Anlage 7 zur Sitzungsvorlage Nr. 1448/2012/2
zum Offenlagebeschluss

RUK
Umweltanalytik

Untersuchungsprogramm im Rahmen der Sicherung der Altablagerung „Zurstraßenweg“ , Warendorf

erstellt im Auftrag der

Stadt Warendorf

von der

Umweltanalytik RUK GmbH
Olewiger Str. 62
54295 Trier

im Mai 2000

Warenge

Umweltanalytik RUK GmbH Prof. G. Rettenberger Dipl. Ing. S. Urban-Kiss & Partner
Untersuchungen von Wasser Boden Gas/Abgas/Luft Abfall
Durchführungen Emissions- und Immissionsuntersuchungen
Olewiger Straße 62 . D-54295 Trier
Tel.: 06 51/9 78 12-60 . Fax: 06 51/99 400-39

RUK Umweltanalytik

Inhaltsverzeichnis:

1	Veranlassung	1
2	Arbeitsprogramm und Vorgehensweise	2
2.1	Ermittlung von Deponiegaskonzentrationen im Untergrund:	3
2.2	Ermittlung von Deponiegaskonzentrationen an der Oberfläche	4
3	Verwendete Messgeräte und Verfahren	5
3.1	Deponiegasanalysator	5
3.2	Gaschromatograph	6
3.3	Mikromanometer zur Druckmessung	6
3.4	Thermometer	7
3.5	Flammenionisationsdetektor (FID)	7
4	Darstellung der Messergebnisse	9
4.1	Zustandsbeschreibung der Pegel während der Messreihe	9
4.2	Meteorologische Randbedingungen	9
4.3	Bestimmung der Hauptkomponenten und des Gasdruckes an den tiefendifferenzierten Bodenluftmessstellen	10
4.4	Ergebnisse der FID-Begehung	11
5	Bewertung der Ergebnisse	12
6	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	15

Anlage 1: Lageplan und FID-Ergebnisse
Anlage 2: Schichtenverzeichnisse und Messstellenausbau
Anlage 3 Fotodokumentation der Bohrkerne
Anlage 4: Bewertungsschema nach Leitfaden Deponiegas

1 Veranlassung

Im Rahmen verschiedener Voruntersuchungen wurde festgestellt, das es an der in Warendorf befindlichen Altablagerung „Zurstraßenweg", welche seit den 70er Jahren z.T. mit Einfamilienhäusern bebaut ist, zumindest in Teilbereichen nach wie vor zu einer Bildung von Deponiegas. Bei im Jahr 1998 an stationären Bodenluftpegeln durchgeführten Messungen konnten hierbei Methankonzentration im Bereich von 0,1 bis 6,5 % ermittelt werden. Die Fa. Dr. Thomas GmbH erstellte daraufhin eine Konzeption für eine Bodenluftsanierung der Altablagerung „Zurstraßenweg". Die hierfür geschätzten Kosten liegen bei bei ca. 213.000 DM.

Aufgrund verschiedener offener Fragestellungen beauftragte die Stadt Warendorf die Umweltanalytik RUK GmbH mit der Prüfung der Notwendigkeit einer Bodenluftsanierung und der Durchführung der weiteren Projektbearbeitung. Zur Verifizierung der vorliegenden Daten und zur Konzeption eines Arbeitsprogrammes wurde durch die Stadt Warendorf unserem Haus die im Jahr 1998 durch die Fa. Thomas GmbH erarbeite Sanierungskonzeption sowie die durch die Fa. GEOscan im Jahr 1996 durchgeführte Baugrunduntersuchung zur Verfügung gestellt.

Auf Basis dieser Unterlagen sowie einer am 08.11.1999 durchgeführten Ortsbesichtigung wurde ein Angebot erarbeitet, welches ein stufenweises Arbeitsprogramm beinhaltete. Hierbei sollten zunächst tiefendifferenzierte Gasmessungen durchgeführt und die vorhandene Gasphase nach dem Phasenkonzept der Deponiegasbildung bewertet werden. Basierend auf diese Ergebnisse sollte geprüft werden, ob für die Wohnhäuser eine Gefährdung durch migrierende Gase gegeben sein kann und durch welche Maßnahmen diese ggf. reduziert werden kann.

Im Rahmen des hiermit vorgelegten Abschlussberichtes werden die Ergebnisse der o.g. einzelnen Arbeitsschritte dokumentiert.

2 Arbeitsprogramm und Vorgehensweise

Eine erste Auswertung der vorhandenen Messdaten zeigte, dass bereits Luft in den Ablagerungskörper eindringt bzw. dieser bereits schon teilweise mit Luft gefüllt ist. Dies spricht prinzipiell für einen relativ weit fortgeschrittenen Gasbildungsprozess.

Um diesen Sachverhalt beurteilen zu können, ist es erforderlich Aussagen über die Lage des Austauschhorizontes Luft/Deponiegas treffen zu können. Aufgrund der Ausbauart der vorhandenen Bodenluftmessstellen (Verfilterung über mehrere Meter) war bisher eine tiefendifferenzierte Gasprobenahme nicht möglich. Daher wurden im Bereich der Altablagerung „Zurstraßenweg" zur Verifizierung der Datenlage 4 tiefendifferenzierte Bodenluftmessstellen mit Ausbautiefen von 1,5 m (Filterstrecke von -0,5 bis -1,5 m unter GOK) und 4 m (Filterstrecke von -2,5 bis -4 m unter GOK) errichtet. Die Festlegung der einzelnen Messstellen erfolgte hierbei durch unser Haus in Absprache mit der Stadt Warendorf. Die Durchführung der erforderlichen Bohrarbeiten erfolgte am 25.02.00.

Nach einer Standzeit von ca. 2 Wochen erfolgte dann am 13.03.00 die Beprobung der einzelnen Gasmessstellen. Im Verlauf der Messreihe wurden alle neu errichteten sowie 5 vorhandene „alte Bodenluftpegel" vermessen. Hierbei wurden neben der Bestimmung der Parameter Methan, Kohlendioxid, Sauerstoff und Stickstoff noch die in den Pegelrohren herrschenden Drücke sowie deren Tiefe und vorhandene Wasserstände aufgenommen.

Da sich bei dieser Messreihe zeigte, dass an 2 der 4 Tiefpegel auf Grund des Wasserstandes nur wenige cm freie Filterrohrstrecke zur Verfügung stand, wurden am 25.03 und 11.04.00 weitere Beprobungstermine durchgeführt.

Anhand der gewonnenen Ergebnisse konnte dann der Abbauzustand der im Ablagerungskörper vorhandenen Gasphase dem Phasenkonzept der Deponiegasbildung zugeordnet werden und als fundierte Entscheidungsgrundlage für die weitere Vorgehensweise herangezogen werden.

2.1 Ermittlung von Deponiegaskonzentrationen im Untergrund:

Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Deponiegaskonzentrationen erfolgte gemäß dem „Merkblatt Deponiegasmessungen im Untergrund", das durch unser Haus im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Baden- Württemberg erstellt wurde. Im einzelnen gliederte sich das Messprogramm in nachfolgende Arbeitsschritte:

- Durchführung der Dichtheitsprüfung
  Analog des Entwurfes der VDI- Richtlinie 3865 (Techniken für die aktive Entnahme von Bodenluftproben erfolgte die Dichtheitsprüfung der Messstelle und der Messanordnung)

- Ermittlung des Ruhedruckes in der Bodenluftmessstelle
  Vor Beginn der Probenentnahme erfolgte die Messung des Ruhedruckes in der Gasmessstelle.

- Gasaustausch in der Messstelle und Ermittlung des Messgasstromes
  Vor der Gasprobenentnahme erfolgte ein einfacher Volumenaustausch des in der Bodenluftmessstelle vorhandenen Gasvolumens. Dieser Volumenaustausch wurde mit einem Gasvolumenstrom von 2 l/min durchgeführt.

- Ermittlung der Temperatur und des Absaugdruckes
  Neben der Bestimmung des Ruhedruckes dient der ermittelte Parameter Temperatur zur Beschreibung des physikalischen Zustandes der Gasphase. Durch die Registrierung des Saugdruckes können zusätzliche Aussagen über die Funktionsfähigkeit der Bodenluftmessstelle getroffen werden. Hohe und sich aufbauende Unterdrücke weisen z.B. auf ein Verstopfen des Filterrohres oder einen Wassereinstau hin.

- Ermittlung der Hauptkomponenten vor-Ort durch einen tragbaren Deponiegasanalysator
  Zusätzlich zu der im nachfolgenden Arbeitsschritt beschriebenen Entnahme von Bodenluftproben zur Gasanalytik wurde im Rahmen der Qualitätssicherung eine vor-Ort Analyse der Parameter Methan, Kohlendioxid und Sauerstoff mit Hilfe eines Deponiegasanalysator durchgeführt.

- Entnahme von Bodenluftproben zur Gasanalytik
  Aufgrund der höheren Messgenauigkeit und der Möglichkeit der direkten Stickstoffbestimmung wurden Bodenluftproben vor-Ort entnommen und gaschromatographisch analysiert. Zur Probenahme wurden Head-Space-Gläschen verwendet. Hierbei wurde die Druckleitung der Absaugpumpe direkt in das

Gläschen geleitet. Nach ausreichender Spülung (5-faches Probenvolumen) wurde die zweite - zur Entlüftung dienende Kanüle - entfernt. Durch die weitere Förderung der Gasabsaugpumpe kommt es zu einem Überdruck im Gläschen. Nach ca. 10 s wird die Anschlusskanüle aus dem Septum entfernt.

- Ermittlung der Messstellentiefe und des Wasserstandes
  Zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Gasmessstelle erfolgte nach der Durchführung der Messung die Ermittlung der Pegeltiefe sowie die Bestimmung des evtl. vorhandenen Wasserstandes. Zur Vermeidung einer Messwertverfälschung durch Fremdluftzutritt wurde dieser Arbeitsschritt erst nach der Beendigung der Gaskonzentrationsbestimmung bzw. nach der Probenentnahme durchgeführt.

2.2 Ermittlung von Deponiegaskonzentrationen an der Oberfläche

Zur Verifizierung der Datenlage wurden zusätzlich FID-Messungen zur Ermittlung der Methangaskonzentration an der Geländeoberfläche durchgeführt.

Hierbei wird eine Absaugglocke auf die Geländeoberfläche aufgesetzt, aus dieser Gas abgesaugt und einem Flammenionisationsdetektor zugeführt. Durch ein enges Messraster lassen sich bevorzugte Emissionsstellen lokalisieren sowie Einschätzungen über das Emissionsverhalten und Aussagen über die Dichtigkeit einer Oberflächenabdichtung/-abdeckung erarbeiten.

Bei der Messung an der Altablagerung „Zurstraßenweg" wurden Messpunkte rund um die Wohnhäuser gesetzt.

3 Verwendete Messgeräte und Verfahren

Bei der Durchführung des Untersuchungsprogrammes wurden nachstehende Geräte und Messverfahren eingesetzt:

3.1 Deponiegasanalysator

Allgemeine Beschreibung:
Bei dem eingesetzten Messgerät handelt es sich um ein tragbares Analysegerät, das speziell zur Ermittlung von Deponiegashauptkomponenten entwickelt wurde. In dem Gerät sind drei Messkanäle zur Bestimmung der relevanten Gaskomponenten CH_4, CO_2 und O_2 integriert. Mit Hilfe einer Pumpe wird das Probengas über einen Filter in die Messküvette eingesaugt. Die Messung von CH_4 und CO_2 erfolgt mit Infrarotanalyse bei verschiedenen Wellenlängen. Die Sauerstoffkonzentration wird mit einer paramagnetischen Messzelle ermittelt.

Messverfahren:
Die *Infrarotmesskanäle für CH_4 und CO_2* bestehen aus einem Strahler, dessen gebündeltes Licht durch eine vom Messgas durchströmte Küvette auf einen Strahlungsempfänger fällt; dieser wandelt es in ein intensitätsproportionales Signal um. Die Abnahme der Strahlungsintensität durch die Absorption des Messgases ist bei konstanten Randbedingungen ein Maß für dessen Konzentration.

Bei der *Sauerstoffmessung* mittels elektrochemischer Messzelle wird der galvanische Strom ausgenutzt, der in einem Elektrolyt nach Reaktion mit dem gesuchten Gas durch Ionenbildung entsteht. Die Ionen wandern zu den Elektroden und laden diese positiv oder negativ auf, so dass ein Strom fliessen kann. Elektrochemische Messzellen verbrauchen sich nach gewisser Zeit und müssen regelmäßig erneuert werden.

Gerätespezifikation

Fabrikat:	ADC
Typ:	LFG 20
Messbereiche:	CH_4 0,1- 100 Vol-% CO_2 0,1- 100 Vol-% O_2 0,1- 25 Vol-%

3.2 Gaschromatograph

Allgemeine Beschreibung:
Der eingesetzte Gaschromatograph (GC) besteht aus zwei getrennten GC-Modulen, dabei ist jedes Modul mit einer Säule, einem Detektor und einem Injektionssystem ausgestattet.

Messverfahren:
Über eine im GC integrierte Pumpe und eine Kapillare wird ein definiertes Probengasvolumen zusammen mit einem Trägergas, der sog. "mobilen Phase" auf die Trennsäulen geführt. Die Trennsäulen sind mit einer "stationären Phase", dem Adsorbens, befüllt. Die einzelnen Bestandteile des Gasgemisches werden aufgrund ihres unterschiedlichen Wanderungsverhaltens auf der Säule voneinander getrennt. Nach der Trennung werden die Einzelkomponenten durch die am Säulenende befindlichen Detektoren erfasst. Das vom Detektor abgegebene Signal wird von einem Integrator aufgenommen und ausgewertet. Hierdurch ist es möglich die einzelnen Gaskomponenten qualitativ zu erfassen und anteilsmäßig zu bestimmen.

Gerätespezifikation

Fabrikat:	Fa. Chrompack
Typ:	Micro CP 2002
Messbereiche:	CH_4 0,1- 100 Vol-% CO_2 0,1- 100 Vol-% O_2 0,1- 100 Vol-% N_2 0,1- 100 Vol-%
Säulen:	Hayesep A Molsieve 5A
Detektoren:	Wärmeleitfähigkeitsdetektor

3.3 Mikromanometer zur Druckmessung

Allgemeine Beschreibung:
Das bei der Messung eingesetzte Mikromanometer dient der Ermittlung des Differenzdruckes in den Gasmessstellen.

Messverfahren:
Das Messprinzip des eingesetzten Mikromanometers beruht auf der Veränderung der Kapazität eines Kondensators. Eine Membrane, die vom Druck beaufschlagt wird, bildet gleichzeitig eine Kondensatorplatte. Verformt sich diese Kondensatorplatte unter der Wirkung des Druckes, ändert sich der Plattenabstand und damit die Kapazität des Plattenkondensators. Diese dem Druck proportionale

Kapazitätsänderung wird auf elektrischem Wege gemessen und als Druckanzeige verwendet.

Gerätespezifikation

Fabrikat:	Special Instruments
Typ:	Digima Premo
Messbereiche:	0,01 - 20 mbar 0,1 - 200 mbar

3.4 Thermometer

Allgemeine Beschreibung:
Bei dem eingesetzten Thermometer handelt es sich um ein Handmessgerät mit einem Messfühler. Die ermittelte Temperatur des Gases dient ebenso wie die Druckmessung als Hilfsgröße der Berechnung des Normvolumenstromes.

Messverfahren:
Das bei den Messungen eingesetzte Thermometer besitzt einen Halbleitersensor. Bei diesem Gerät wird die Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes von Halbleitern zur Temperaturbestimmung genutzt. Der Widerstand eines der Temperatur ausgesetzten Fühlers im Gasstrom wird gemessen und aus der bekannten Temperaturabhängigkeit des Widerstandes die Temperatur des Fühlers errechnet.

Gerätespezifikation

Fabrikat:	Fa. Testotherm
Typ:	Technoterm 9600
Messbereiche:	-40 - +130 C

3.5 Flammenionisationsdetektor (FID)

Zur Bestimmung des über die Deponieoberfläche emittierenden Deponiegases wurde ein Flammenionisationsdetektor eingesetzt. Dieser eignet sich zum Auffinden von Kohlenwasserstoffen in bereits geringen Konzentrationen.

Der Flammenionisationsdetektor (FID) besteht aus einem Detektor zum Messen von Kohlenwasserstoffspuren in einer Gasprobe und einem Ansaugsystem, das diese Gasprobe dem Detektor zuführt. Mit Hilfe des Ansaugsystems wird die Gasprobe kontinuierlich mit einer Absaugglocke von der Geländeoberfläche abgesaugt. Diese gelangt im Anschluss in eine zylinderförmige Brennkammer, in der eine sogenannte "Wasserstoffflamme" brennt, welche durch das Brenngas (H_2) und den in der

angesaugten Gasprobe enthaltenen Sauerstoff gespeist wird. Kennzeichnend für das "Flammenionisationsprinzip" ist nun, dass die elektrische Leitfähigkeit dieser Wasserstoffflamme sehr stark erhöht wird, wenn Kohlenwasserstoffverbindungen in ihr verbrennen, die in der zugeführten Probe enthalten sein können. Dieser Effekt wird mit Hilfe einer elektronischen Verstärkungsschaltung zur Anzeige kleinster KW-Spuren ausgenützt. Nachweisbar sind Gaskonzentrationen von > 1 ppm. Mit Hilfe dieses Messgerätes lassen sich somit Übersichtsmessungen über die Gesamt-C-Konzentration der Bodenluft durchführen. Wie aus dem beschriebenen Messprinzip deutlich wird, muss die C-Verbindung brennbar sein und in der Gasphase vorliegen.

Da die im Deponiegas vorliegenden Kohlenwasserstoffe zum Großteil aus Methan bestehen, kann die angesaugte Konzentration als Methankonzentration angesehen und die Kalibrierung des Gerätes mit Methan durchgeführt werden.

Die Gerätekennlinie sowie die Durchflussrate des eingesetzten tragbaren Flammenionisationsdetektoren wurde arbeitstägig zweimal überprüft.

Das bei den Messungen eingesetzte Gerät ist im nachfolgenden spezifiziert:

Gerätespezifikation

Fabrikat:	Fa. Sewerin
Typ:	Portafid M3K
Brenngas:	Wasserstoff
Gerätenr.:	027 11 0001
Baujahr:	04/98
Glockendurchmesser:	6,8 cm
Messbereiche:	10.000 ppm
Messbereichsauflösung:	10 ppm 1 ppm Schritte 100 ppm 2 ppm Schritte 1.000 ppm 20 ppm Schritte 10.000 ppm 200 ppm Schritte

4.3 Bestimmung der Hauptkomponenten und des Gasdruckes an den tiefendifferenzierten Bodenluftmessstellen

Messstelle	Datum	CH_4 [Vol.-%]	CO_2 [Vol.-%]	O_2 [Vol.-%]	N_2 [Vol.-%]	Druck [mbar]
GM 1-2	13.03.	<0,1	4,1	16,6	79,3	+0,02
	25.03.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	12.04.	0,0	3,5	16,2	80,3	0,00
GM 1-4	13.03.	<0,1	10,4	5,8	83,8	+0,03
	25.03.	0,1	6,5	11,9	81,5	n.g.
	12.04.	0,0	5,7	13,4	80,9	-0,01
GM 2-2	13.03.	4,0	10,3	5,9	79,8	+0,02
	25.03.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	12.04.	1,1	6,1	12,1	80,7	n.g.
GM 2-4	13.03.	5,5	15,0	1,1	78,4	0,00
	25.03.	4,5	11,3	5,9	78,3	n.g.
	12.04.	2,7	6,6	11,6	79,1	-0,01
GM 3-2	13.03.	2,4	12,9	1,1	83,6	+0,04
	25.03.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	12.04.	nicht zu öffnen !				
GM 3-4	13.03.	überstaut				
	25.03.	überstaut				
	12.04.	1,6	13,7	0,4	84,3	+0,01
GM 4-2	13.03.	<0,1	3,7	14,4	81,9	+0,01
	25.03.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	12.04.	nicht zu öffnen !				
GM 4-4	13.03.	überstaut				
	25.03.	überstaut				
	12.04.	0,3	3,8	14,9	81,0	-0,01

Tab. 3: Ermittlung der Hauptkomponenten an den tiefendifferenzierten Bodenluftmessstellen am 13. März, 25. März und 12. April 2000

Messstelle	Datum	CH_4 [Vol.-%]	CO_2 [Vol.-%]	O_2 [Vol.-%]	N_2 [Vol.-%]	Druck [mbar]
alt-6	13.03.	0,3	9,3	6,8	79,3	0,00
alt-7	13.03.	0,1	0,6	18,4	80,9	0,00
alt-10	13.03.	<0,1	0,5	20,2	79,3	0,00
alt-11	13.03.	0,2	14,6	0,1	85,1	0,00
alt-13	13.03.	0,3	11,6	1,5	86,6	+0,02

Tab. 4: Ermittlung der Hauptkomponenten an den vorhandenen BLP's am 13. März 2000
n.g. = nicht gemessen

4.4 Ergebnisse der FID-Begehung

Bei der am 25.02. durchgeführten FID-Messung konnten an der Oberfläche an keiner Stelle erhöhte Gaskonzentrationen gemessen werden. Lediglich unmittelrbar an den Bodenluftmessstellen konnten Werte von 130 bzw. 150 ppm ermittelt werden. Die Lage der aufgenommenen Messpunkte und die ermittelten Konzentrationswerte sind in Anlage 1 dargestellt.

5 Bewertung der Ergebnisse

Zur Einschätzung der Notwendigkeit von Sicherungs-/Sanierungsmaßnahmen ist die Betrachtung des Gefährdungspotentials wesentlich. Die Bewertung des Gashaushaltes der Altablagerung „Zurstraßenweg" erfolgt in Anlehnung an den "Leitfaden Deponiegas", Bd. 10 Handbuch Altlasten Baden-Württemberg. Hierbei wird anhand der Auswertung der Aktenlage und mit den aus dem durchgeführten Untersuchungsprogramm gewonnenen Daten eine Zuordnung zu den Langzeitphasen der Deponiegasbildung durchgeführt und unter Berücksichtigung von ortsspezifischen Gegebenheiten eine Bewertung des maßgeblichen Risikos durchgeführt.

Die aus früheren Jahren vorliegenden Untersuchungen sowie die im Frühjahr 2000 durch unser Haus durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass im Bereich der Altablagerung „Zurstraßenweg" Atmosphärenluft bereits bis in große Tiefen eingedrungen ist. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass im Bereich der Gebäude 23 und 27 bereits ein Absaugversuch stattgefunden hat, der einen zusätzlichen Lufteintrag in den Untergrund bewirkte. Von daher kann es im Bereich der Gebäude 23, 25 und 27 zu einem Ansteigen der Methankonzentration kommen. Wechselnde Wasserstände können ebenfalls zu Konzentrationsverschiebungen führen. Insgesamt betrachtet lässt sich die Altablagerung jedoch in den Übergangsbereich Methanoxidationsphase/Kohlendioxidphase einordnen, wobei der zentrale Bereich (Gebäude 23 - 27) eher der Methanoxidationsphase entspricht. Das Risiko hinsichtlich des Auftretens explosionsfähiger Gasgemische beschränkt sich auf die 3 genannten Grundstücke. Das stoffbezogene Risiko (Stoffgefährlichkeit) kann somit zu 2,0 angegeben werden.

Ein Handlungsbedarf zur Sicherung bzw. Sanierung und eine Gefährdung ergibt sich jedoch nicht nur anhand der "Stoffgefährlichkeit" sondern erst dann, wenn ein Schutzgut betroffen ist. Auf Grund der vorhandenen Wohnbebauung ist für den gesamten Bereich der Altablagerung „Zurstraßenweg" als relevantes Schutzziel die Raumluft zu betrachten. Bei der Beurteilung zur Betroffenheit des Schutzgutes müssen die örtlichen Verhältnisse ausreichende Berücksichtigung finden. Dies kann durch eine Abschätzung der Stoffgefährlichkeit unter Einbeziehung von ortsbezogenen Faktoren (sog. m-Faktoren) gemäß der im Altlastenhandbuch Baden-Württemberg beschriebenen Vorgehensweise erfolgen. Bezogen auf das Schutzgut Raumluft lassen sich für die den Bereich I der Altablagerung „Zurstraßenweg" die im folgenden dargestellten ortsbezogenen Faktoren ermitteln.

a) Schadstoffaustrag m_I

Gemäß dem Altlasten-Handbuch sind für die Betrachtung der Faktoren, die den Gasaustrag erhöhen bzw. vermindern, 4 Höhenklassen der Auffüllung zugrunde zu legen. Diese sind wie folgt definiert:

Höhenklasse 1 = bis 2 m
Höhenklasse 2 = 2 - 5 m
Höhenklasse 3 = 5 - 10 m
Höhenklasse 4 = > 10 m

Aufgrund der im Jahr 2000 durchgeführten Bohrungen bzw. der aus dem Baugrundgutachten entnommenen Angaben liegt die Mächtigkeit des Deponiekörpers zwischen 3 und 9 m. Im Sinne einer worst-case-Betrachtung wird von daher für die gesamte Altablagerung zur Ermittlung der ortsbezogenen Faktoren die Höhenklasse 3 anzusetzen. Bei einem Ablagerungsvolumen von < 100.000 m³ ergibt sich aus Tabelle A 4.2 ausgehend von feuchten bis nassen Abfällen ein m_I-Wert von 1,0.

b) Schadstoffeintrag/Transport m_{II}

Für die Festlegung des erforderlichen Handlungsbedarfes ist neben der Stoffgefährlichkeit der Ausbreitungsweg (Schadstofftransport) und der Schadstoffeintrag in das betroffene Schutzgut von Bedeutung. Diesen Umständen wird durch den ortsbezogenen Faktor m_{II} Rechnung getragen. Bezogen auf das Schutzgut Raumluft lässt sich der m_{II}-Faktor aus Tabelle A 4.6 aufgrund des vorhandenen Versiegelungsgrades zu 1,1 ablesen. Aufgrund der Bauweise der Häuser ergibt sich ein Zuschlag von 0,3 und der unmittelbar neben den Gebäuden vorhandenen Gaskonzentrationen eine Zuschlag auf den m_{II}-Faktor von 0,1. Somit ergibt sich eine Korrektur des m_{II}-Faktors für das Schutzgut Raumluft auf einen Wert von 1,5.

c) Schadstoffwirkung m_{III}

Hinsichtlich der Schadstoffwirkung in den Gebäuden ergibt sich auf Grund der vorhandenen Kellerräume aus Tabelle A 4.7 ein m_{III}-Faktor von 1,3.

d) Bedeutung des Schutzgutes

Da es sich um genutzte umschlossene Räume handelt, ergibt sich aus Tabelle A 4.8 der m_{IV} -Faktor ebenfalls zu 1,3.

Ausgehend von der ermittelten Stoffgefährlichkeit r_o und den ortsbezogenen Faktoren m_I bis m_{IV} lässt sich das gewichtete Risiko für die Altablagerung „Zurstraßenweg"

hinsichtlich des Schutzgutes Raumluft nach dem Schema des Altlasten-Handbuches Baden-Württemberg wie folgt errechnen:

Stoffgefährlichkeit r_o	*	Austrag m_I	=	Risiko des Austrages	r_I	=	2,0 *1,0	= 2,0
Risiko des Austrages r_I	*	Eintrag m_{II}	=	Risiko des Eintrages	r_{II}	=	2,0 *1,5	= 3,0
Risiko des Eintrages r_{II}	*	Transp./Wirkung m_{III}	=	Risiko d. örtl. Verhältnisse	r_{III}	=	3,0 *1,3	= 3,9
Risiko d. örtl. Verhältnisse r_{III}	*	Bedeutung m_{IV}	=	gewichtetes Risiko	r_{IV}	=	3,9 *1,3	= 5,0

Für die Altablagerung „Zurstraßenweg" ergibt sich unter Berücksichtigung der ortsbezogenen Faktoren für das Schutzgut Raumluft das gewichtete Risiko zu 5,0. Nimmt man die so ermittelten gewichteten Risiken als Eingangsgröße für die in der Anlage 4 in Abbildung A 4.1 dargestellte Matrix, kann daraus der weitere Handlungsbedarf für die Bearbeitung der Altablagerung unter Berücksichtigung des erreichten Beweisniveaus abgelesen werden. Anhand der bisherigen Datenbasis kann eine Bewertung auf Beweisniveau 3/4 durchgeführt werden. Hinsichtlich des Schutzgutes Raumluft wäre mit einem gewichteten Risiko von 5,0 die Durchführung einer Sicherungsmassnahme angezeigt. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass diese Einschätzung zunächst eine worst-case-Betrachtung darstellt, auf den Messwerten des zentralen Bereichs basiert und auf Grund der hohen m_{III} bzw. m_{IV} Faktoren massgeblich beinflusst wird. Die in Abbildung A 4.1 dargestellte Matrix basiert auf den Erfahrungen des Landes Baden-Württemberg bei der Altlastenbearbeitung und repräsentiert hinsichtlich der Schutzgüter "mittlere Verhältnisse". Schadstoffaustrag, -eintrag, -transport und -wirkung werden dabei nicht in absoluten Größen abgeschätzt, sondern stattdessen werden die tatsächlichen Verhältnisse des Einzelfalles bezüglich des Schadstoffaustrages, -eintrages, -transportes und der Schadstoffwirkung mit jeweils definierten Verhältnissen verglichen und dabei lediglich abgeschätzt, ob sich die örtlichen Verhältnisse gegenüber der jeweiligen Vergleichslage gefahrenmindernd oder erhöhend auswirken.

6 Schlußfolgerungen und Empfehlungen

Anhand der Bewertung der Ergebnisse nach dem Leitfaden Deponiegas kann aufgezeigt werden, dass in der Altablagerung noch ein Gasbildungsprozess stattfindet, die Aussenluft jedoch bereits weit in den Ablagerungskörper eingedrungen ist. Anhand der ermittelten Gaskonzentrationen eine Einstufung der Gasphase in die fortgeschrittene Methanoxidationsphase erfolgen. Durch Setzungsrisse kann es jedoch noch zu Gasmigrationen in die Gebäude kommen und somit besteht für die Gebäude 23-27 noch die Gefahr der Bildung explosionsfähiger Gasgemische.
Wie im Text bereits aufgezeigt, kann insgesamt festgestellt werden, daß sich der obere Bereich der Ablagerung bereits weitgehend mit Luft aufgefüllt hat. Daher erscheint unseres Erachtens zunächst die Durchführung von regelmäßigen Kontrollmessungen in den Gasmesspegeln ausreichend. Im Rahmen dieser Kontrollmaßnahme sollte auch die vorhandene Bebauung hinsichtlich auftretender Setzungsrisse überprüft und in den Kellerräumen Gasmessungen mittels FID durchgeführt werden. Um die Datenlage hinsichtlich des Zusammenhangs schwankende Wasserstände und Gaskonzentrationen zu verifizieren, empfehlen wir diese Messungen bis zum Frühjahr 2000 im monatlichen Zyklus durchzuführen. Sollte sich hierbei bestätigen, dass es im Bereich der Gebäude 23-27 zu Methankonzentrationen > UEG oder zu Einträgen in die Gebäude kommt, kann durch eine mobile Belüftung/Absaugung bzw. gezielte Übersaugung des Ablagerungskörpers das Gefahrenpotenzial reduziert werden. Für die letztgenanten Maßnahmen ist ein Zeitraum von 1-2 Monaten zu veranschlagen. Eine Entscheidung über die Notwendigkeit einer solchen Sicherungsmaßnahme sollte jedoch erst nach Durchführung des o.g. Überwachungsprogramms erfolgen.

Trier, im Mai 2000

Dipl.-Ing. (FH) W. Schreier

Anlagen

Anlage 1: Lageplan und FID-Ergebnisse

×1 *Messwert [ppm]*

GM 1 *Gasmessstelle*

alt-7 *vorhandener Bodenluftpegel*

Gebäude

Altablagerung "Zurstraßenweg", Warendorf

FID-Begehung vom 25.02.2000

Darstellung der Messwerte

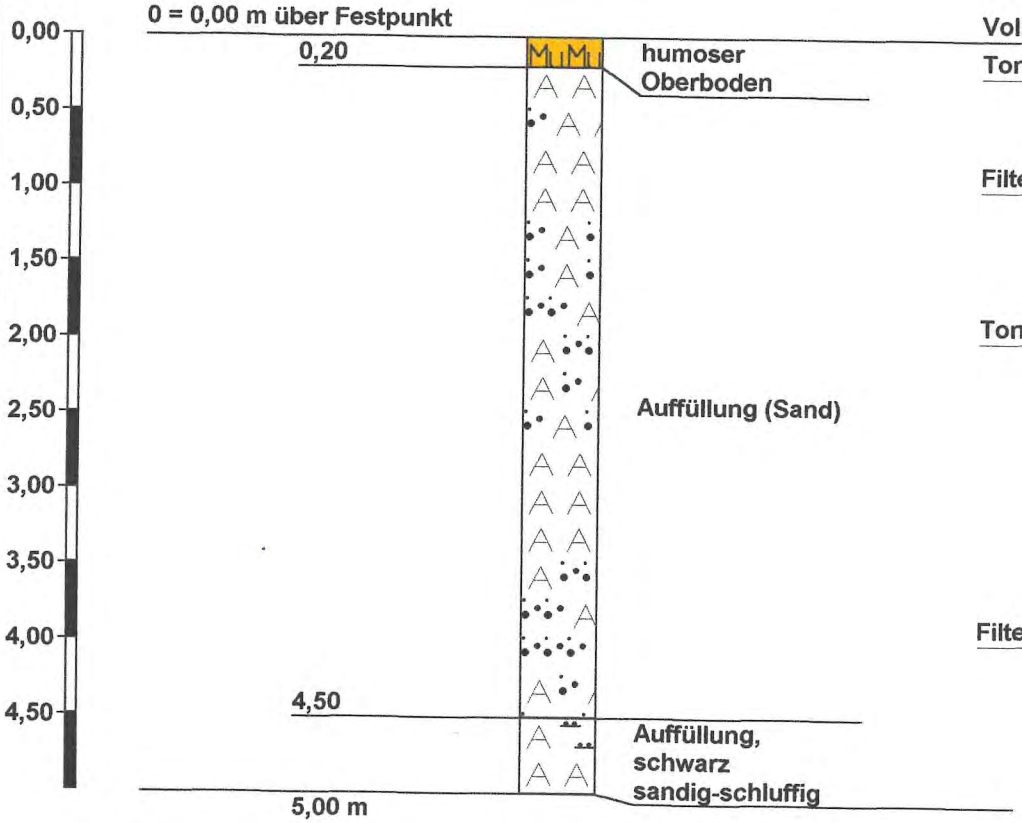
Umweltanalytik RUK GmbH
Prof. G. Rettenberger - Dipl.-Ing. S. Urban-Kiss & Partner
Olewiger Str. 62
54295 TRIER
Tel.: 0651 / 99 400-37
Fax: 0651 / 99 400-39

RUK Umweltanalytik

Anlage 2: Schichtenverzeichnisse und Messstellenausbau

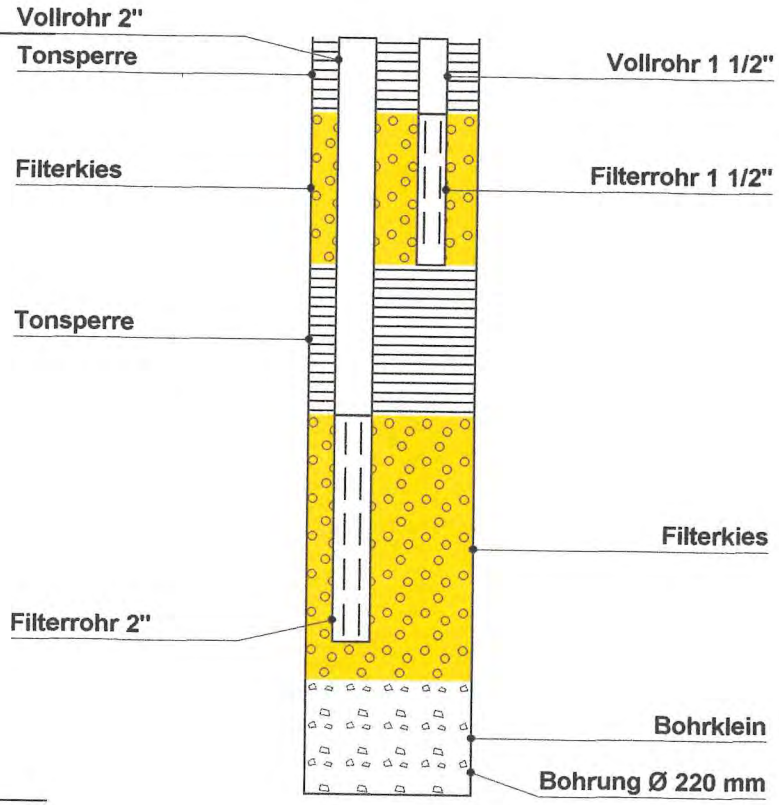
Umweltanalytik RUK GmbH *Olewiger Straße 62* 54295 TRIER	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: Projekt: Warendorf - Zurstraßenweg Bearb.: BM | Datum: 17.03.00

GM 1



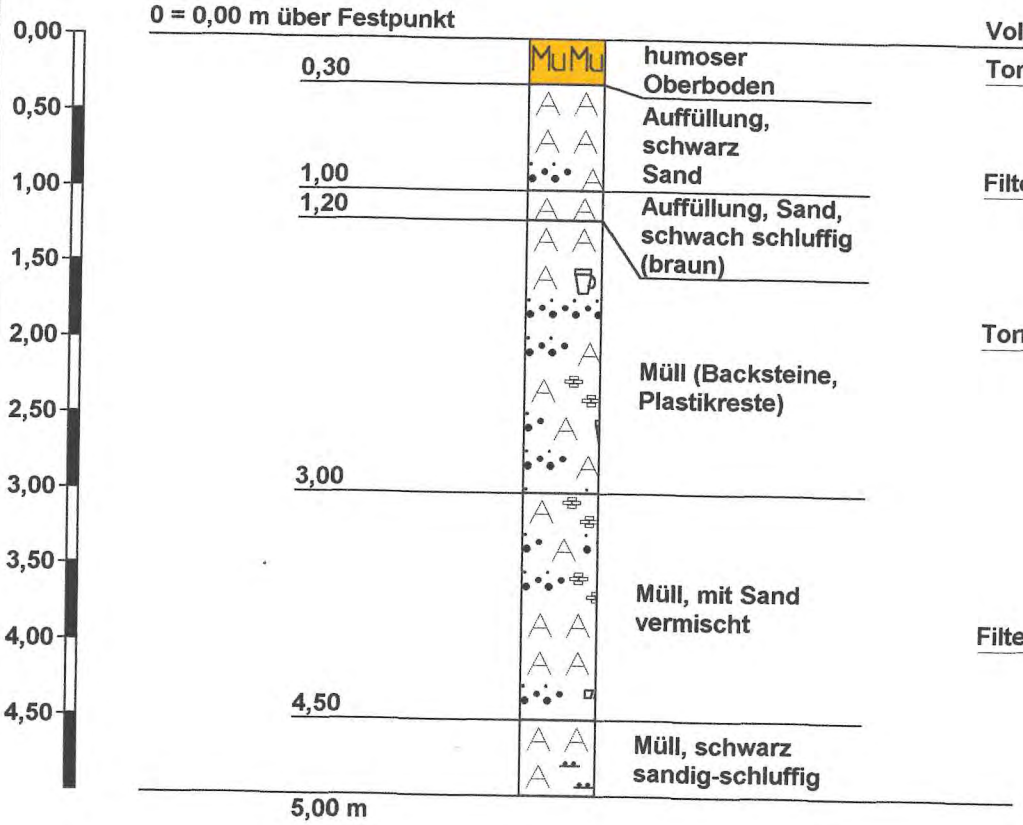
Höhenmaßstab 1:50

Ausbau GM 1



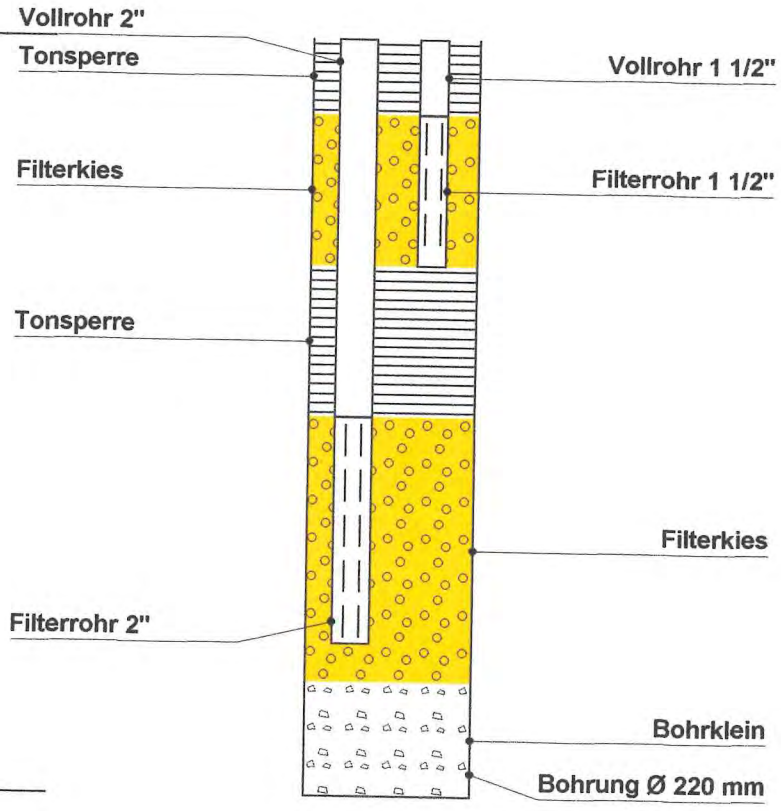
Umweltanalytik RUK GmbH *Olewiger Straße 62* 54295 TRIER	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: Projekt: Warendorf - Zurstraßenweg Bearb.: BM / Datum: 17.03..00

GM 2



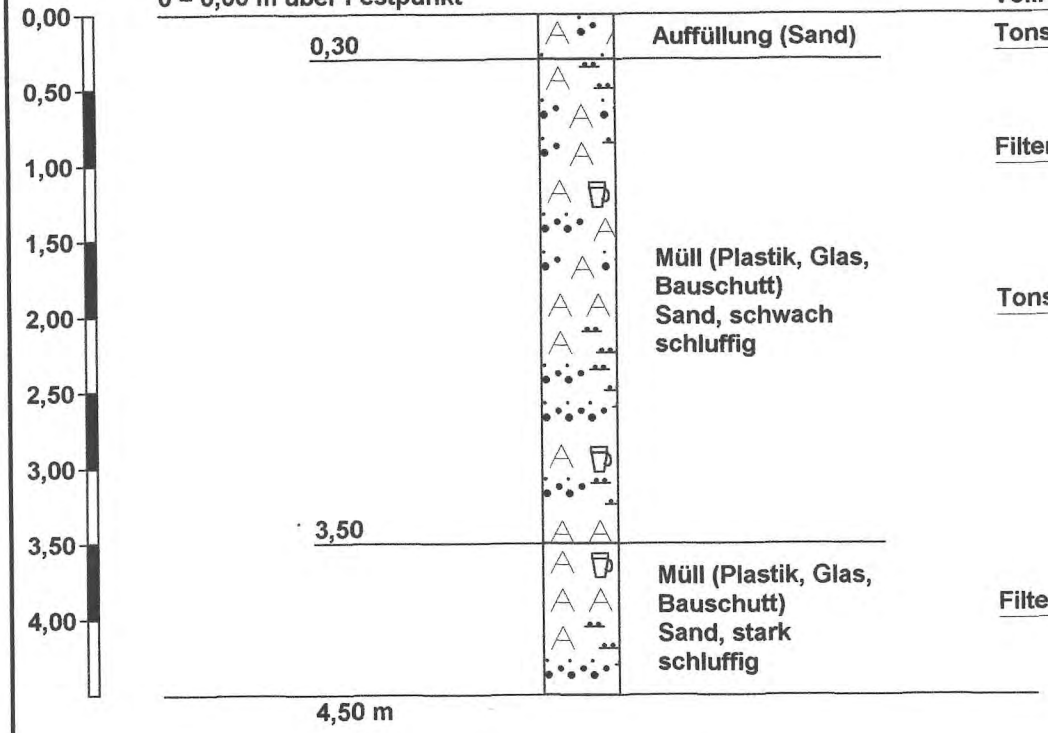
Höhenmaßstab 1:50

Ausbau GM 2



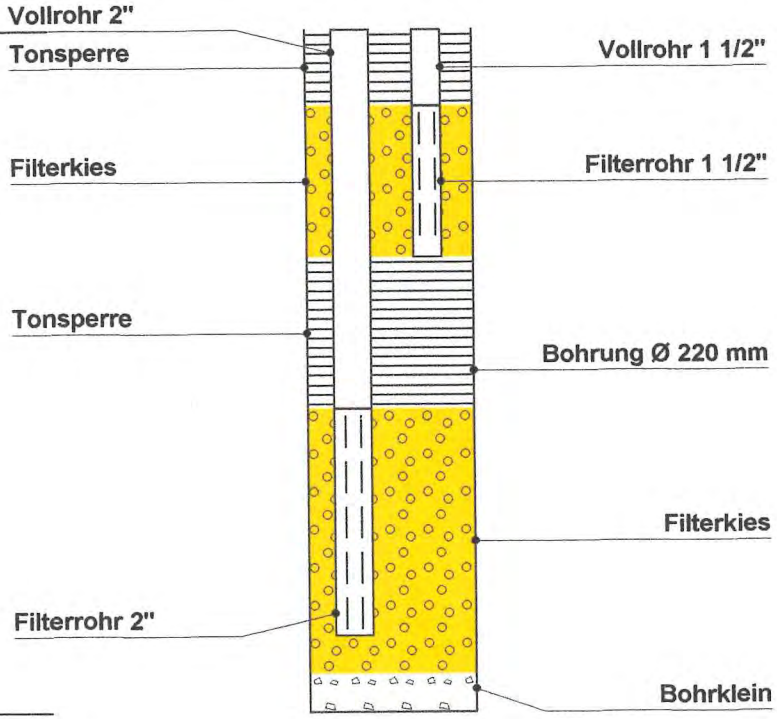
Umweltanalytik RUK GmbH *Olewiger Straße 62* 54295 TRIER	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: Projekt: Warendorf - Zurstraßenweg Bearb.: BM / Datum: 17.03.00

GM 3



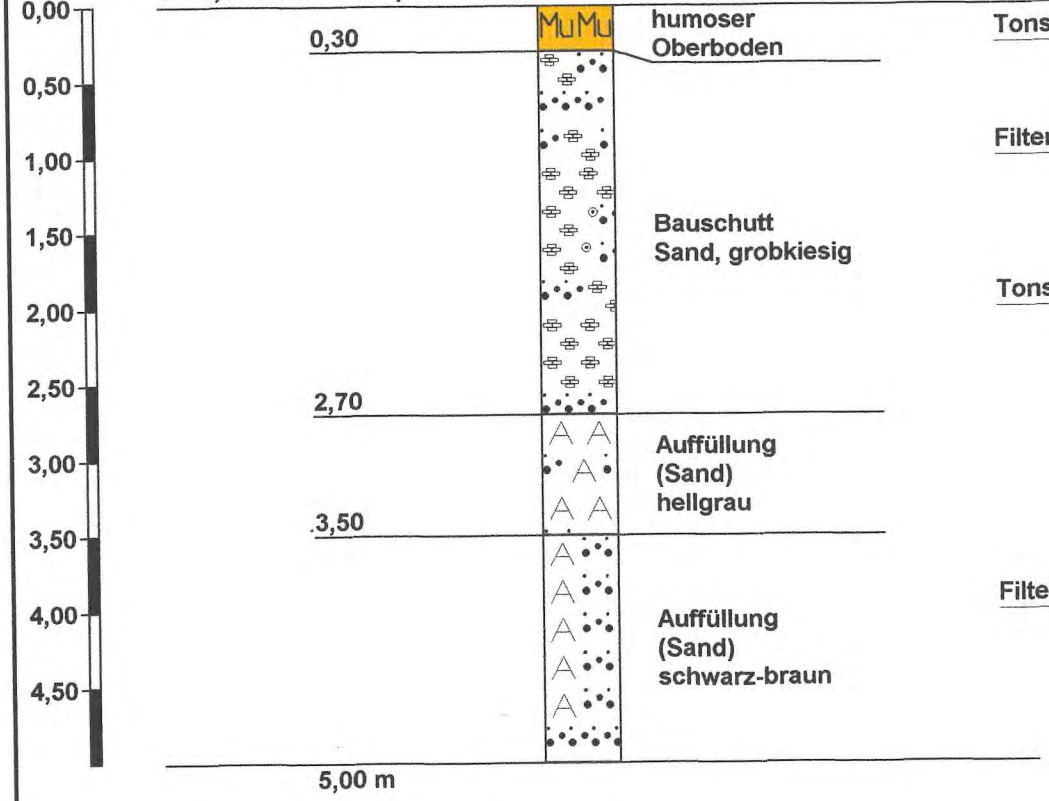
Höhenmaßstab 1:50

Ausbau GM 3



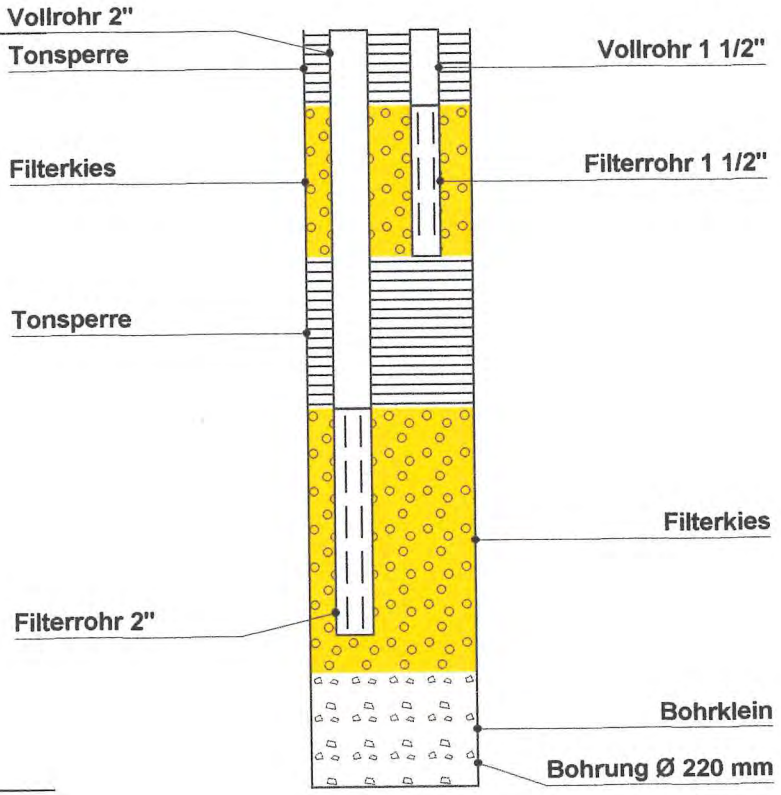
Umweltanalytik RUK GmbH *Olewiger Straße 62* 54295 TRIER	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage: Projekt: Warendorf - Zurstraßenweg Bearb.: BM / Datum: 17.03.00

GM 4



Höhenmaßstab 1:50

Ausbau GM 4



Anlage 3: Fotodokumentation der Bohrkerne

Anlage 3: Fotodokumentation der Bohrkerne

RUK Umweltanalytik

Anlage 3: Fotodokumentation der Bohrkerne

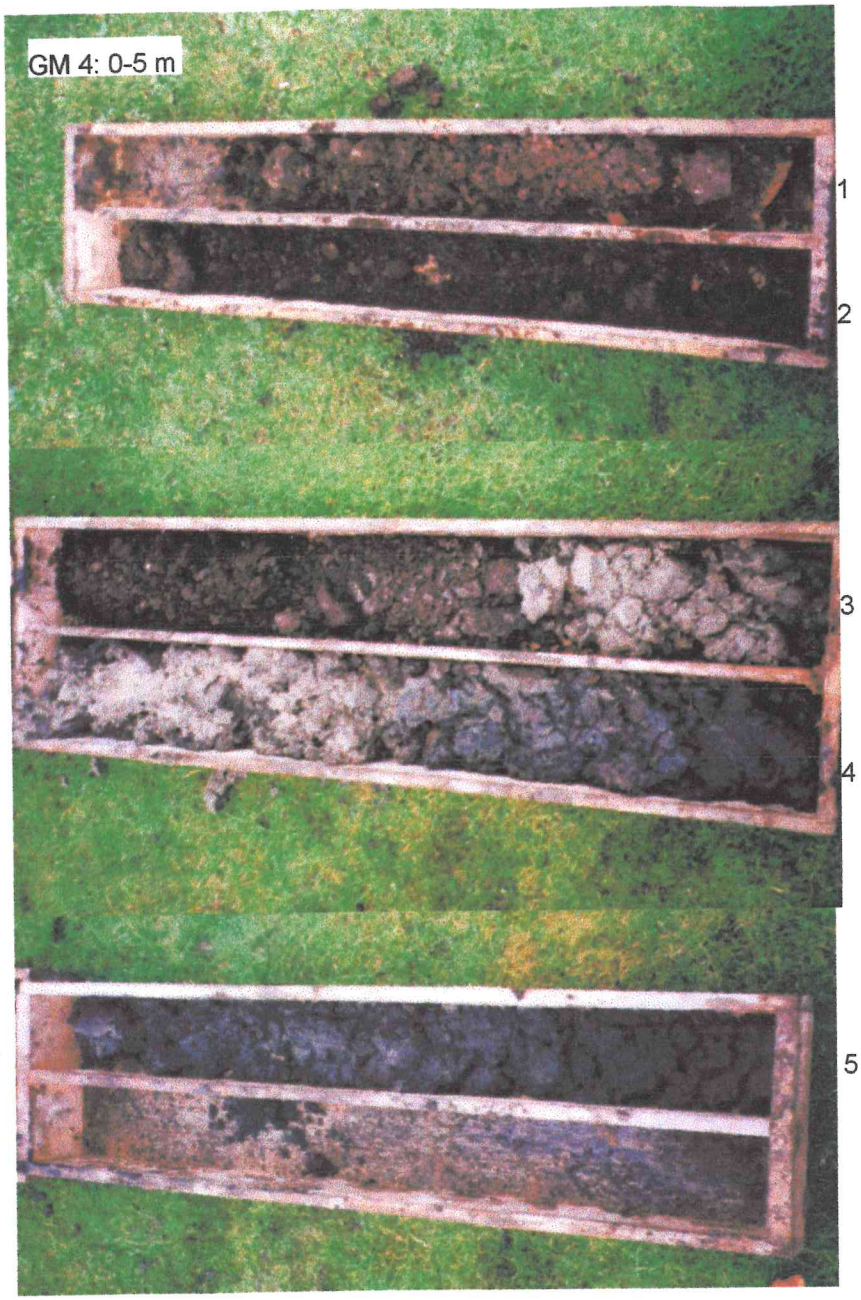
RUK Umweltanalytik

Anlage 3: Fotodokumentation der Bohrkerne

RUK Umweltanalytik

Anlage 3: Fotodokumentation der Bohrkerne

RUK Umweltanalytik



Anlage 4: Bewertungsschema nach Leitfaden Deponiegas

Anlage 4: 1. Allgemeines zum Bewertungsverfahren

RUK Umweltanalytik

Ermittlung des Gefahrenpotentials durch Deponiegase

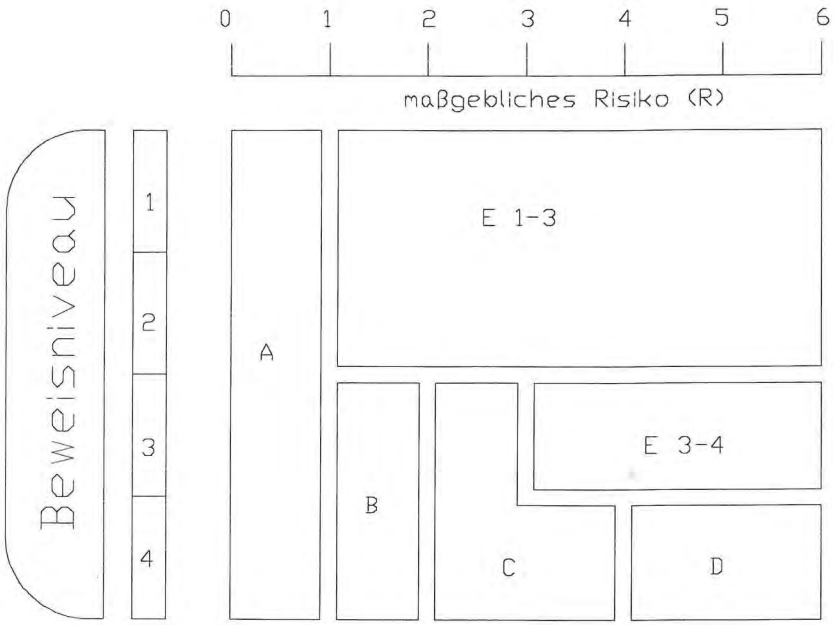


Abb. A 4.1: Handlungs-Matrix nach Altlastenhandbuch Baden-Württemberg

Erläuterungen zur Handlungs-Matrix

A: Ausscheiden aus der Altlastendatei

B: Belassen in der Altlastendatei und Wiedervorlage zur Neubewertung

C: Fachtechnische Kontrolle

D: Prüfung hinsichtlich Möglichkeiten zur Gefahrenminderung / Einleitung von Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen

E_{1-3}: Technische Erkundung

E_{3-4}: Eingehende Erkundung für Sanierungs- bzw. Sicherungsvorschläge

Anlage 4: 1. Allgemeines zum Bewertungsverfahren

RUK Umweltanalytik

Die vier Stufen des Beweisniveaus der Handlungsmatrix werden wie folgt definiert:

Beweisniveau 1:

Historische Erkundung abgeschlossen, historische Daten sind ausgewertet:

Die Informationen und Unterlagen zum Sandort und seiner Umgebung sind ausgewertet. Die Entscheidung, ob der Standort aus der Altlastendatei auszuscheiden oder weiter zu erkunden ist, kann getroffen werden.

Beweisniveau 2:

Indikative bzw. orientierende Erkundung abgeschlossen:

Die Altlast ist durch erste Stichproben und in der Regel wenig aufwendige Messungen so weit erkundet, daß zu erkennen ist, ob gefährliche Kontaminationen vorhanden sind. Art und Umfang der Kontamination sind noch nicht umfassend bekannt. Es ist möglich zu entscheiden, ob die gefahrverdächtige Fläche weiter zu untersuchen ist oder ob sie aus der Altlastendatei auszuscheiden bzw. für den Fall von Nutzungsänderungen darin zu belassen ist. Für den letzteren Fall können Auflagen und Bedingungen hierfür festgelegt werden. Bei Untersuchungen des Gashaushaltes einer Altablagerungsstelle kommt Beweisniveau 2 nicht zur Anwendung.

Beweisniveau 3:

Nähere bzw. Gesamterkundung abgeschlossen:

Durch ergänzende Messungen ist die Altlast so weit erkundet worden, daß ein Überblick über Art und räumliches Ausmaß der Schadstoffbelastung möglich ist. Die Entscheidung, ob eine fachtechnische Kontrolle ausreicht oder ob weiter zu erkunden ist, kann getroffen werden. Art und Umfang der Kontrollen können festgelegt werden.

Beweisniveau 4:

Eingehende Erkundung für Sanierungs- und Sicherungsvorschläge abgeschlossen:

Die Altlast ist durch ergänzende Untersuchungen so weit erkundet, daß alternative Sicherungs- und Sanierungsvorschläge entwickelt und beurteilt werden können. Es kann eine Entscheidung getroffen werden, ob der Standort fachtechnisch zu kontrollieren oder ob Möglichkeiten zur Gefahrenminderung geprüft werden müssen. Art und Umfang der Kontrollen und Sanierungsziele können festgelegt werden.

Abbildung A 4.2 zeigt den prinzipiellen zeitlichen Verlauf der Konzentrationen über die Zeit für die Hauptinhaltsstoffe des Deponiegases, wie er typischerweise in Altablagerungen gemessen werden kann. Mehr oder weniger große Abweichungen davon sind wegen der großen Schwankungsbreite der Abfallzusammensetzung, der Umsetzungsprozesse und des Stofftransports im Deponiekörper möglich. Dabei ist zu beachten, daß der Zeitverlauf nicht maßstäblich dargestellt ist. Die einzelnen Phasen sind in der Realität von sehr unterschiedlicher Dauer.

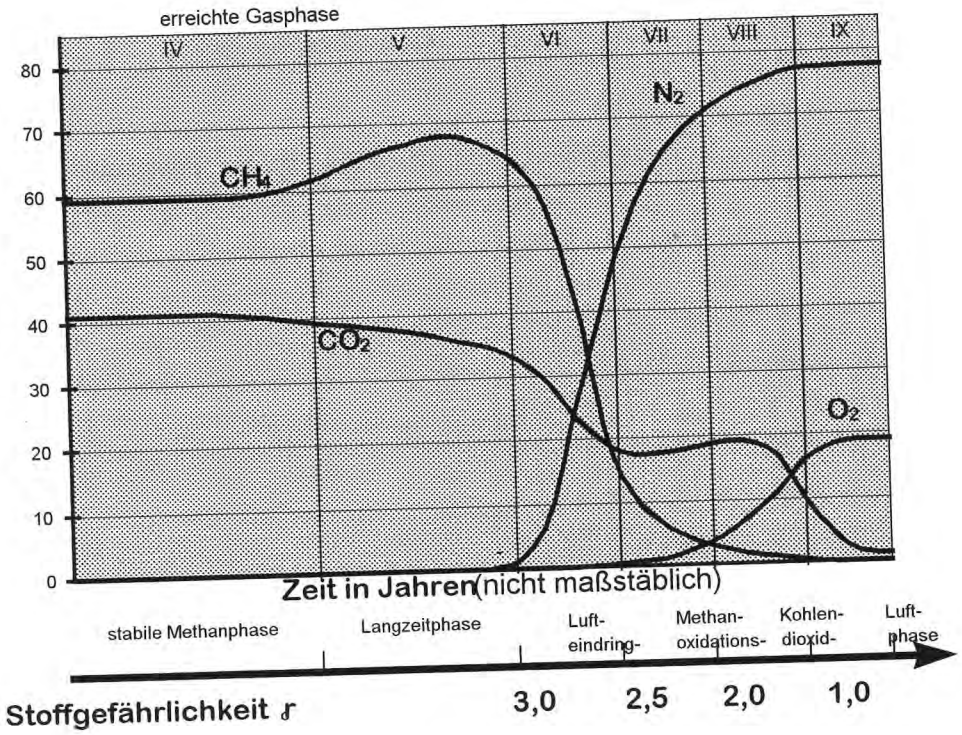


Abb. A 4.2: Konzentrationsverlauf der Gasphasen und Stoffgefährlichkeit

Deponiegasbildung im Zeitverlauf

Die Konzentrationsverhältnisse der Gase im Deponieinnern verändern sich im Zeitverlauf. Es können neun Entwicklungsphasen unterschieden werden. Die Phasen I bis III dauern je nach Art des Deponiebetriebes einige Tage bis mehrere Monate. Wegen ihrer Instabilität und ihrer relativ kurzen Dauer sind sie für die Betrachtung von Altablagerungen nicht relevant.

IV. **Stabile Methanphase (anaerob):**
Sie ist im Normalfall etwa ½ bis 3 Jahre nach Ablagerunsbeginn erreicht. Die Gasproduktion befindet sich im Bereich des Maximums. Die Methankonzentration liegt um 59 Vol.-%, die Kohlendioxidkonzentration bei etwa 41 Vol.-%. Gegen Ende der Phase ist ein Anstieg der Methankonzentration auf Werte zwischen 59 Vol.-% und 60 Vol.-% und eine Abnahme der Kohlendioxidkonzentration auf Werte zwischen 41 Vol.-% und 40 Vol.-% festzustellen. Das Verhältnis Methan zu Kohlendioxid kann Werte um 1,5 erreichen.

V. **Langzeitphase:**
Kennzeichen ist eine hohe Methankonzentration von deutlich über 60 Vol.-%, während die Kohlendioxidkonzentration zurückgeht. Das Verhältnis Methan zu Kohlendioxid kann Werte bis zu etwa 4 erreichen, was vermutlich u.a. auf ein Auswaschen von Kohlendioxid zurückzuführen ist.

VI. **Lufteindringphase:**
Die Gasbildung im Deponiekörper hat stark abgenommen, so daß zeitweilig und/oder örtlich Luft in die Deponie eindringen kann.
Diese Phase ist dadurch gekennzeichnet, daß die Methankonzentration zwischen 10 Vol.-% und 40 Vol.-% und die Kohlendioxidkonzentration zwischen 5 Vol.-% und 30 Vol.-% liegt. Stickstoff tritt auf zwischen 10 Vol.-% und 30 Vol.-%, dagegen ist kaum Sauerstoff meßbar.

VII. **Methanoxidationsphase:**
Wegen der weiter verringerten Gasbildung dringt verstärkt Luft in den Deponiekörper ein. Methan wird zu Kohlendioxid oxidiert. Dieser Vorgang verschiebt das Verhältnis Methan zu Kohlendioxid auf Werte unter 1. Sauerstoff tritt deutlich auf (<5%). Das Verhältnis Sauerstoff zu Stickstoff weicht erheblich von dem der Luft ab.

VIII. **Kohlendioxidphase:**
In dieser Phase geht die Methankonzentration gegen Null, die Kohlendioxidkonzentration liegt zwischen 5 Vol.-% und 20 Vol.-%. Die Stickstoffkonzentration erreicht Werte, wie sie in normaler Bodenluft vorkommen. Ferner sind bereits deutlich erhöhte Sauerstoffkonzentrationen vorhanden (um 5 Vol.-% bis 15 Vol.-%)

IX. **Luftphase:**
In dieser Phase geht die Kohlendioxidkonzentration auf Werte unter 4 Vol.-% zurück, die Methankonzentration geht gegen Null, die Sauerstoffkonzentration gegen 18 Vol.-% bis 20 Vol.-% und die Stickstoffkonzentration gegen 78 Vol.-%. Die Konzentrationen von Sauerstoff und Stickstoff erreichen die für Bodenluft normale Werte.

Anlage 4: 3. Ermittlung m_I-Faktor

RUK Umweltanalytik

Höhenklasse 1 = bis 2 m	Höhenklasse 3 = 5 - 10 m
Höhenklasse 2 = 2 - 5 m	Höhenklasse 4 = > 10 m

Tab. A 4.1: Bestimmung der Höhenklassen

Volumen	< 10.000 m3				10.000-100.000m3				> 100.000m3			
trocken	0,5	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	1,0
feucht	0,6	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,9	1,0	0,8	0,9	1,0	1,1
naß	0,7	0,8	0,9	1,0	0,8	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1	1,2
Höhen-klasse	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Tab. A 4.2: Bewertungsschema zur Ermittlung von m_I

Anlage 4: **4. Ermittlung der Faktoren m_{II}- m_{IV} für das Schutzgut Atmosphärenluft**

RUK Umweltanalytik

Mächtigkeit der Abdeckschicht	> 5 m	2- 5 m	< 2 m
Abdeckung mit bindigem Material	0,7	0,8	0,9
Abdeckung mit rolligem Material	0,9	1,0	1,1

Zu- und Abschläge aufgrund der Geländebeschaffenheit	
Geländeoberfläche mit Rissen oder Spalten	+0,1bis +0,3
Geländeoberfläche mit Versiegelungsgrad	+ 0,2

Zu- und Abschläge aufgrund von FID- Messungen		
keine Methan-/Kohlendioxid- Konzentration nachweisbar		- 0,3
Methan- Konzentration	≤ 100 ppm	- 0,1
Methan- Konzentration	100- 1000 ppm	+ 0,1
Methan- Konzentration	1000- 3000 ppm	+ 0,2
Methan- Konzentration	> 3000 ppm	+ 0,5

Tab. A 4.3: Schadstofftransport in die Atmosphärenluft incl. der Zu- und Abschläge zur Ermittlung von m_{II}

Schadstoffwirkung in der Atmosphärenluft	
breitflächiger Austritt in die Atmosphäre mit geringer Verteilungsmöglichkeit	1,0
breitflächiger Austritt in die Atmosphäre mit Verteilungsmöglichkeit	0,9
breitflächiger Austritt in die Atmosphäre mit guter Verteilungsmöglichkeit	0,8

Tab. A 4.4: Schadstoffwirkung in die Atmosphärenluft zur Ermittlung von m_{III}

Schutzgut Atmosphärenluft	
vom Menschen genutzte Flächen (Sportanlagen, Grill-, Zeltplätze, vergleichbare Anlagen und Kleingartenanlagen)	1,3
keine vom Menschen genutzte Flächen	1,0

Tab. A 4.5: Bedeutung des Schutzgutes zur Ermittlung von m_{IV}

Anlage 4: **5. Ermittlung der Faktoren m_{II}- m_{IV} für das Schutzgut Raumluft**

RUK Umweltanalytik

Mächtigkeit der Abdeckschicht	> 5 m	2- 5 m	< 2 m
Abdeckung mit bindigem Material	0,9	1,0	1,1
Abdeckung mit rolligem Material	0,7	0,8	0,9

Zu- und Abschläge aufgrund der Lage und Art der Gebäude nach historischer Erkundung	
Aufgestelzt, Flachgründung und Ringdrainagen aus gut durchlässigem Material	+ 0,0
Flachgründung ohne Ringdrainagen	+ 0,1
Streifenfundament	+ 0,2
Fundament mit Keller	+ 0,3
Keller mit Gaswegsamkeiten (z.B. Naturstein oder Boden)	+ 0,5
Abstand Gebäude zur Altlast: <50m	- 0,1
<100m	- 0,2
>100m	- 0,3
Methan-/Kohlendioxidkonzentrationen außerhalb und unmittelbar an Gebäuden/ Räumen	
n.n.	- 0,6
< 2 Vol.-%	- 0,2
2-5 Vol.-%	- 0,1
5-10 Vol.-%	+ 0,1
10-20 Vol.-%	+ 0,2
20-40 Vol.-%	+ 0,3
Methan >40 Vol.-%	+ 0,5
Spurengaskonzentrationen ca. 0,5 x MAK-Wert	+ 0,3
Spurengaskonzentrationen ca. MAK-Wert	+ 0,5
Spurengaskonzentrationen > MAK-Wert	+ 0,7
Methan-/Kohlendioxidkonzentrationen innerhalb von Gebäuden/ Räumen	
n.n.	- 0,6
<0,5 Vol.-%	+ 0,1
0,5-2 Vol.-%	+ 0,3
2-5 Vol.-%	+ 0,6
>5 Vol.-%	+ 0,7
Spurengaskonzentrationen ca. 0,1 x MAK-Wert	+ 0,3
Spurengaskonzentrationen ca. 0,5 x MAK-Wert	+ 0,5
Spurengaskonzentrationen > MAK-Wert	+ 0,7

Tab. A 4.7: Ermittlung des ortsbezogenen Faktores m_{II}

Anlage 4: 5. Ermittlung der Faktoren m_{II}- m_{IV} für das Schutzgut Raumluft

RUK Umweltanalytik

Schadstoffwirkung in einem Gebäude	
ergeben die Gasmessungen keinen Eintrag	1,0
gut belüftete Räume (Holzschuppen, Zwangsbelüftung usw.) oder Gaswarngeräte installiert	1,0
Räume mit ständigem Luftaustausch durch bauliche Beschaffenheit (undichte Fenster, Türen)	1,1
Räume mit geringem Luftaustausch (wenig Fenster, selten genutzt usw.)	1,3

Tab. A 4.8: Schadstoffwirkung in die Raumluft zur Ermittlung von m_{III}

Schutzgut Raumluft	
alle „begehbaren Räume“, Schächte, Kriechkeller	1,3

Tab. A 4.9: Bedeutung des Schutzgutes Raumluft zur Ermittlung von m_{IV}