma(R_H) \geq 10.$$

Für die Berechnungen des Quotienten wurden zwei Fälle betrachtet:

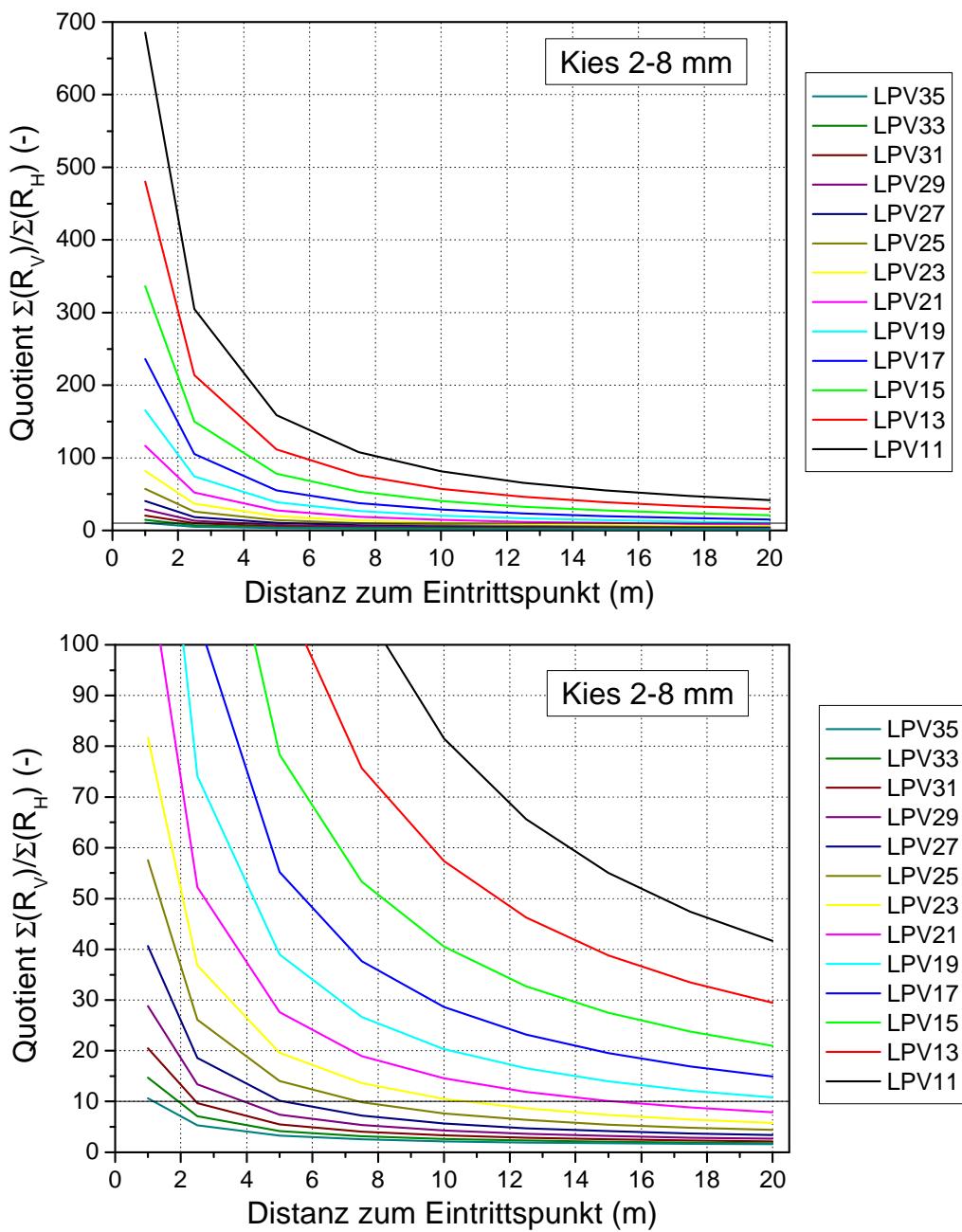
- GVS aus Grobsand, Luftkapazität = 33 Vol.%,  $k_{\text{Gas}} = 7,2 \cdot 10^{-3}$  m/s
- GVS aus Kies 2-8 mm, Luftkapazität = 46 Vol.%,  $k_{\text{Gas}} = 7,3 \cdot 10^{-2}$  m/s.

Bild 12 und Bild 13 zeigen die Änderung von  $\Sigma(R_V)/\Sigma(R_H)$  mit der Veränderung der Distanz zum Eintrittspunkt des Gases in die GVS in Abhängigkeit von der Luftkapazität der MOS, einmal für einen Grobsand als GVS-Material (Bild 12), einmal für 2/8 Kies (Bild 13). Es wird deutlich, dass der Quotient mit zunehmender Entfernung vom Eintrittspunkt des Gases stark abnimmt. Wird für die GVS ein Grobsand gewählt, kann die Bedingung  $\Sigma(R_V)/\Sigma(R_H) \geq 10$  über eine Distanz von maximal 9 m und für ein MOS-Material mit 11 % Luftkapazität erfüllt werden. Ist die Luftkapazität höher, kann  $\Sigma(R_V)/\Sigma(R_H) \geq 10$  maximal durch ein MOS-Material mit LK = 21% über eine Distanz von 1 m zum Eintrittspunkt gewährleistet werden.



**Bild 12** Quotient aus Summe der Widerstände  $\Sigma(R_V)/\Sigma(R_H)$  im Verhältnis zur Distanz zum Eintrittspunkt des Gases in die GVS, in Abhängigkeit von dem Anteil luftgefüllten Porenvolumens (LPV) der MOS (Material GVS = Grobsand)

Der nachfolgend betrachtete 2/8 Kies weist gegenüber dem Grobsand eine deutlich höhere Permeabilität und damit einen geringen Widerstand auf. Die Bedingung  $\Sigma(R_V)/\Sigma(R_H) \geq 10$  wird über eine Distanz von 10 m durch die Kombination mit MOS-Materialien mit Luftkapazitäten bis 23 Vol.% erfüllt (Bild 13 unten). Bei einer Distanz von 20 m wird die Bedingung durch MOS-Materialien mit Luftkapazitäten bis 19 Vol.% erfüllt.



**Bild 13** Quotient aus Summe der Widerstände  $\Sigma(R_V)/\Sigma(R_H)$  im Verhältnis zur Distanz zum Eintrittspunkt des Gases in die GVS, in Abhängigkeit von dem Anteil luftgefüllten Porenvolumens (LPV) der MOS (Material GVS = 2/8 Kies; untere Graphik: Ausschnitt für Quotienten mit Werten bis 100)

Tabelle 10 fasst die in Bild 12 und Bild 13 enthaltenen Informationen zum Verhältnis zwischen der Distanz zum Eintrittspunkt des Gases und der Luftkapazität der MOS in Abhängigkeit des GVS-Materials zusammen. Es wird deutlich, dass im Fall von Grobsand die Be-

dingung  $\Sigma(R_V)/\Sigma(R_H) \geq 10$  nur auf relativ kurzen Distanzen erfüllt wird, während die Verwendung von Kies die Nutzung einer sehr viel größeren Bandbreite von Luftkapazitäten der MOS erlaubt. Auf dieser Grundlage wird für die GVS ein Kies vorgeschlagen, um die Methanoxidationsleistung durch eine höhere Luftkapazität der MOS optimieren und die erforderliche Gesamtfläche der Methanoxidationsfenster im Vergleich zu einer Lösung mit einer GVS aus Grobsand niedrig halten zu können.

**Tabelle 10** Übersicht über Materialkombinationen, die die Bedingung  $\Sigma(R_V)/\Sigma(R_H) \geq 10$  erfüllen

Luftkapazität MOS (Vol.%)	Distanz zum Eintritts- punkt (m) - <b>Grobsand</b>	Distanz zum Eintritts- punkt (m) – <b>2/8 Kies</b>
11	9	>20
13	6	>20
15	4,5	>20
17	3	>20
19	2	20
21	1,5	15
23	<1	11
25	<1	7
27	<1	5
29	<1	4
31	<1	2,5
33	<1	2
35	<1	1

### 10.3 Konstruktive Gestaltung der passiven Entgasung

Aus der Abschätzung des zu behandelnden Gasvolumens und der Dimensionierung der passiven Entgasung ergeben sich für die konstruktive Gestaltung der Methanoxidationsfenster folgende grundsätzlichen Vorgaben:

- Auf der sicheren Seite liegend wird für 2012 ein Mittelwert der Gasproduktion von  $49 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{h}$  angenommen (entspricht einer Bildung von  $35\text{kg CH}_4/\text{h}$ ; Tendenz abnehmend).
- Beim Einsatz einer Methanoxidationsschicht mit einer Luftkapazität von mindestens rund 20 Vol. % reicht eine Fläche von rund 2 ha aus, um für 2012 erwartete Methanbildung in der MOS zu oxidieren.

- In der Gasverteilungsschicht aus Kies kann unter einer solchen Methanoxidationsschicht das aus der gasgängigen Ausgleichsschicht zuströmende Deponiegas über eine horizontale Distanz von ca. 20 m verteilt werden.

Auf der Grundlage dieser Vorgaben sowie der vorliegenden Daten zur Bodenluftzusammensetzung (siehe Bilder 3 und 4) wird die passive Entgasung der Deponie Butzweilerstraße wie folgt gestaltet:

Methan wurde in der Bodenluft insbesondere in den östlichen und südlichen Bereichen der Deponie festgestellt. Nach der Herstellung der Oberflächenabdichtung kann das methanhaltige Deponiegas nicht mehr flächig in vertikaler Richtung über die Bodenabdeckung emittieren, sondern wird in der gasgängigen Ausgleichsschicht gesammelt und migriert dort horizontal unter der KDB zu den randlichen Hochpunkten des Abdichtungssystems entlang der vorhandenen Randwälle. An den westlichen, östlichen und südlichen Rändern der Oberflächenabdichtung werden daher umlaufende Methanoxidationsfenster mit einer Gesamtfläche von 0,7 ha angeordnet. Ihre Lage kann Anlage 7.1 entnommen werden. Anlage 7.2 (rechts oben) sowie die Schnitte in der Anlage 9 zeigen den konstruktiven Aufbau dieser randlichen Methanoxidationsfenster. Die gasgängige Ausgleichsschicht wird randlich unter der KDB herausgeführt, so dass das Gas von unten in die horizontal eben eingebaute Gasverteilungsschicht (GVS) und von dort in die als Methanoxidationsschicht ausgebildete Rekultivierungsschicht gelangen kann. Die Übergänge von Oberboden zu Unterboden sowie von Unterboden zur GVS werden filterstabil aufgebaut.

Um die insbesondere im Osten und Süden der Deponie erwarteten Methanfrachten aufzunehmen und oxidieren zu können, werden dort zusätzlich in der Fläche Methanoxidationsfenster mit einer Gesamtfläche von rund 1,3 ha hergestellt (Lage siehe Anlage 7.2, Konstruktion siehe Anlage 7.2 sowie Schnitte 6 und 8 in Anlage 9.2). Den in der Fläche angeordneten Methanoxidationsfenstern wird das Deponiegas aus der gasgängigen Ausgleichsschicht über eine, die Dichtung durchdringende Rohrverbindung zugeführt, die mit der KDB wasserdicht verschweißt wird (siehe Anlage 7.2, Methanoxidationsfilter mit Dichtungsdurchdringung). Die flächigen Methanoxidationsfenster werden als rund 10 m bis 20 m breite, linienförmige Konstruktionen („Methanoxidationsstränge“) hergestellt, die annähernd parallel zu den Deponierändern verlaufen. In der Längsachse der Methanoxidationsstränge wird von einer Dichtungsdurchdringung zur nächsten ein geschlitztes Rohr verlegt, durch das sich das Gas über eine Länge von rund 20 m in der GVS verteilen kann. Zwei parallel verlaufende Methanoxidationsstränge werden durch einen schmalen Abschnitt mit „normaler“ Rekultivierungsschicht getrennt.

Da die Heterogenität des Abfallkörpers nicht bekannt ist, kann nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Methanoxidationsstränge zeitweise bevorzugt durch methanhaltiges Deponiegas angeströmt werden und diese dann ggf. überlastet sowie andere Stränge unterfordert werden. Daher werden die parallel verlaufenden Methanoxidationsstränge in Querrichtung

von einer Dichtungsdurchdringung zur benachbarten durch Vollrohre DN 100 verbunden, die im Normalbetrieb durch Sperrhähne abgeriegelt sind. Jede Dichtungsdurchdringung erhält einen unter Flur ausgebauten Schacht (DN 300), über den die Sperrhähne der Vollrohre bei Bedarf zur Ermöglichung der Verteilung von Deponiegas von einem Methanoxidationsstrang zum nächsten bedient werden können. Eine solche Bedienung der Sperrhähne soll allerdings ausschließlich dann erfolgen, wenn das Monitoring der Methanoxidationsfenster in den ersten Jahren nach Herstellung Hinweise auf eine nicht ausreichende Methanoxidation in einzelnen, überlasteten Methanoxidationsfenstern ergeben sollte. Anfangs wird ein vierteljährliches Monitoring mit FID-Begehung empfohlen, das in Abhängigkeit von den Ergebnissen extensiviert werden kann. Langfristig ist mit einer weiteren Abnahme der Gasbildung und somit auch des Erfordernisses der Methanoxidation zu rechnen.

## 11 Verkehrliche Erschließung / Infrastruktur

### 11.1 Randbedingungen

Die Planung der zukünftigen Infrastruktur auf der Fläche setzt folgende Planungsvorgaben um:

- Der vorhandene Spazierweg soll in ähnlicher Lage wieder hergestellt werden, um langfristig eine in Nord-Südrichtung verlaufende Achse für Spaziergänger und Radfahrer vorzuhalten.
- Eine Schaffung von Freizeit-, Grill- oder Liegeplätzen ist unerwünscht.
- Die Zugänglichkeit für die Öffentlichkeit in die Fläche hinein soll begrenzt bzw. gezielt gelenkt oder erschwert werden.

### 11.2 Spazierweg

Der in Nord-Südrichtung verlaufende Spazierweg soll befestigt ausgeführt werden, so dass er mit leichtem Gerät (Mähdrescher für an den Spazierweg angrenzende Grasflächen etc.) befahrbar ist.

Bis zu einer ausreichenden Entwicklung des Bewuchses können temporäre Schutzzäune zumindest für Teilflächen erforderlich sein. Mittel- und langfristig wird jedoch angestrebt, auf Zäune vollständig zu verzichten und Begrenzungen der Zugänglichkeit von Teilflächen durch gezielten Bewuchs mit dichten Gebüschen, Hecken o.a. mit einem gewissen Anteil an Dornstraucharten wie Weißdorn, Schlehen und Rosaceen zu erreichen. Insbesondere die Zugänglichkeit der Randbereiche, in denen die Methanoxidationsschicht zur passiven Entgasung angeordnet sind, soll durch dichte Gebüsche mit Dornsträuchern erschwert werden. Auch die Zugänglichkeit der Uferbereiche des Rückhalteteichs ist zu begrenzen, um Badebetrieb, Schlittschuhlaufen etc. zu unterbinden.

Zur Querung der Ablaufmulde im Süden und der Überlaufschwelle im Norden wird der Spazierweg über einen kleinen Damm mit muldenaufwärts gelegenem Kiesfenster (siehe unten) bzw. über eine Holzbrücke geführt. Die Holzbrücke ist nach den gängigen Regeln herzustellen, zu gründen und einzubauen.

### 11.3 Messstellen

Die auf dem Nordteil der Altdeponie Butzweilerstraße befindlichen Grundwassermessstellen sind auch nach der Oberflächenabdichtung der Deponie für den weiteren Betrieb vorgesehen. Hierfür werden diese verlängert und nach dem Stand der Technik an die Dichtung angeschlossen. Der Ausbau kann ggf. unter Flur erfolgen.

Die vorhandenen Sickerwassermessstellen (siehe Anlage 3.1) werden im Zuge der Oberflächenabdichtung fachgerecht rückgebaut und stillgelegt. Ein weiterer Betrieb ist nicht geplant.

Im Randbereich ist der Einbau von Bodenluftpegeln zur Kontrolle der Methanoxidation (siehe Kapitel 10) vorgesehen. Die Lage der insgesamt zehn vorgesehenen Bodenluftpegel ist der Anlage 7.1 zu entnehmen.

Detaillierte Angaben zum Bestand der jeweiligen Messstellen sind Kapitel 3.8.4 zu entnehmen.

### 11.4 Holzbrücke

Die Holzbrücke mit einer Länge von 10,0 m und einer Breite von 3,5 m zur Kreuzung der Überlaufschwelle im Norden ist als Holzkonstruktion mit einer Tragwerkskonstruktion aus Stahl geplant.

Zur Gründung der o.g. Holzbrücke werden Auflagerpunkte in Form von Gründungspfählen hergestellt. Der Spazierweg wird schlüssig an die Holzbrücke angeschlossen. Die Tragwerkskonstruktion aus Stahl ist mit der Geländerkonstruktion aus Holz zu verkleiden. Die Kunststoffdichtungsbahn der Überlaufschwelle wird an die Gründungspfähle angeschlossen. Im Zuge der weiteren Planung sind die Querschnitte der Tragelemente sowie die Gründung zu detaillieren.

Die Holzbrücke ist von unten nach oben gekennzeichnet durch folgenden Aufbau (siehe Anlage 8.1):

- Gründungspfahl HEB als Auflager für Lastabtrag, ggf. mit Stahlbetonfundament
- Längsträger HEB als Hauptträger
- Querträger HEB
- Kantholz aus Eiche als Lagerholz
- Bohlen aus Eiche mit rutschfester Oberfläche
- Anprallschutz und Handlauf bzw. Geländer

## 11.5 Querung der Ablaufmulde im Süden

Zur Querung der Ablaufmulde mit dem Spazierweg im Süden wird der für das Oberflächenabdichtungssystem der Ablaufmulden typische Aufbau entlang des Spazierweges unterbrochen. Hierfür wird der Aufbau des Spazierweges durch die Ablaufmulde hindurchgeführt.

Zur Vermeidung einer Vernässung bzw. zur Vermeidung von Erosionsschäden des Spazierweges infolge eines Oberflächenabflusses innerhalb der Ablaufmulde ist direkt oberhalb dieses Spazierweges ein Kiesfenster im Oberflächenabdichtungssystem der Ablaufmulde vorgesehen. Dieses Kiesfenster erfasst die gesamte Ablaufmulde (Breite ca. 10m) und wird auf die OK des sandigen Unterbodens eingebaut. Seitlich ist dieses Kiesfenster vor dem Eintrag von Feinpartikeln durch ein Trenn- und Filtervlies zu sichern.

## 12 Begrünungskonzept

### 12.1 Randbedingungen

Das Begrünungs- und landespflegerische Maßnahmenkonzept wurde zum einen im Hinblick auf die naturschutzfachlich erforderlichen Kompensationsmaßnahmen mit besonderer Berücksichtigung der artenschutzrechtlichen Erfordernisse, v.a. für die Kreuzkröte und den Feldschwirl entwickelt. Zum anderen sind wesentliche Vorgaben aus der technischen Planung zur Oberflächenabdichtung und Gestaltung der Deponieoberfläche zu berücksichtigen.

Die landespflegerischen Maßnahmen werden so gestaltet, dass artenschutzrechtlich relevante Arten am Standort erhalten und zerstörte Biotope wieder hergestellt bzw. die Beeinträchtigungen von Biotopen durch die Begrünung der neuen Deponieoberfläche kompensiert werden können.

Die Maßnahmen dienen auch der geplanten Nutzung der Flächen als Teil des regionalen Grünzuges vom Blücher Park zum Kölner Norden.

Eine Darstellung der naturschutzfachlichen Belange, die Bestandsanalyse, Ermittlung von Eingriffen und Darstellung von Maßnahmen zur Kompensation sowie des Artenschutzes erfolgt im Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) in der Anlage 12.

### 12.2 Teilflächenspezifische Begrünung

Die Ziele der Begrünung aus technischer Sicht sind der Schutz der Oberfläche vor Wind- und Wassererosion und das Erreichen eines möglichst hohen Wasserverbrauchs durch den Bewuchs zur Minimierung der Dränspende aus der Rekultivierungsschicht in das Entwässerungssystem. Dazu ist eine Vegetationsschicht aus geeigneten Gehölzen und Krautbeständen mit einem großen Interzeptions- und Evapotranspirationsvermögen vorgesehen, die auch dem Erosionsschutz durch Bodenbedeckung und Bewurzelung dient. Die Dauerhaftigkeit und Stabilität der Begrünung ist durch Pflegemaßnahmen zu gewährleisten.

Aus naturschutzfachlicher Sicht ist die Entwicklung möglichst hochwertiger Biotope zur Kompensation der Lebensraumverluste und Wiederherstellung der Funktionen des Naturhaushaltes anzustreben. Ein wesentliches Ziel dabei ist der Erhalt artenschutzrechtlich relevanter Arten am Standort, wofür die Lebensbedingungen der planungsrelevanten Arten gleichwertig wiederherzustellen oder zu verbessern sind. Für die dafür benötigten Flächen (offene Ruderalfächen, zeitweise vernässte Mulden und grabbare Landhabitatem für die Kreuzkröte, Seggenbiotope) ergeben sich andere Ansprüche an die Gestaltung des Bewuchses als bei den oben genannten Gehölzen. Im Ergebnis sollen alle Beeinträchtigungen, die durch die Baumaßnahmen zur Oberflächenabdichtung entstehen, durch die Begrünung und Neugestaltung der Oberfläche möglichst kompensiert werden.

### 12.2.1 Begrünung in offenen Ruderalflächen

Die zentralen Offenlandbereiche sind mit einer standortgerechten, regionaltypischen Saatgutmischung für Biotopflächen mit gebietseigenen Wildkräutern anzusäen. Die Ansaat erfolgt auf einem mageren, sandigen Substrat.

Das Mahdregime der Flächen wird an den Entwicklungszustand der Ruderalfuren angepasst. Zunächst ist im Turnus von 3 Jahren die Mahd von jeweils einem Drittel der Flächen vorgesehen; die übrigen Flächen werden in diesem Jahr nicht gemäht. Damit wird gewährleistet, dass die Flächen durch eine regelmäßige Mahd offen gehalten werden, jedoch jeweils Teilbereiche mit Hochstauden und vertrockneten Pflanzenresten als Habitatstrukturen für den Feldschwirl vorhanden sind.

Insgesamt umfassen diese Flächen ca. 4,6 ha.

### 12.2.2 Begrünung in Gehölzflächen

Vor allem im Norden der Altdeponie und in ihren Randbereichen werden waldartige Gehölzflächen entwickelt. Dazu ist die Pflanzung eines Vorwaldes mit mittelgroßen Bäumen 2. Ordnung vorgesehen. Auf Flächen außerhalb der Ablagerungsgrenzen wird ein Vorwald mit einem Anteil von höheren Bäumen wie der Eiche gepflanzt. Als Übergang zu den offenen Flächen ist ein gestufter Waldmantel überwiegend aus Sträuchern vorgesehen.

Am Rückhalteteich ist eine Pflanzung aus dornenreichen Sträuchern geplant, um die Zugänglichkeit der Wasserflächen zu erschweren und die Entwicklung von ungestörten Bereichen zu fördern. Ebenso ist eine Hecke aus Dornensträuchern, die vor allem einer Zutrittsbeschränkung der angrenzenden Methanoxidationsflächen dient, entlang des Zufahrtsweges im Süden vorgesehen.

Die Pflanzung erfolgt mit standortgerechten Gehölzen mit einem Anteil an immergrünen Arten als verpflanzte Heister meist mit Ballen in einer Pflanzgröße von 100 bis 150 bzw. verpflanzte Sträucher ohne Ballen in einer Pflanzgröße von 60 bis 100. An den Gehölzrändern sollen Heister mit einer höheren Pflanzgröße von 150 bis 250 als Strukturelemente für den Feldschwirl gepflanzt werden.

Zur Vorbeugung der Windwurfgefahr werden keine Bäume 1. Ordnung gepflanzt. In den Randbereiche werden gestufte Saumgesellschaften entwickelt.

Insgesamt sind Gehölzflächen ca. 4,7 ha vorgesehen.

### 12.2.3 Landschaftsgestaltung in Bereichen des Rückhalteteichs

Der Rückhalteteich wird durch eine Modellierung mit Böschungen unterschiedlicher Neigungen und Längen abwechslungsreich und landschaftsgerecht gestaltet. Vorgesehen sind Flachwasserzonen und die naturnahe Vegetationsentwicklung der Uferzonen.

Dazu werden zunächst die im Osten der Altdeponie vorhanden Großseggenrieder durch ein Abstechen der Bestandssoden und Wiedereinpflanzen im Uferbereich des Teiches versetzt.

Für die übrigen Uferbereiche des Rückhalteteichs ist eine Initial-Pflanzung von Röhrichtmaten vorgesehen.

Die Röhrichtzone umfasst zusammen ca. 0,31 ha, die sich an die Wasserfläche des Rückhalteteiches mit einer Größe von ca. 1,3 ha anschließen.

#### **12.2.4 Begrünung der Methanoxidationsflächen**

Auf den Methanoxidationsflächen im Osten und Süden der Deponie wird Landschaftsrassen mit Kräutern eingesät. Die Flächen sind zunächst durch einmalige Mahd pro Jahr extensiv zu pflegen. Mittelfristig können hier Ruderalfuren durch eine Reduzierung der Pflege entwickelt werden.

Der Umfang der Mähwiesen beträgt ca. 1,5 ha.

### **12.3 Artenschutzrechtliche Belange**

Von besonderer Bedeutung zur Umsetzung der artenschutzrechtlichen Belange ist die Ausführung der Baumaßnahmen in Bauabschnitten über einen Zeitraum von 3 Jahren. Damit kann der Schutz der vorhandenen Biotope vor allem für die Kreuzkröten und den Feldschwirl bis zur Bereitstellung der neuen Ersatzlebensräume gewährleistet werden. Diese Maßnahmen werden als vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen) dargestellt.

#### **12.3.1 Biotope für Kreuzkröte**

Im Anschluss an die Ablaufmulden West und Ost werden flache Mulden mit ca. 50 bis 150 m<sup>2</sup> Größe mit einer periodischen Wasserführung als Laichbiotope hergestellt. Ein Durchfluss der Laichbiotope wird durch die Lage der Biotope im Randbereich der Abflussmulden vermieden. Die Mulden werden sonnenexponiert und vegetationslos angelegt; im Anschluss daran werden sandig-kiesige Bereiche als Landhabitat entwickelt.

Durch die Bereitstellung von Teilflächen im 1. Jahr als gesicherter Ersatzlebensraum während der Bauphase können die adulten Kreuzkröten, Laichschnüre und Kaulquappen im 2. Jahr eingesammelt und in das Ersatzhabitat umgesiedelt werden. Weitere Ersatzbiotope werden im 3. Jahr hergerichtet.

#### **12.3.2 Biotope für Feldschwirl**

Zur Biotopgestaltung für den Feldschwirl sind Lebensräume aus dauerhaft offenen Ruderalfuren mit angrenzenden Gehölzstrukturen zu schaffen.

Dies erfolgt durch die Ansaat von Ruderalfuren und die Pflanzung von Gehölzbeständen mit strukturierten Gehölzrändern. Von besonderer Bedeutung ist die regelmäßige Mahd der Ruderalfuren zur Offenhaltung der Flächen.

## 12.4 Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP) mit artenschutzrechtlichem Beitrag

Die Herstellung der Oberflächenabdichtung ist mit Eingriffen in Natur und Landschaft verbunden, die in einem Landschaftspflegerischen Begleitplan ermittelt werden. Vorschläge zur Kompensation werden im Hinblick auf die Begrünung der neu gestalteten Deponieoberfläche gemacht.

Im Landschaftspflegerischen Begleitplan werden die Eingriffe in Natur und Landschaft sowie Maßnahmen zur Kompensation in Verbindung mit den Belangen des Artenschutzes dargestellt.

Zur Bestandserfassung wurden vorliegende Daten (Raskin, [U7] und [U8]) ausgewertet und durch eine aktualisierende Biotoptypenkartierung und eine faunistische Ortsbegehung ergänzt.

Die Leistungsfähigkeit und Empfindlichkeit des Bestandes wurden nach den Zielen und Grundsätzen des Naturschutzes und der Landschaftspflege gemäß dem Verfahren der numerischen Bewertung von Biotoptypen für die Eingriffsregelung in Nordrhein-Westfalen ([R17]) bewertet.

Bei der Ermittlung der Konflikte ist davon auszugehen, dass im gesamten Baubereich innerhalb der Rodungsgrenzen ein Verlust der Lebensräume und Biotoptypen aus Gehölzbeständen, Ruderalfluren und sonstigen Biotoptypen erfolgt.

Die Neugestaltung der Deponieoberfläche nach der Oberflächenabdichtung wurde in einem Planungs- und Abstimmungsprozess hinsichtlich der technischen Erfordernisse und des Erreichens einer hohen ökologischen Wertigkeit mit Berücksichtigung der artenschutzrechtlichen Belange und des Erholungswertes optimiert.

In einer Bilanzierung wurden die sich aus dem Projekt ergebenden Eingriffe in Natur und Landschaft ermittelt sowie den Maßnahmen zur Vermeidung und Kompensation der Eingriffe gegenübergestellt.

Im Anhang des LBP werden in einem Artenschutzrechtlichen Beitrag die artenschutzrechtlichen Belange, detailliert dargelegt.

Als Ergebnis des landschaftspflegerischen Begleitplanes wurde dargelegt, dass die ökologische Wertigkeit der Flächen nach dem Bau der Oberflächenabdichtung durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen zur Schaffen vielfältiger Biotope mit dem Ausgangszustand vergleichbar ist und die zu erwartenden Eingriffe in Natur und Landschaft durch die aufgezeigten landespfliegerischen Maßnahmen vollständig kompensiert werden können.

## 13 Bauablaufplanung

### 13.1 Randbedingungen

Die Bauablaufplanung orientiert sich an folgenden Grundlagen:

- Aufgrund der großen Fläche von ca. 15 ha ergibt sich ein erforderlicher Ausführungszeitraum von ca. 3 Jahren.
- Die Fläche lässt sich in Anlehnung an die geplanten Entwässerungseinrichtungen (Rückhalteteich, Ablaufmulden) und die geplante Begrünung in 3 Bauabschnitte (BA) gliedern.
- Lebensräume, die für die Umsiedelung von Arten (Kreuzkröte) am Standort benötigt werden, müssen zunächst mit ausreichendem zeitlichen Vorlauf geschaffen werden bevor die vorhandenen Lebensräume dieser Arten in den folgenden Bauabschnitten überbaut werden.
- Die vorgesehenen Versickerungen (Versickerung Nord und Versickerung Süd) sind zeitlich vor den jeweiligen Einzugsgebieten herzustellen, um eine kontrollierte Entwässerung der fertiggestellten Flächen zu gewährleisten.
- Die Zu- und Abfahrt für den anfallenden Lieferverkehr der Baumaßnahme erfolgt zum Schutz der im Süden anstehenden Wohngebiete vor Lärmbelastung grundsätzlich von und nach Norden mit variabler örtlicher Zufahrt auf die jeweiligen Baufelder der einzelnen Bauabschnitte (siehe Anlage 10).

### 13.2 Bauablauf

#### 13.2.1 Bauabschnitt I (1. Jahr, ca. 4,3 ha)

Der Bauabschnitt I (siehe Anlage 10) umfasst die nördlichen Bereiche der Altdeponie Butzweilerstraße und wird weiter in die Bauabschnitte Ia und Ib gegliedert. Der Rückhalteteich und die angrenzenden Gehölzflächen sind Bestandteil des Bauabschnittes Ia. Die Versickerung Nord, die Überlaufschwelle sowie die angrenzenden nicht abzudichtenden Böschungen bilden den Bauabschnitt Ib.

Die Zufahrt erfolgt im Norden im Bereich des derzeitigen Spazierweges von der Butzweilerstraße nahe der Kreuzung Butzweilerstraße / Alte Escher Straße. Es besteht die Möglichkeit, den Baustellenverkehr entlang des derzeitigen Spazierweges parallel zur BAB 57 abzuführen (siehe Kapitel 13.3).

Die Baustelleneinrichtung sowie die erforderlichen Zwischenlagerflächen sind in Bauabschnitt Ib geplant.

Folgender Bauablauf ist geplant:

1. Einrichtung der Baustelle, Herstellen der Zufahrten und Lagerflächen
2. Entfernen des Bewuchses
3. Profilierung der Oberfläche
4. Herstellen der Versickerung Nord
5. Herstellen des Rückhalteteiches (Oberflächenabdichtung)
6. Anschluss an Versickerung Nord
7. Oberflächenabdichtung der restlichen Bereiche
8. Herstellung der Lebensräume für die Kreuzkröte
9. Herstellen der passiven Entgasung in Randbereichen
10. Begrünung überwiegend mit Gehölzen

### **13.2.2 Bauabschnitt II (2. Jahr, ca. 4,0 ha)**

Der Bauabschnitt II (siehe Anlage 10) umfasst die südwestlichen, im Bereich des Abfallcenters Ossendorf gelegenen sowie die südöstlichen Bereiche der Altdeponie Butzweilerstraße im Bereich der geplanten Versickerung Süd und wird in die Bauabschnitte IIa und IIb gegliedert. Die Ablaufmulde West sowie die zugehörigen Einzugsflächen sind Bestandteil des Bauabschnittes IIa. Die Versickerung Süd sowie Teile der Ablaufmulde Ost und die zugehörigen nördlich der BAB 57 zugewandten Einzugsgebiete bilden den Bauabschnitt IIb.

Die Zufahrt auf die Baufläche erfolgt von Süden im Bereich des derzeitigen Spazierweges (siehe Kapitel 13.3).

Die Baustelleneinrichtung sowie die erforderlichen Zwischenlagerflächen sind in Bauabschnitt IIb geplant. Folgender Bauablauf ist geplant:

1. Einrichtung der Baustelle, Herstellen der Zufahrten und Lagerflächen
2. Entfernen Bewuchs
3. Herstellung und Anschluss der Ablaufmulde West
4. Herstellen der Versickerung Süd
5. Profilierung und Abdichtung der Oberfläche
6. Herstellen der passiven Entgasung in Randbereichen und in der Fläche
7. Begrünung der Flächen
8. Bepflanzung der Randbereiche insbesondere im Bereich der passiven Entgasung

### 13.2.3 Bauabschnitt III (3. BA, ca. 5,7 ha)

Der Bauabschnitt III (siehe Anlage 10) umfasst die restlichen Flächen im Bereich des bestehenden Lärmschutzwalles zur BAB 57 sowie wesentliche Teile der Ablaufmulde Ost samt zugehöriger Einzugsflächen und Methanoxidationsfenster.

Die Zufahrt auf die Baufläche erfolgt von Süden im Bereich des derzeitigen Spazierweges (siehe Kapitel 13.3).

Die Baustelleneinrichtung sowie die erforderlichen Zwischenlagerflächen sind in den südlichen Bereichen des Bauabschnittes III geplant.

Folgender Bauablauf ist geplant:

1. Umsiedelung von Arten (Kreuzkröte)
2. Einrichtung der Baustelle, Herstellen der Zufahrten und Lagerflächen
3. Entfernen Bewuchs
4. Herstellung und Anschluss der Ablaufmulde Ost
5. Profilierung und Abdichtung der Oberfläche
6. Herstellen passive Entgasung in Randbereichen und in der Fläche
7. Begrünung der zentralen Flächen
8. Bepflanzung der Randbereiche insbesondere im Bereich der passiven Entgasung mit Gebüschen

### 13.3 Baustellen- und Lieferverkehr

Die geplante Route für den Baustellen- und Lieferverkehr ist der Anlage 10 zu entnehmen. Im Zuge der Profilierung fallen bauabschnittsabhängig folgende Gesamtmassen an Lieferböden an:

- 1. BA: ca. 5.000 m<sup>3</sup>
- 2. BA: ca. 21.000 m<sup>3</sup>
- 3. BA: ca. 31.000 m<sup>3</sup>

Im Zuge der Herstellung des Oberflächenabdichtungssystems fallen bauabschnittsabhängig folgende Gesamtmassen an Lieferböden (Trisoplast, Rekultivierungsboden, Sandschicht) an:

- 1. BA: ca. 50.000 m<sup>3</sup>
- 2. BA: ca. 37.000 m<sup>3</sup>
- 3. BA: ca. 64.000 m<sup>3</sup>

Aus den o.g. Volumina ergeben sich bei Berücksichtigung einer Ladekapazität von ca. 12 m<sup>3</sup> pro LKW bauabschnittsabhängig folgende Anzahl an LKW-Fahrten:

- 1. BA: ca. 420 + 4.200 = 4.620 LKW-Anlieferungen Lieferböden
- 2. BA: ca. 1.750 + 3.100 = 4.850 LKW-Anlieferungen Lieferböden
- 3. BA: ca. 2.600 + 5.400 = 8.000 LKW-Anlieferungen Lieferböden

Zu den o.g. Lieferböden müssen zusätzlich die KDB sowie Dränmatte als Material geliefert werden. Die sich daraus ergebenden LKW-Fahrten sind vergleichsweise gering und damit vernachlässigbar (ca. 40 bis 80 LKW-Fahrten pro Bauabschnitt bzw. Jahr). Weitere Einzelfahrten im Zuge der Baustelleneinrichtung etc. sind nicht berücksichtigt.

Für die Tagesspitzenwerte im LKW-Verkehr ergeben sich 12 bis zu 20 – im Mittel 16 – Anlieferungen per LKW pro Stunde. Bei acht Stunden Anlieferungsdauer (Anlieferungszeit voraussichtlich von ca. 7.00 Uhr bis 15 Uhr) erfolgen 96 bis zu 160 LKW-Anlieferungen. Der Mittelwert solcher Spitzenanlieferungstage liegt somit bei 128 LKW-Anlieferungen pro Tag.

Um eine Aussage bzgl. der Anlieferungszeit am Tag (s.o.) treffen zu können, wird davon ausgegangen, dass bis zu 2 Stunden Nachlauf im Einbau etc. notwendig sind, um die angelieferten Materialien einzubauen. Die geschätzte Gesamtarbeitszeit beläuft sich auf ca. zehn Stunden von denen die ersten acht Stunden vorzugsweise angeliefert werden. Es ist ein Bauablauf „just-in-time“ vorgesehen, so dass Liefermaterialien vorzugsweise gleich eingebaut und lange Lagerzeiten vermieden werden sollen. Aufgrund von Bauverzögerungen o.ä. kann es notwendig werden, größere Massen an Liefermaterial und/oder -böden zwischenzulagern. Dies kann zeitliche Verschiebungen in der Anlieferung und damit auch dem Einbau zur Folge haben. Aufgrund von Verzögerungen oder äußeren Einwirkungen kann ebenfalls – insbesondere in den Sommermonaten – eine Verlängerung der Anlieferungs- und damit der Gesamtarbeitszeit notwendig werden. Die o.g. Anlieferungszeiten und/oder -dauern beschreiben den Regelfall.

Unter Berücksichtigung von ca. 6 Monaten Anlieferungs- und Einbauzeit ergeben sich ca. 120 Arbeitstage. An diesen Arbeitstagen können maximal ca. 180.000 m<sup>3</sup> angeliefert werden (Mittelwert). Es ist davon auszugehen, dass die o.g. Tagesspitzenwerte an bis zu der Hälfte dieser Tage erreicht werden können. Diese Tagesspitzenwerte werden aller Voraussicht nach bei den Profilierungsarbeiten (nicht beim 1. BA) sowie dem Einbau der Rekultivierungsschicht verstärkt eintreten.

### 13.4 Bauwasserhaltung / Schwarzwasser

Im Zuge der Profilierungsarbeiten bei der Herstellung der Oberflächenabdichtung ist sicherzustellen, dass sämtliche erforderlichen Maßnahmen ergriffen werden, um während der Baudurchführung

- anfallendes unbelastetes Oberflächenwasser und

- im Rahmen der Baumaßnahme auf freigelegten Deponiebereichen oder im Anschnitt von Hausmüll anfallendes Wasser (nachfolgend als Schwarzwasser bezeichnet) zu fassen und schadlos abzuführen.

Folgende Aspekte sind zu berücksichtigen:

- Es ist sicher zu stellen, dass es nicht zu einer Vermischung von Schwarz- und Weißwasser kommt. Als Schwarzwasser wird Wasser mit Fremdbeimengungen und Schadstoffen (kontaminiert) bezeichnet, welches gesondert gefasst und abgefahren werden muss. Grundsätzlich ist bei Wasser, welches aus offenen Profilbereichen abläuft, von Schwarzwasser auszugehen. Weißwasser bezeichnet nicht oder nur gering kontaminiertes Bauwasser, welches in seiner Beschaffenheit ohne vorherige Behandlung eingeleitet bzw. versickert werden darf. Es ist insbesondere sicherzustellen, dass ggf. auftretende Zwischenabflüsse aus dem Deponiekörper infolge von Boden- und Abfallanschnitten nicht in Böschungsbereiche auf bereits abgedichtete Flächen oder Flächen zur gezielten Weißwasserfassung und -ableitung ablaufen.
- Für alle Bauzwischenzustände sind in ausreichendem Umfang Vorrichtungen (Pumpen, Pumpensümpfe, fliegende Leitungen u.ä.) vorzuhalten, einzubauen und zu betreiben sowie Verwallungen herzustellen, um sicher zu stellen, dass Schäden bei Starkniederschlägen vermieden werden, bzw. dass es nicht zu einem Ablaufen von Schwarzwasser in Weißwasserbereiche kommt.
- Der Pumpbetrieb erfordert Schmutzwassertauchpumpen und entsprechend hochwertige Schläuche.

Der Umgang mit anfallendem Schwarzwasser ist auf zwei Weisen vorgesehen:

- In Böschungsbereichen oder an Böschungsfußpunkten anfallendes Schwarzwasser ist zu sammeln und über fliegende Rohrleitungen mittels Pumpen in Kunststoffbehälter oder ähnliche Staukörper zu pumpen.
- In Baugruben anfallendes Schwarzwasser ist über fliegende Rohrleitungen mittels Pumpen in Kunststoffbehälter oder ähnliche Staukörper zu pumpen.

Grundsätzlich ist eine Vermeidung von Schwarzwasser anzustreben. Hierfür sind die jeweiligen Arbeitsbereiche bei der Profilierung des Deponiekörpers möglichst kleinflächig zu gestalten und freigelegte Deponiebereiche provisorisch abzudichten. Das auf den provisorischen Abdichtungen anfallende nicht verunreinigte Oberflächenwasser ist gesondert zu fassen und der Versickerung zuzuführen.

## 14 Qualitätsmanagement

Im Zuge der weiteren Planungsphasen ist das Qualitätsmanagement durch das Aufstellen konkreter Qualitätsmanagementpläne (QMP) zu detaillieren. Das Qualitätsmanagement dient der Fehlervermeidung. Der dokumentierte Qualitätsnachweis ist die Voraussetzung für die Freigabe von Flächen zum Weiterbau und für die Abnahme der Gesamtmaßnahme.

Der QMP legt als Teil des Bauvertrags die Qualitätsanforderungen für alle Komponenten des Oberflächenabdichtungssystems fest und gibt Maßnahmen vor, die sicherstellen, dass die qualitätsbestimmenden Eigenschaften der eingesetzten Materialien und die gewählten Ausführungstechniken ein Oberflächenabdichtungssystem ergeben, dessen Komponenten für sich genommen und in ihrem Zusammenwirken die im Bauvertrag definierten Qualitätsanforderungen nachgewiesenermaßen erfüllen und dem Stand der Technik entsprechen.

Der QMP gliedert sich in zwei Dokumente, wovon für den Einsatz von Deponieersatzbaustoffen der Zweitgenannte maßgebend ist:

- QMP-K für das Qualitätsmanagement der Kunststoffarbeiten
- **QMP-B für das Qualitätsmanagement Boden/Geotechnik:**
  - Zuständigkeit und Verantwortlichkeit für die Aufstellung, Durchführung und Kontrolle der Qualitätssicherung
  - Qualifikation der an der Qualitätssicherung beteiligten Institutionen und Personen
  - Qualitätsbestimmende Anforderungen an Material und Ausführung
  - Prüfumfang, Prüfmethoden und einzuhaltende Sollwerte bei der Eignungsprüfung von Materialien
  - Maßnahmen zur Qualitätslenkung, z.B. Anforderungen an Herstell- und Einbauverfahren oder erforderliche Randbedingungen
  - Maßnahmen zur Qualitätsprüfung während der Ausführung (baubegleitende Prüfung sowohl durch die Eigenprüfung (EP) des AN als auch durch die Fremdprüfung (FP) des Bauherrn)
  - Art, Struktur, Umfang und zeitliche Abfolge der erforderlichen Dokumentation
  - Informationsfluss und Freigabeprocedere

Der in diesem Plan genannte Prüfumfang stellt ein Mindestmaß dar. Der QMP wird im Zuge der Baumaßnahme fortgeschrieben, sofern neue Erkenntnisse aus der Prüfung der vom AN vorgeschlagenen Materialien oder der vom AN vorgelegten Nachweise und Konzepte zur Ausführungstechnik durch die fremdprüfenden Stellen dieses erfordern.

Zur Kontrolle der Einhaltung der Zuordnungswerte beim Einsatz von Deponieersatzbaustoffen wird folgendes grundsätzliches Beprobungskonzept vorgeschlagen:

1. **Eignungsprüfung** mit zu erstellendem Eignungsnachweis, im Vorwege durchzuführen
2. **Eingangsprüfung** am gelieferten Material, baubegleitend bei Anlieferung der Profilierungsböden im Zuge einer Eingangskontrolle vor Einbau auf die Einhaltung der materialspezifischen Anforderungen (insbesondere bzgl. Schadstoffen)
3. Prüfung der Tragfähigkeit und Oberflächenebenheit im ersten Baufeld der Profilierung analog zum Prüfumfang der Profilierung im Probefeld des Oberflächenabdichtungssystems
4. **Baubegleitende Prüfungen** im Zuge des Einbaus zur Kontrolle der Einhaltung der bautechnisch-geometrischen Anforderungen

## 15 Baubegleitender Sicherheits- und Gesundheitsschutz

Der Umgang mit den Böden der Altdeponie Butzweilerstraße erfordert die Beachtung der Regelungen der BGR 128 (Arbeiten in kontaminierten Bereichen). Der Arbeits- und Sicherheitsplan bzw. das Sicherheits- und Arbeitsschutzkonzept regelt die erforderlichen technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen, die bei den Bauarbeiten umzusetzen sind. Zielsetzungen sind hierbei u.a.,

- den Kontakt und die Belastung der auf der Baustelle Tätigen mit Abfällen und Schadstoffen zu vermeiden sowie
- die Verschleppung von Abfällen und Schadstoffen in Bereiche außerhalb der Baustelle zu vermeiden.

Aufgrund der Größe der Maßnahme, der Nähe zu öffentlichen Bereichen sowie den Arbeiten in kontaminierten Bereichen ist ein übergreifender Arbeits- und Sicherheitsplan aufgestellt worden, der in den weiteren Planungsphasen anzupassen und fortzuschreiben ist (siehe Anlage 18.2).

## 16 Pflege und Instandhaltung

Zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit des Entwässerungssystems ist es erforderlich, folgende Instandhaltungsarbeiten regelmäßig durchzuführen:

- Pflege der Ablaufmulden, d.h. Vegetationspflege, Beräumung von evtl. Unrat, Freihalten der Zuläufe
- Pflege der Versickerungen Nord und Süd, d.h. Vegetationspflege, Beräumung von evtl. Unrat, Freihalten der Zuläufe

- Pflege der Überlaufschwelle von dem Rückhalteteich zur Versickerung Nord, d.h. Vegetationspflege, Beräumung von evtl. Unrat, Freihalten der Zuläufe, Pflege und Kontrolle des Notüberlaufes

Weiterhin sind folgende Pflege- und Instandhaltungsmaßnahmen regelmäßig durchzuführen:

- Pflege und Kontrolle der Methanoxidationsflächen und -einrichtungen (siehe Kapitel 10)
- Pflege und Kontrolle der Pflanz- und Ansaatflächen samt Schutzzäunen (siehe Kapitel 12)

## 17 Kostenberechnung

In Anlage 17 ist die Kostenberechnung für die geplante Oberflächenabdichtung der Altdemie Butzweilerstraße dargestellt.

Die Gesamtkosten der Entwurfsvariante wurden auf 6.447.165,00 €, netto berechnet. Daraus ergeben sich unter Berücksichtigung der Umsatzsteuer von 19 % Gesamtkosten von 7.672.126,35 €, brutto.

Bei dieser Kostenberechnung sind die Kosten für Planungsleistungen und Leistungen der Eigen- (EP) und Fremdprüfung (FP) und Bauüberwachung (BÜ) nicht mit berücksichtigt. Naturschutzfachlich bedingte Folgeleistungen (Fertigstellungs- und Entwicklungspflege) und daraus resultierende Kosten sind ebenfalls nicht mit berücksichtigt.

### Planungsgemeinschaft



Dr. habil. Stefan Melchior  
(melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft)



Dipl.-Ing. Constantin Depmeyer  
(melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft)

Kap. 12 aufgestellt durch:

Landschaftsarchitektin Dorit Scholler  
(L.A.U.B. Gesellschaft für Landschaftsanalyse  
und Umweltbewertung mbH)

Bericht geprüft durch:

Dipl.-Geol. Volker Schnibben  
(Dr. Born – Dr. Ermel GmbH)

## Anlagen

### Zeichnungen

- Anlage 1 Übersichtslageplan
- Anlage 2 Lagepläne Bestand
- Anlage 2.1 Vermessung und Leitungen
  - Anlage 2.2 Grenzen und Bereiche
  - Anlage 2.3 Auszug aus dem Altlastenkataster
- Anlage 3 Untergrund
- Anlage 3.1 Lageplan Untergrunderkundungen
  - Anlage 3.2 Höhenvergleich 1990 / 2007
- Anlage 4 Oberflächenabdichtung
- Anlage 4.1 Systemschnitte Oberflächenabdichtungssysteme
  - Anlage 4.2 Lageplan Oberflächenabdichtungssysteme
  - Anlage 4.3 Lageplan Kunststoffdichtungsbahn (KDB)
- Anlage 5 Kubaturplanung
- Anlage 5.1 Lageplan Profilierung
  - Anlage 5.2 Schnitte Profilierung
- Anlage 6 Entwässerungsplanung
- Anlage 6.1 Lageplan Entwässerungseinrichtungen
  - Anlage 6.2 Längsschnitt Entwässerung
  - Anlage 6.3 Detail Rückhalteteich
  - Anlage 6.4 Detail Versickerung Nord
  - Anlage 6.5 Detail Versickerung Süd
  - Anlage 6.6 Detail Ablaufmulden
- Anlage 7 Entgasung
- Anlage 7.1 Lageplan Methanoxidationsfenster
  - Anlage 7.2 Detail Methanoxidationsfenster
- Anlage 8 Verkehrliche Erschließung / Infrastruktur
- Anlage 8.1 Detail Brückenbauwerke
  - Anlage 8.2 Detail Spazierweg
- Anlage 9 Randbereiche
- Anlage 9.1 Lageplan
  - Anlage 9.2 Schemaschnitte
- Anlage 10 Lageplan Bauablauf
- Anlage 11 Lageplan Endgestaltung

### Fachspezifische Beiträge

- Anlage 12 Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP) mit artenschutzrechtlichem Beitrag (Anhang zum LBP)
- Anlage 12.1 Bestand Biotoptypen und Fauna
  - Anlage 12.2 Bewertung
  - Anlage 12.3 Maßnahmen

### Anträge und Antragsunterlagen

- Anlage 13 Antrag auf Erlaubnis der Versickerung des Oberflächenwassers mit Befreiung vom Versickerungsverbot nach § 3 (2) Ziffer 3 der Wasserschutzgebietsverordnung Weiler
- Anlage 14 Antrag auf Ausnahmeregelung für die geschützten Biotoptypen gem. § 30 BNatSchG (Seggenriede)
- Anlage 15 Anzeige der Maßnahme bei der Unteren Landschaftsbehörde einschl. der Zustimmung für das Fangen und Umsiedeln sowie Ausnahmegenehmigung für das Töten adulter Kreuzkröten
- Anlage 16 Antrag auf Einsatz von Deponieersatzbaustoffen und industriellen Nebenprodukten als Profilierungsmaterial

### Weitere Unterlagen

- Anlage 17 Kostenberechnung
- Anlage 18 Terminplan, Arbeits- und Sicherheitsplan (fortzuschreibende Dokumente)
  - Anlage 18.1 Terminplan
  - Anlage 18.2 Arbeits- und Sicherheitsplan
- Anlage 19 Besprechungsprotokolle
- Anlage 19.1 Besprechungsprotokoll vom 24.09.2009 zur behördlichen Abstimmung der Planungsabsichten und rechtlichen Randbedingungen bei der Stilllegung des Nordteils der Altdeponie Butzweiler Straße. Hamburg, 4 S.
  - Anlage 19.2 Besprechungsprotokoll vom 07.12.2009 zur Vorstellung der Vorplanung zur Stilllegung des Nordteils der Altdeponie Butzweiler Straße samt Stellungnahme der zuständigen Behörden. 3 S.
  - Anlage 19.3 Besprechungsprotokoll vom 30.06.2011 zur Vorstellung der Entwurfsplanung zur Stilllegung des Nordteils der Altdeponie Butzweiler Straße samt fachlicher Diskussion mit den zuständigen Behörden. 4 S.

### Fachspezifische Berechnungen

- Anlage 20 Dokumentation der Berechnungen
- Anlage 20.1 Wasserhaushalt
  - Anlage 20.2 Versickerung
  - Anlage 20.3 Standsicherheit