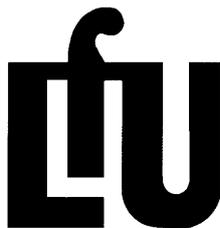
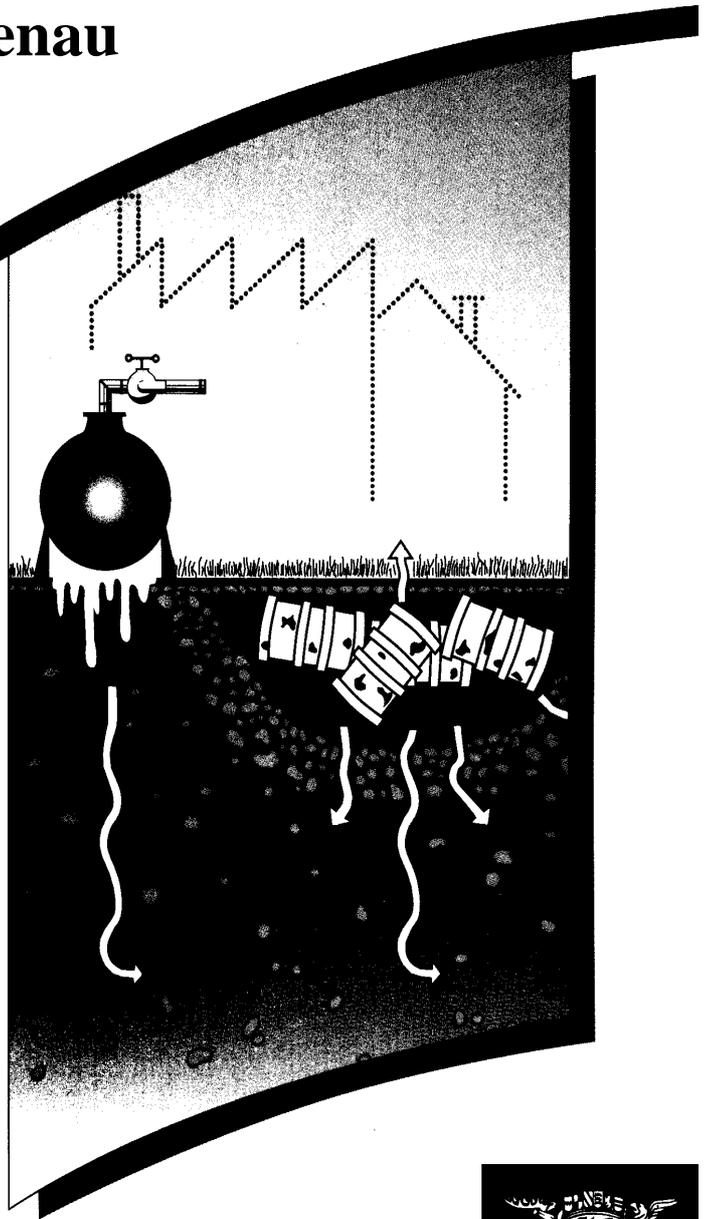


Zentraler Fachdienst Wasser - Boden - Abfall - Altlasten bei
der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

**Handbuch Altlasten
und Grundwasserschadensfälle**

Vergleichsmessungen mit aktiven und passiven Bodenluft- untersuchungsmethoden in Lichtenau

Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung

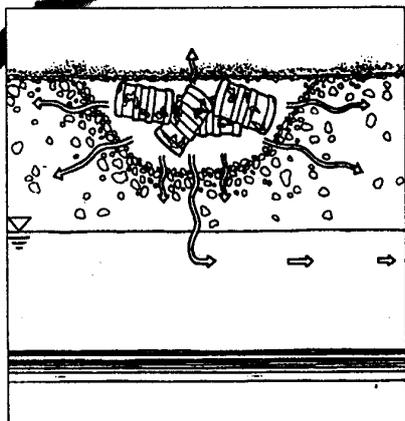


**BODEN
ABFALL
ALLASTEN**



**MINISTERIUM
FÜR UMWELT
UND VERKEHR**

Vergleichsmessungen mit aktiven und passiven Bodenluft- untersuchungsmethoden in Lichtenau



Herausgegeben von der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
1. Auflage

Karlsruhe 1996



Altlastenfachinformation im WWW

Impressum

Herausgeber: Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe

Redaktion: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Abteilung Boden, Abfall, Altlasten
Referat 55 – Labor, MABOWEG
Frieder Kern

Verfasser: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Frieder Kern
Werner Blumhofer

Karlsruhe, Juli 1996

Bei diesem Ausdruck handelt es sich um eine Adobe Acrobat Druckvorlage. Abweichungen im Layout vom Original sind rein technisch bedingt. Der Ausdruck sowie Veröffentlichungen sind -auch auszugsweise- nur für eigene Zwecke und unter Quellenangabe des Herausgebers gestattet.

Inhaltsverzeichnis

1 VERANLASSUNG UND ZUSAMMENFASSUNG.....	1
2 STANDORTBESCHREIBUNG	3
3 BESCHREIBUNG DER ANGEWENDETEN UNTERSUCHUNGSMETHODEN	4
4 DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN	6
5 MEßERGEBNISSE	7
6 VERGLEICH DER MEßERGEBNISSE.....	9
7 EINSATZEMPFEHLUNGEN	10
ANLAGEN	11
ANLAGE 1: DARSTELLUNG DER MEßERGEBNISSE DER BODENLUFTUNTERSUCHUNGEN	11
ANLAGE 2: VERGLEICH DER MEßERGEBNISSE FÜR AUSGEWÄHLTE SCHADSTOFFE.....	19
ANLAGE 3: ABSCHLUßBERICHT FA. W.L.GORE & ASSOCIATES GMBH	21
ANLAGE 4: ABSCHLUßBERICHT FA. TERRAGAZ	33
ANLAGE 5: DARSTELLUNG DER MEßERGEBNISSE DER GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN	42
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	43
INDEXVERZEICHNIS.....	43

1 Veranlassung und Zusammenfassung

Schon seit einiger Zeit werden von verschiedenen Herstellern sog. **passive** Methoden zur Erkundung der Bodenluft angeboten. Diese Methoden sollen laut Herstellerangaben gegenüber herkömmlichen, sog. **aktiven**, Methoden bei bestimmten Bedingungen deutliche Vorteile aufweisen und in den USA schon weite Verbreitung gefunden haben, insbesondere bei der Erkundung von organischen Schadstoffen.

Um Zuverlässigkeit und Einsatzmöglichkeiten bzw. -bedingungen von passiven Methoden künftig besser einschätzen zu können, wurden im Rahmen einer Standorterkundung mit herkömmlicher (aktiver) Bodenluftuntersuchung nach der Neumayr-Methode zeitgleich Bodenluftuntersuchungen nach passiven Methoden vorgenommen. Gewählt wurden die Methoden der Firmen:

- W.L.Gore & Associates GmbH, 85636 Putzbrunn
- TerraGaz, CH 3123 Belp.

Charakteristisches Merkmal der passiven Methoden zur Bodenlufterkundung ist, daß bestimmte Adsorbermaterialien mit speziellen Umhüllungen als sog. Module oder Kollektoren in den Untergrund gebracht werden und dort eine festgelegte Zeit, meist im Bereich von 10 bis 14 Tagen, verbleiben. Es stellt sich während dieser Zeit ein Gleichgewicht zwischen der Stoffkonzentration in der Bodenluft und der Beladung des Adsorbermaterials ein. Die Module oder Kollektoren werden danach wieder entnommen, sofort luftdicht verpackt und im Untersuchungslabor analysiert.

Die passiven Methoden erfordern eine Laboranalytik ähnlich der von aktiven Methoden.

Die passiven Methoden liefern im Gegensatz zu den aktiven Methoden nur relative Meßwerte, die beim derzeitigen Entwicklungsstand keinen bestimmten Stoffkonzentrationen in der Bodenluft direkt zugeordnet werden können. In der praktischen Anwendung zum Aufspüren von Untergrund- und Grundwasserkontaminationen ist dies oft bedeutungslos.

Bei dem behandelten Fall handelt es sich um eine Untergrundkontamination durch leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) in kiesig-sandigem Untergrund in der Oberrheinebene, also um einen klassischen Anwendungsfall der Bodenluftuntersuchung.

Im Rahmen der Untersuchung wurden 15 Meßstellen eingerichtet. Ein Vergleich von Meßwerten war bei 9 Meßstellen mit Ergebnissen nach der Methode von Fa. W.L.Gore & Associates GmbH und bei 11 Meßstellen mit Ergebnissen nach der Methode von Fa. TerraGaz möglich. Die Meßwerte der Untersuchungen sind im Bericht zusammengestellt und einer vergleichenden Betrachtung unterzogen.

Bei der Wertung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, daß es sich hier nicht um einen Methodenvergleich ähnlich einem Ringversuch handelt, sondern um einen Feldversuch. Es liegt in der Natur der Sache, daß bei Feldversuchen die äußeren Rahmenbedingungen nicht in gleicher Art und Weise einheitlich und vergleichbar gestaltet werden können wie beim Ringversuch. Auch ist zu berücksichtigen, daß es sich bei passiven Messungen um zeitintegrierte Pro-

ben handelt, aktiv entnommene Proben hingegen Momentaufnahmen darstellen. Ferner läßt die statistische Auswertung der gewonnenen Analyseergebnisse wegen der geringen Probenzahl keine abschließende Wertung zu.

Die nach den drei unterschiedlichen Methoden ermittelten Meßwerte stimmen im relativen Vergleich tendenziell überein. Bei geeigneten Untergrundverhältnissen und Randbedingungen erscheinen die untersuchten Verfahren zum Aufspüren von Kontaminationen im Grundsatz geeignet.

2 Standortbeschreibung

Die untersuchte Altablagerung Nr. 00051 liegt im Gewann „Königsbühn“ auf Gemarkung Lichtenau im Landkreis Rastatt. Sie entstand durch Verfüllung einer Bunkeranlage aus dem 2. Weltkrieg. Entgegen dem sonst üblichen Vorgehen der Besatzungsmächte wurde diese Anlage nach dem Krieg nicht gesprengt, sondern zunächst sich selbst überlassen. Nach Erkenntnissen aus historischen Erhebungen wurde diese Bunkeranlage in den 50er Jahren mit Abfällen, darunter auch lösemittelhaltige Stoffgemische, aufgefüllt. In den 60er Jahren wurden Decken und Wände niedergerissen. Sie verblieben aber als Trümmerstücke an Ort und Stelle. Danach erfolgte eine Ver- bzw. Auffüllung mit Bauschutt und Erdmaterial.

Bei Untersuchungen im Jahre 1990 stellte unsere Institution schon erhöhte LCKW-Werte in der Bodenluft fest, die gefährliche Schadstoffkonzentrationen in Boden und Grundwasser vermuten ließen. Die nunmehr durchgeführten Bodenluftuntersuchungen sollten eine genauere Abgrenzung der Kontaminationsbereiche ermöglichen.

Der Untergrund unter einer etwa 20 bis 30 cm mächtigen Oberbodenschicht besteht bis in eine Tiefe von 1,30 m aus Auffüllmaterial mit schluffigen Fein- und Mittelkiesen in wechselnden Anteilen. Im Bereich der Bunkeranlage wird in einer Tiefe von 1,10 m Betonbruch angetroffen, der mit unserem leichten Bohrgerät nicht durchbohrt werden konnte.

Das Grundwasser stand zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung etwa 5 m unter Geländeneveu.

Zeitgleich mit den Bodenluftuntersuchungen durchgeführte Untersuchungen des Grundwassers durch unsere Institution an drei Meßstellen ergaben Summenwerte für CKW zwischen 0,12 mg/m³ und 9,37 mg/m³. Die ermittelten Einzelwerte sind in Anlage 5 dargestellt. Hinweise auf Kontaminationen durch BTEX wurden im Grundwasser nicht gefunden.

3 Beschreibung der angewendeten Untersuchungsmethoden

Neumayr-Methode

Es wird bis zur festgelegten Entnahmetiefe ein Bohrloch niedergebracht. In das Bohrloch wird die Probennahmesonde mit einer Spritze an der Sondenspitze eingeführt. Die Sondenspitze wird danach noch wenige Zentimeter in den Untergrund eingedrückt. Anschließend wird die Bodenluft in die Spritze eingesaugt. Die Spritze wird danach entnommen. Die abgesaugte Bodenluftprobe kann entweder direkt in einen Gaschromatograph zur chemisch-physikalischen Untersuchung eingespritzt werden oder für den Transport in ein geeignetes Labor in Glasampullen umgefüllt werden, die danach luftdicht zu verschweißen sind.

Verfahren der Fa. W.L.Gore & Associates GmbH

Das Adsorptionsmittel, im vorliegenden Fall Tenax und Ambersorb 563, ist in GORE-TEX-Kapseln eingefüllt, die wiederum in einen aus dem gleichen Material gefertigten Trägerschlauch eingebettet sind (Modul). Das Modul ist über die gesamte Oberfläche gasdurchlässig, aber wasserdicht. Der Transport erfolgt in einem mit Teflon abgedichteten Schraubglas.

Für die Messung wird das Modul in das vorher erstellte Bohrloch mit einer Metallanze eingebracht. Der Hersteller empfiehlt eine Bohrlochtiefe zwischen 1 bis 2 m und einen Bohrdurchmesser zwischen 10 bis 36 mm. Danach wird das Bohrloch wieder aufgefüllt oder mit einem mitgelieferten Dichtkegel verschlossen. Der Aufbau des Moduls ist in Bild 1 schematisch dargestellt.

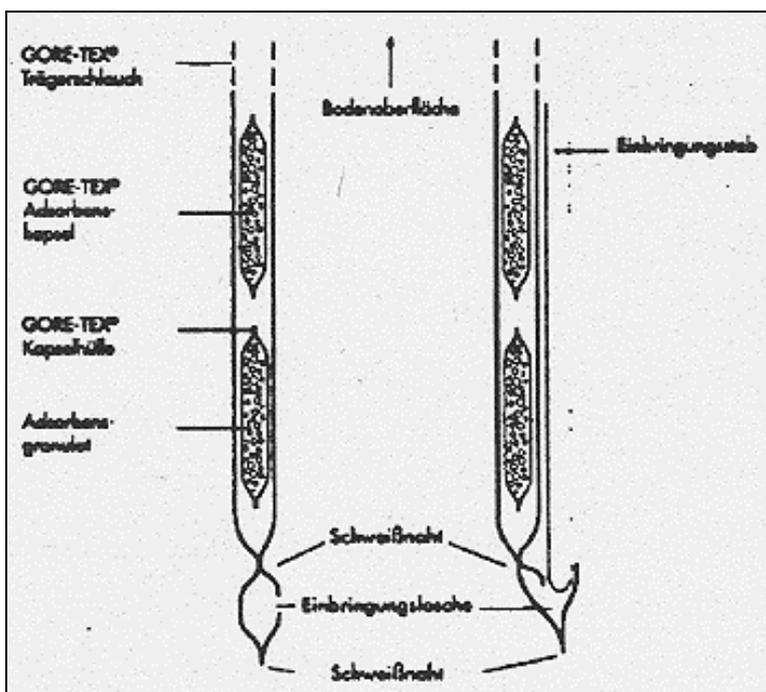


Bild 1: Modul der Fa. W.L.Gore & Associates GmbH in Meßposition

Nach Ablauf der Verweildauer wird das Modul entnommen, umgehend in das vom Hersteller gelieferte Schraubglas eingelegt und luftdicht verschlossen. Das Modul wird im Labor des Herstellers mit GC/MS chemisch-physikalisch untersucht. Die Desorption der Schadstoffe erfolgt thermisch. Auf Wunsch übernimmt der Hersteller auch die geostatistische Auswertung der gewonnenen Meßdaten.

Verfahren der Fa. TerraGaz

Das Adsorbermaterial, hier Tenax, ist in einem speziellen glasbeschichteten Aluminiumröhrchen enthalten (Kollektor), welches in einem hermetisch verschlossenen Glasbehälter transportiert wird. Dieser Kollektor wird zur Untersuchung mit der Öffnung nach unten in das vorher erstellte Bohrloch eingebracht.

Vom Hersteller wird ein Bohrdurchmesser von 30 mm und eine Tiefe von etwa 50 cm empfohlen.

Danach wird das Bohrloch abgedichtet.

Nach einer bestimmten Verweilzeit wird der Kollektor entnommen und die Öffnung umgehend verschlossen. Der Kollektor wird im Labor unter Einhaltung der EN45001-Richtlinien mit Thermodesorption-GC/MS chemisch analysiert. Auf Wunsch übernimmt TerraGaz auch die geostatistische Auswertung der gewonnenen Meßdaten.

4 Durchführung der Messungen

Neumayr-Methode

Die Entnahme der Bodenluftproben nach der Neumayr-Methode erfolgte durch die MABOWEG (Mobile Abfall-, Boden- und Wasser-Einsatz-Gruppe) unserer Institution. Als Entnahmetiefe wurden 1,30 m gewählt. Der Bohrdurchmesser betrug 36 mm. Zur Entnahme der Bodenluft wurden Einwegspritzen mit 5 ml Volumen verwendet.

Aus einer Spritze wurden jeweils zwei Glasampullen mit je 2 ml Volumen gefüllt, um gegebenenfalls Parallel- oder Vergleichsmessungen durchführen zu können. Die Glasampullen wurden sofort luftdicht abgeschmolzen.

Die chemisch-physikalische Untersuchung der Bodenluftproben erfolgte im Labor unserer Institution mit GC. Die Lagerzeit der Glasampullen bis zur Bearbeitung im Labor betrug 3 bzw. 4 Tage. Während dieser Zeit lagerten die Ampullen kühl und dunkel.

Methode der Fa. W.L.Gore & Associates GmbH

Die Module der Fa. Gore wurden von der MABOWEG entsprechend der Empfehlung des Herstellers in 1,10 m Tiefe eingebracht. Verwendet wurden dazu die Bohrlöcher, aus denen zuvor aus einer Tiefe von ca. 1,30 m durch die MABOWEG eine Bodenluftprobe nach der Neumayr-Methode entnommen wurde. Das Bohrloch wurde danach mit dem mitgelieferten Dichtkegel abgedichtet. Nach 16 Tagen wurden die Module durch die MABOWEG entnommen, entsprechend den Herstellerangaben in die mitgelieferten Glasflaschen verpackt und der Fa. Gore zur weiteren Untersuchung zugeleitet.

Der vollständige Bericht der Fa. Gore mit allen Untersuchungsergebnissen ist in Anlage 3 enthalten.

Methode der Fa. TerraGaz

Einbringen und Entnehmen der Kollektoren erfolgte durch das Personal der Fa. TerraGaz. Die Meßstellen lagen für den Untersuchungszweck jeweils in räumlicher Nähe zu den von uns niedergebrachten Bohrlöchern. Die Kollektoren wurden etwa 50 cm tief eingelegt. Die Verweilzeit im Untergrund betrug in diesem Fall 14 Tage.

Die chemisch-physikalische Untersuchung der Kollektoren erfolgte im Labor der Fa. TerraGaz.

Der vollständige Bericht der Fa. TerraGaz mit allen Untersuchungsergebnissen ist in Anlage 4 enthalten.

5 Meßergebnisse

Die Lage der Meßstellen im Untersuchungsgebiet ergibt sich aus dem Lageplan (Bild 2).

In den Tabellen der Anlage 1 sind die Meßergebnisse der drei Untersuchungsmethoden dargestellt.

Die Tabellen sind so aufgebaut, daß jeweils für die einzelnen Meßstellen die gefundenen Meßdaten für CKW und BTEX der Fa. GORE, Fa. TerraGaz und unseres Labors einander gegenübergestellt werden. Außerdem sind in dieser Tabelle die jeweiligen Bestimmungsgrenzen, soweit sie uns vorlagen, angegeben.

Die höchste Konzentration - jeweils gemessen nach Neumayr - wird bei der Gruppe der CKW durch Tetrachlormethan erreicht mit Werten bis $8,4 \text{ mg/m}^3$ in der Bodenluft, gefolgt von Trichlormethan mit Werten bis $3,6 \text{ mg/m}^3$.

Hinweise auf BTEX konnten in den nach der Neumayr-Methode entnommenen Bodenluftproben nur bei Meßstelle 9 gefunden werden. Sie lagen im Bereich der Nachweisgrenze (siehe Anlage 1).

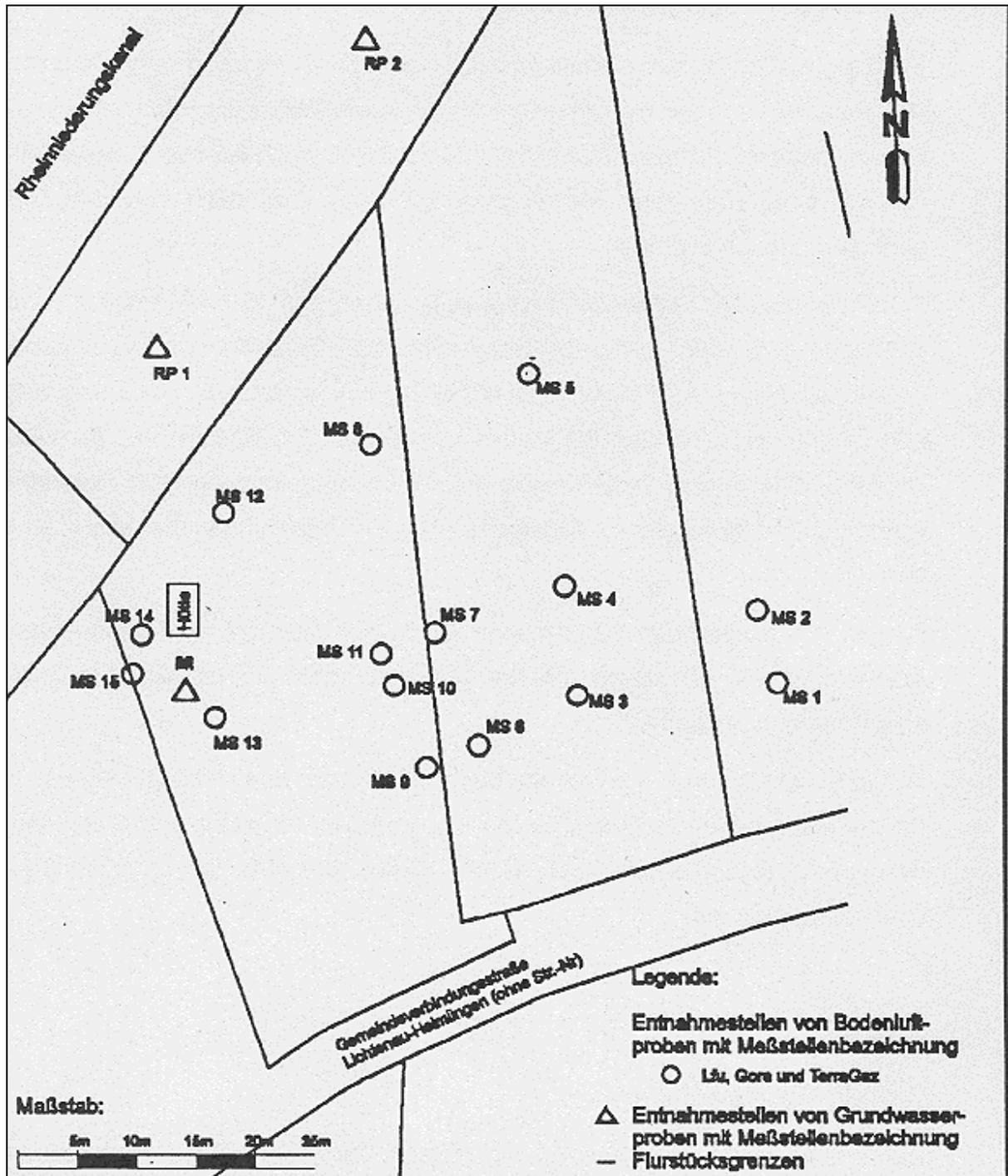


Bild 2: Lageplan des Meßgebiets

6 Vergleich der Meßergebnisse

In Anlage 2 wurde ein statistischer Vergleich der Meßdaten vorgenommen. Für den Vergleich wurden die Einzelstoffe Trichlormethan, Tetrachlormethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen und die Summe der CKW nach Anlage 1 ausgewählt, da nur für diese Parameter Meßwerte in größerer Zahl nach den drei Untersuchungsmethoden vorliegen.

Für die genannten Parameter sind jeweils die an den 15 Meßstellen gefundenen Meßwerte aufgeführt. In den beiden graphischen Darstellungen rechts neben der Tabelle sind jeweils auf der Abszisse die Ergebnisse unserer Institution aufgetragen und auf der Ordinate den Meßwerten der Fa. GORE bzw. Fa. TerraGaz zugeordnet. Die in den Diagrammen außerdem eingetragene Regressionsgerade wurde mit dem graphischen Auswerteprogramm Excel 5.0 der Fa. Microsoft ermittelt.

Wegen der zu geringen Datenmenge wurde auf eine weitergehende statistische Auswertung, wie Ermittlung von Korrelationsfaktoren, Varianzen oder Standardabweichungen, verzichtet.

In den Bildern 3a bis d sind die Meßergebnisse nach den Methoden Neumayr und Gore geostatistisch ausgewertet. Die Eignung der Verfahren zum Aufspüren von Kontaminationen läßt sich daraus bei geeigneten Untergrundverhältnissen im Grundsatz erkennen.

7 Einsatzempfehlungen

Die beiden passiven Methoden der Firmen Gore und TerraGaz zeichnen sich durch einfache Anwendbarkeit aus. Bei beiden Verfahren können die erforderlichen Feldarbeiten durch angelernte Kräfte ausgeführt werden.

Die Methode nach Neumayr erfordert einen höheren gerätetechnischen Aufwand für Bohrlocherstellung und Probenentnahme. Damit verbunden sind auch höhere Anforderungen an die Qualität des Personals. Nach dieser Methode erhält man -ebenso wie mit anderen aktiven Bodenluftuntersuchungsverfahren - absolute Meßwerte für Stoffkonzentrationen in der Bodenluft, während mit den passiven Bodenluftuntersuchungsverfahren nur relative Meßergebnisse gewonnen werden können, die derzeit keinen direkten Bezug zu einer wahren Konzentration in der Bodenluft zulassen. In der praktischen Anwendung zum Aufspüren von Untergrund- und Grundwasserkontaminationen ist dies oft bedeutungslos.

Wir konnten in diesem Anwendungsfall für die Methoden der Fa. Gore und Fa. TerraGaz eine tendenzielle Übereinstimmung mit den nach der Neumayr-Methode gewonnenen Ergebnissen finden. Bei geeigneten Untergrundverhältnissen erscheint die Empfindlichkeit zum Aufspüren von Kontaminationen im Grundsatz gegeben.

Bei der von TerraGaz empfohlenen Einbautiefe von etwa 50 cm könnten sich je nach Art und Aufbau des Untergrunds atmosphärische Einflüsse nachteilig auf die Untersuchungsergebnisse auswirken, was zu Minderbefunden führen könnte. In diesem Zusammenhang wird auf den DIN-Entwurf 3865 „Messen organischer Bodenverunreinigungen - Techniken für die aktive Entnahme von Bodenluftproben“ vom Juni 1996 verwiesen. Er bezieht sich zwar nur auf aktive Bodenluftuntersuchungsverfahren und empfiehlt dafür auch bei sehr geringen Bodenluftentnahmemengen eine Mindestentnahmetiefe von 1m, die nur in begründeten Fällen unterschritten werden sollte.

Die beiden Firmen GORE und TerraGaz nennen als weiteren Vorteil Ihrer Methode die Eignung für die Erkundung geringdurchlässiger Böden. Bei dem am Standort vorliegenden sandigen Untergrund war die Prüfung dieses Anwendungsbereichs nicht möglich. Die Durchführung weiterer Vergleichsmessungen bei anderen Untergrundverhältnissen und Schadstoffkontaminationen wird angeregt.

Anlagen

Anlage 1: Darstellung der Meßergebnisse der Bodenluftuntersuchungen

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

Referat 55: MABOWEG-Labor

BG: Bestimmungsgrenze

- : nicht untersucht

Meßstelle MS 1

Meßstelle: MS 1 Gore: - TerraGaz: MST 18	LFU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	-	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	413
Trichlormethan	< BG	0,04	-	0,02	383
Tetrachlormethan	0,04	0,01	-	0,05	< BG
1,1-Dichlorethan	-	-	-	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	-	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	-	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	-	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	-	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,07	0,01	-	0,02	< BG
Tetrachlorethen	< BG	0,01	-	0,07	< BG
Σ CKW	0,11	-	-	-	796
Benzol	< BG	2	-	0,33	< BG
Toluol	< BG	2	-	0,01	830
Ethylbenzol	< BG	2	-	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	-	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	-	-	82
Σ BTEX	< BG	-	-	-	912

Meßstelle MS 2

Meßstelle: MS 2 Gore: Modul 108991 TerraGaz: MST 19	LFU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	< BG	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	0,03	0,04	< BG	0,02	< BG
Tetrachlormethan	0,14	0,01	0,41	0,05	< BG
1,1-Dichlorethan	-	-	< BG	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	< BG	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	< BG	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	< BG	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	< BG	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,05	0,01	< BG	0,02	< BG
Tetrachlorethen	0,02	0,01	0,03	0,07	< BG
Σ CKW	0,24	-	0,44	-	< BG
Benzol	< BG	2	0,01	0,33	788
Toluol	< BG	2	0,03	0,01	413
Ethylbenzol	< BG	2	0,04	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	0,28	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	0,32	-	< BG
Σ BTEX	< BG	-	0,36	-	1201

Meßstelle MS 3

Meßstelle: MS 3 Gore: - TerraGaz: 17	LFU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	-	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	622
Trichlormethan	0,18	0,04	-	0,02	342
Tetrachlormethan	0,78	0,01	-	0,05	< BG
1,1-Dichlorethan	-	-	-	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	-	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	-	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	-	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	-	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,11	0,01	-	0,02	< BG
Tetrachlorethen	0,02	0,01	-	0,07	< BG
Σ CKW	1,09	-	-	-	964
Benzol	< BG	2	-	0,33	< BG
Toluol	< BG	2	-	0,01	732
Ethylbenzol	< BG	2	-	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	-	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	-	-	< BG
Σ BTEX	< BG	-	-	-	732

Meßstelle MS 4

Meßstelle: MS 4 Gore: - TerraGaz: 16	LfU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	-	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	<BG
Trichlormethan	0,08	0,04	-	0,02	273
Tetrachlormethan	0,25	0,01	-	0,05	390
1,1-Dichlorethan	-	-	-	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	-	0,01	<BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	-	0,03	<BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	-	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	-	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	<BG
Trichlorethen	0,07	0,01	-	0,02	171
Tetrachlorethen	0,02	0,01	-	0,07	<BG
Σ CKW	0,42	-	-	-	834
Benzol	< BG	2	-	0,33	<BG
Toluol	< BG	2	-	0,01	263
Ethylbenzol	< BG	2	-	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	-	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	-	-	<BG
Σ BTEX	< BG	-	-	-	263

Meßstelle MS 5

Meßstelle: MS 5 Gore: - TerraGaz: MST 14	LfU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	-	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	603
Trichlormethan	< BG	0,04	-	0,02	54
Tetrachlormethan	0,07	0,01	-	0,05	< BG
1,1-Dichlorethan	-	-	-	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	-	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	-	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	-	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	-	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,11	0,01	-	0,02	< BG
Tetrachlorethen	0,03	0,01	-	0,07	< BG
Σ CKW	0,21	-	-	-	657
Benzol	< BG	2	-	0,33	245
Toluol	< BG	2	-	0,01	1654
Ethylbenzol	< BG	2	-	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	-	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	-	-	796
Σ BTEX	< BG	-	-	-	2695

Meßstelle MS 6

Meßstelle: MS 6 Gore: Modul 108990 TerraGaz: 10/1 und 10/2	LFU		GORE		TerraGaz
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
Vinylchlorid	-	-	< BG	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	3,6	0,04	90,97	0,02	< BG
Tetrachlormethan	8,4	0,01	545,77	0,05	< BG
1,1-Dichlorethan	-	-	< BG	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	0,14	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	0,10	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	< BG	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	< BG	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,09	0,01	0,26	0,02	< BG
Tetrachlorethen	0,06	0,01	8,14	0,07	< BG
Σ CKW	12,15	-	645,38	-	< BG
Benzol	< BG	2	0,67	0,33	< BG
Toluol	< BG	2	12,07	0,01	< BG
Ethylbenzol	< BG	2	1,03	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	6,37	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	7,40	-	< BG
Σ BTEX	< BG	-	20,14	-	< BG

Meßstelle MS 7

Meßstelle: MS 7 Gore: Modul 108992 TerraGaz: MST 11/1	LFU		GORE		TerraGaz
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
Vinylchlorid	-	-	< BG	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	0,66	0,04	66,20	0,02	< BG
Tetrachlormethan	6,5	0,01	398,16	0,05	841
1,1-Dichlorethan	-	-	< BG	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	0,14	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	0,12	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	< BG	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	< BG	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,11	0,01	0,18	0,02	< BG
Tetrachlorethen	0,05	0,01	7,07	0,07	< BG
Σ CKW	7,32	-	471,87	-	841
Benzol	< BG	2	0,79	0,33	< BG
Toluol	< BG	2	0,96	0,01	< BG
Ethylbenzol	< BG	2	0,07	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	0,34	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	0,41	-	< BG
Σ BTEX	< BG	-	2,16	-	< BG

Meßstelle MS 8

Meßstelle: MS 8 Gore: - TerraGaz: MST 13	LFU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	-	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	0,05	0,04	-	0,02	< BG
Tetrachlormethan	0,76	0,01	-	0,05	< BG
1,1-Dichlorethan	-	-	-	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	-	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	-	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	-	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	-	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,10	0,01	-	0,02	182
Tetrachlorethen	< BG	0,01	-	0,07	< BG
Σ CKW	0,91	-	-	-	182
Benzol	< BG	2	-	0,33	295
Toluol	< BG	2	-	0,01	1096
Ethylbenzol	< BG	2	-	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	-	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	-	-	470
Σ BTEX	< BG	-	-	-	1861

Meßstelle MS 9

Meßstelle: MS 9 Gore: Modul 108993 TerraGaz: MST 9	LFU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	< BG	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	3,1	0,04	32,71	0,02	< BG
Tetrachlormethan	7,2	0,01	136,38	0,05	< BG
1,1-Dichlorethan	-	-	< BG	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	0,04	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	0,07	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	< BG	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	< BG	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,27	0,01	0,05	0,02	< BG
Tetrachlorethen	0,02	0,01	0,94	0,07	< BG
Σ CKW	10,59	-	170,19	-	< BG
Benzol	5	2	1,08	0,33	< BG
Toluol	1,5	2	1,6	0,01	< BG
Ethylbenzol	< BG	2	0,08	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	0,29	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	0,37	-	< BG
Σ BTEX	6,5	-	3,05	-	-

Meßstelle MS 10

Meßstelle: MS 10 Gore: - TerraGaz: 20	LFU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	-	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	0,80	0,04	-	0,02	249
Tetrachlormethan	6,4	0,01	-	0,05	1 462
1,1-Dichlorethan	-	-	-	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	-	0,01	-
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	-	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	-	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	-	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,15	0,01	-	0,02	< BG
Tetrachlorethen	0,04	0,01	-	0,07	< BG
Σ CKW	7,39	-	-	-	1 711
Benzol	< BG	2	-	0,33	< BG
Toluol	< BG	2	-	0,01	< BG
Ethylbenzol	< BG	2	-	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	-	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	-	-	< BG
Σ BTEX	< BG	-	-	-	< BG

Meßstelle MS 11

Meßstelle: MS 11 Gore: Modul 108994 TerraGaz: MST 8	LFU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	< BG	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	0,7	0,04	45,75	0,02	591
Tetrachlormethan	6,6	0,01	253,01	0,05	1703
1,1-Dichlorethan	-	-	< BG	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	0,07	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	0,08	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	< BG	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	< BG	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,16	0,01	0,07	0,02	< BG
Tetrachlorethen	0,04	0,01	4,02	0,07	< BG
Σ CKW	7,5	-	303	-	2294
Benzol	< BG	2	0,61	0,33	< BG
Toluol	< BG	2	5,57	0,01	525
Ethylbenzol	< BG	2	0,59	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	3,72	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	4,31	-	144
Σ BTEX	< BG	-	10,49	-	669

Meßstelle MS 12

Meßstelle: MS 12 Gore: Modul 108995 TerraGaz: MST 5	LFU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	< BG	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	0,04	0,04	1,37	0,02	< BG
Tetrachlormethan	0,40	0,01	10,69	0,05	< BG
1,1-Dichlorethan	-	-	< BG	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	0	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	0,04	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	< BG	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	< BG	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,14	0,01	< BG	0,02	< BG
Tetrachlorethen	< BG	0,01	0,12	0,07	< BG
Σ CKW	0,58	-	12,22	-	< BG
Benzol	< BG	2	1,23	0,33	< BG
Toluol	< BG	2	1,26	0,01	132
Ethylbenzol	< BG	2	0,12	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	0,84	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	0,96	-	< BG
Σ BTEX	< BG	-	3,45	-	132

Meßstelle MS 13

Meßstelle: MS 13 Gore: Modul 108996 TerraGaz: MST 3	LFU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	< BG	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	0,03	0,04	0,22	0,02	< BG
Tetrachlormethan	0,35	0,01	0,45	0,05	< BG
1,1-Dichlorethan	-	-	0,01	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	< BG	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	0,04	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	< BG	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	< BG	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,08	0,01	< BG	0,02	< BG
Tetrachlorethen	< BG	0,01	0,20	0,07	< BG
Σ CKW	0,46	-	0,92	-	< BG
Benzol	< BG	2	1,12	0,33	< BG
Toluol	< BG	2	1,75	0,01	226
Ethylbenzol	< BG	2	0,04	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	0,22	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	0,26	-	< BG
Σ BTEX	< BG	-	3,13	-	226

Meßstelle MS 14

Meßstelle: MS 14 Gore: Modul 108997 TerraGaz: 2	LfU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	< BG	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	< BG	0,04	0,77	0,02	< BG
Tetrachlormethan	0,10	0,01	2,81	0,05	785
1,1-Dichlorethan	-	-	< BG	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	< BG	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	0,02	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	< BG	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	< BG	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,11	0,01	< BG	0,02	< BG
Tetrachlorethen	0,02	0,01	0,09	0,07	< BG
Σ CKW	0,23	-	3,69	-	785
Benzol	< BG	2	1,39	0,33	< BG
Toluol	< BG	2	1,18	0,01	< BG
Ethylbenzol	< BG	2	0,05	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	0,25	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	0,30	-	< BG
Σ BTEX	< BG	-	2,87	-	-

Meßstelle MS 15

Meßstelle: MS 15 Gore: Modul 108998 TerraGaz: 1	LfU		GORE		TerraGaz Meßerg. rel. Ionen-Intens. in 10 ³ mAu
	Meßerg. mg/m ³	BG mg/m ³	Meßerg. µg	BG µg	
Vinylchlorid	-	-	< BG	0,23	-
Dichlormethan	< BG	5	-	-	< BG
Trichlormethan	0,31	0,04	3,82	0,02	< BG
Tetrachlormethan	0,76	0,01	4,56	0,05	< BG
1,1-Dichlorethan	-	-	< BG	0,03	-
1,2-Dichlorethan	-	-	< BG	0,01	< BG
1,1,1-Trichlorethan	< BG	0,02	0,06	0,03	< BG
cis 1,2-Dichlorethen	< BG	5	< BG	0,03	-
trans 1,2-Dichlorethen	-	-	< BG	0,06	-
Σ 1,2-Dichlorethen	-	-	-	-	< BG
Trichlorethen	0,08	0,01	< BG	0,02	114
Tetrachlorethen	< BG	0,01	0,21	0,07	< BG
Σ CKW	1,15	-	8,65	-	114
Benzol	< BG	2	0,89	0,33	< BG
Toluol	< BG	2	0,96	0,01	< BG
Ethylbenzol	< BG	2	0,05	0,01	-
Xylole gesamt	< BG	2	0,23	-	-
Σ Ethylbenzol + Xylole	< BG	-	0,28	-	< BG
Σ BTEX	< BG	-	2,13	-	< BG

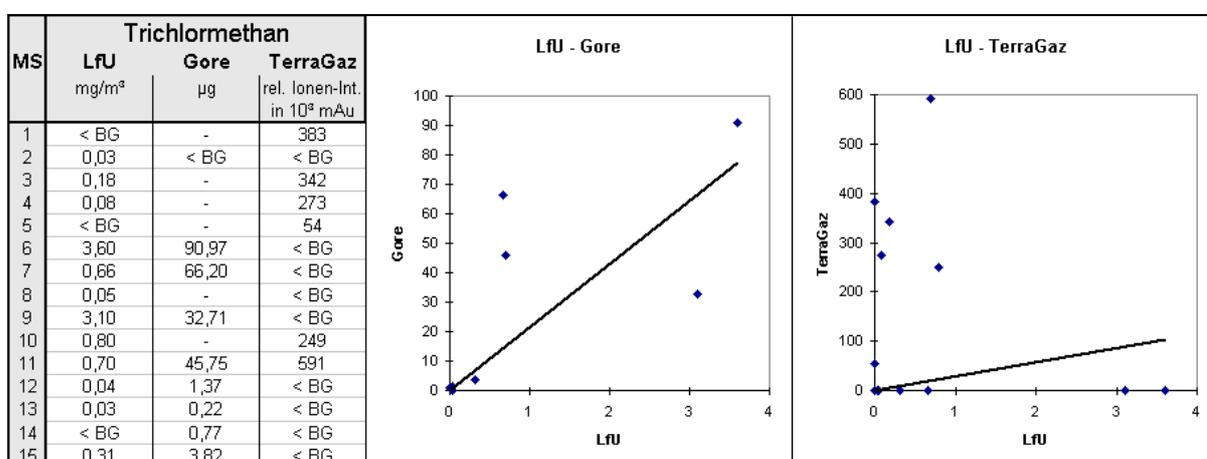
Anlage 2: Vergleich der Meßergebnisse für ausgewählte Schadstoffe

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Referat 55: MABOWEG-Labor

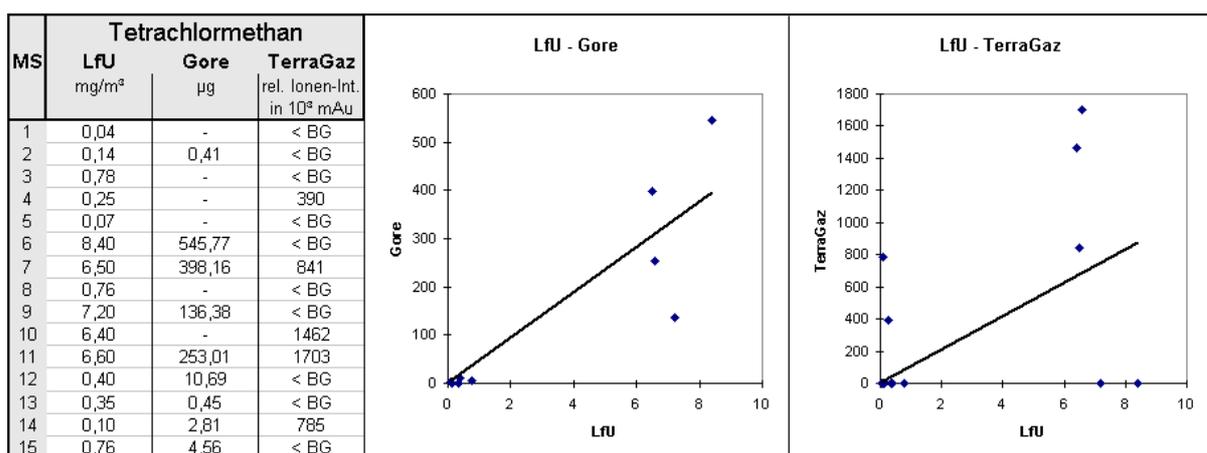
BG: Bestimmungsgrenze

- : nicht untersucht

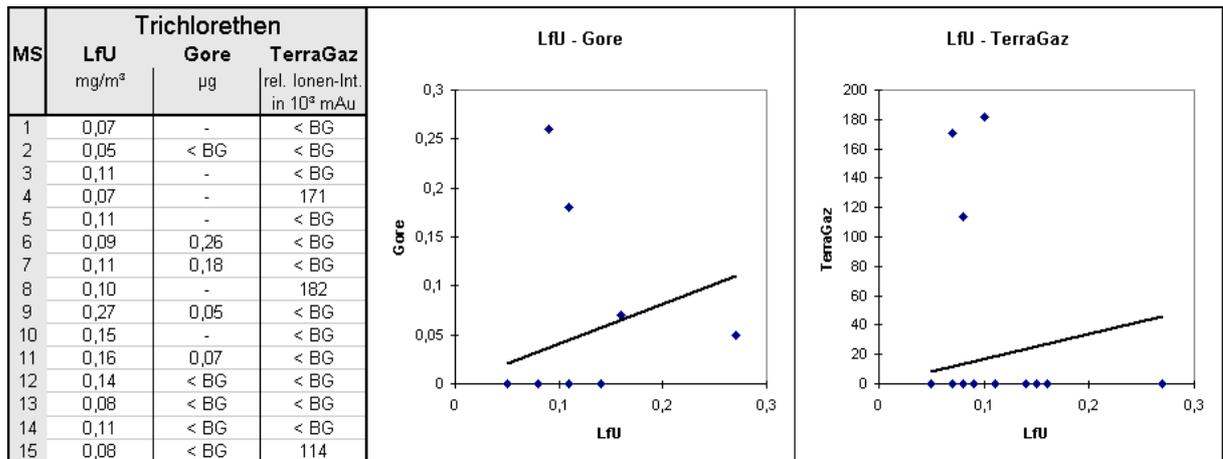
Trichlormethan



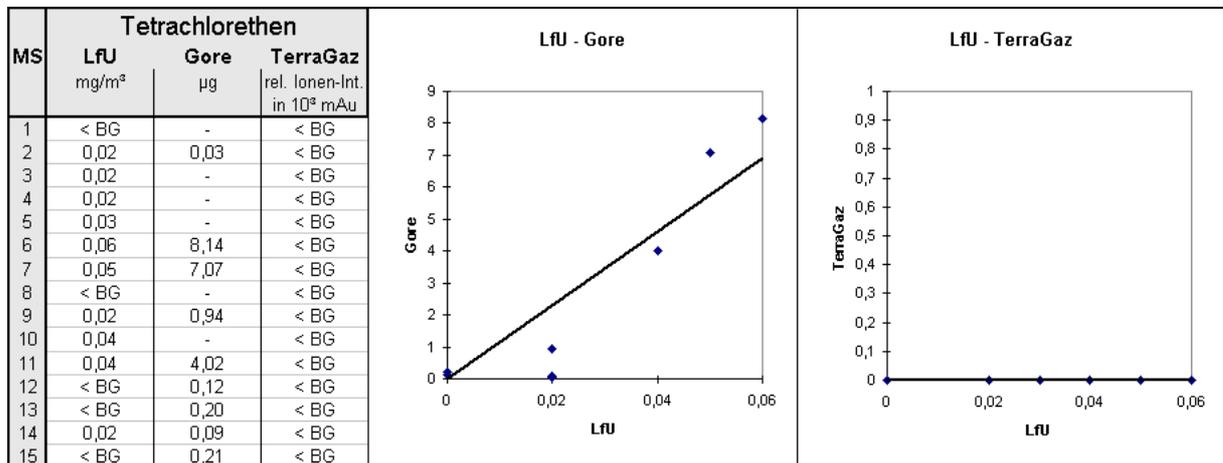
Tetrachlormethan



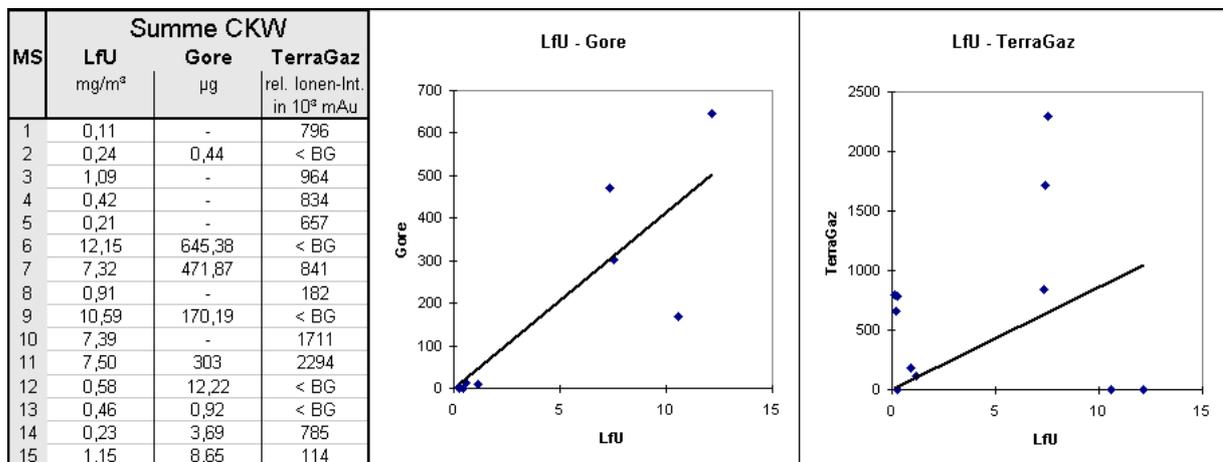
Trichlorethen



Tetrachlorethen



Summe CKW



Anlage 3: Abschlußbericht Fa. W.L.GORE & Associates GmbH

GORE-SORBER Screening Untersuchung

Prüfbericht

Bunkerverfüllung Königsbühn, 77839 Lichtenau

Putzbrunn, 29. Mai 1995

Auftraggeber: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Abt. Boden, Abfall, Altlasten, Postfach 21 07 52, 76157 Karlsruhe

Projektangaben

Standortbezeichnung:	Bunkerverfüllung Königsbühn, Lichtenau
Customer Purchase Order Number:	217637-09
Gore Production Order Number:	63458
Gore Site Code:	GG

Geländedaten

Einbringungsdatum:	10. April 1995	#eingebraachte Module:	12
#verschickte Module:	13	Einbringung durch:	Herrn Blumhofer
Einbringung durch:	Herrn Blumhofer	Entnahmedatum:	26. April 1995
Entnahmedatum:	26. April 1995	#entnommene Module:	12
#entnommene Module:	12	#Transportkontrollen:	1
#verlorene Module:	0	#unbenutzte Module:	0

Transportdaten

Versanddatum ab Gore:	04. April 1995	Ankunft am:	06. April 1995
Versanddatum ab Kunde:	27. April 1995	Ankunft bei Gore:	28. April 1995
Transport- und Probenahmeprotokoll beigelegt:	Ja		
Abweichungen vom Protokoll:	Keine		
Bemerkungen:	Keine		

Analysenmethode

Verfahren:	Thermische Desorption, Gaschromatographie, Massenspektroskopie
Thermische Desorption:	Perkin-Elmer ATD 400
Gaschromatographie:	Hewlett-Packard 5890
Massenspektroskopie:	Hewlett Packard 5971A
Auswertung:	Massenspektrum über Retentionszeit im Vergleich mit externem Standard

Instrument: 2 **Analytiker:** WW **Datei:** 063458

Verbindungen/Stoffgruppen von besonderem Interesse: LCKW
Abweichungen von der Standardmethode: Keine

Auswertung

Beigefügte Isolinienkarten: Keine

Kurzbeurteilung:

1. An leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen wurden insbesondere Tetrachlorkohlenstoff (CCL₄), Chloroform (CHCL₃) und Tetrachlorethen (PCE) nachgewiesen.
2. Tetrachlorkohlenstoff ist dabei der Hauptkontaminant mit bis zu 545 µg adsorbierter Stoffmenge. Dieser Wert ist als sehr hoch zu bezeichnen.
3. Die adsorbierten Chloroform-Mengen (max. 90,97 µg) deuten auf eine erhebliche Schadstoffbelastung im Untergrund hin.
4. Tetrachlorethen wurde in deutlich niedrigeren Mengen nachgewiesen. Dennoch zeigen auch diese Meßwerte eine signifikante Verunreinigung des Untergrundes an.
5. Alle weiteren Substanzen wurden nicht oder nur auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau nachgewiesen.

Schlüssel für Datentabelle

Einheiten

µg Microgramm (pro analysierter Sorberkapsel), aufgeführt für Substanzen, für welche externe Standards mitlaufen

Analysierte Substanzen

VC	Vinylchlorid
t12DCE	trans-1,2-Dichlorethen
11DCA	1,1-Dichlorethan
c12DCE	cis-1,2-Dichlorethen
PCE	TetraChlorethen
CHCl ₃	Chloroform
111-TCA	1,1,1 Trichlorethan
12DCA	1,2 Dichlorethan
CCL ₄	Tetrachlormethan
TCE	Trichlorethen

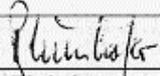
Kontrollen

TBn	nicht exponierte Transport-Kontrollmodule, welche zusammen mit exponierten Modulen transportiert wurden
BLANK	Laborkontrollmodul

Anhang A

Probennahme- und Transportprotokoll, Wertetabellen

Ablaufprotokoll für Probenahme und Transport (1)

		W.L. GORE & Associates GmbH Bereich Umwelttechnik, Hermann - Oberth - Str. 24, 85640 Putzbrunn Tel.: 089 / 4612 - 705, FAX: 089/4612 - 610	
GORE-SORBER SCREENING VERFAHREN ABLAUFPROTOKOLL FÜR PROBENAHME UND TRANSPORT			
Alle hell schraffierten Felder dieses Protokolls sind vollständig ausfüllen!			
1. Dieses Ablaufprotokoll muß von jeder Person, die diese Module entgegennimmt oder verschickt, mit Datum und Unterschrift versehen werden (unterer Teil). 2. Vorder- und Rückseite sind von den Personen auszufüllen, die die GORE-SORBER Module einbringen bzw. aus dem Boden herausnehmen			
Firmen-Name:	Landesanstalt für Umweltschutz (Karlsruhe)		
Anschrift:	Griesbachstr. 1 76185 Karlsruhe		
Tel.:	0721/983-1296		
FAX:	0721/983-1456		
Projektleiter:	Herr Blumhofer		
Auftragsnummer :	217637-09		
Production Order #:	63458		
Kontaktperson bei GORE:	Frau Sorge / Herr Mehlretter (Tel.: 089/ 4612 -705 / -631)		
Untersuchungsstandort:	Bunkerverfüllung Königsbühn		
Anschrift:	77839 Lichtenau		
Anzahl der Kühlaggregate/Kühlboxen:	1		
Zahl der Module ausgeliefert:	13 Stück (incl. 1 Kontroll-Modul)		
Zahl der Module eingebracht:	12 Stück		
Einbringungstiefe:	5m Bohrtiefe - Rücks 110 cm, Bohrlochtiefe 130 cm		
Bohrgerät / Lochdurchmesser:	Motorkammer (Cobra) 36 mm		
Seriennummer (#) der mitgeschickten GORE-Sorber Module:	#108989 bis #109001		
Seriennummer (#) der mitgeschickten Kontroll-Module:	#		
Einbringung der Module durch (Druckschrift):	Landesanst. f. Umweltschutz		
Unterschrift:	 Die Einbringung der GORE-SORBER Module erfolgte gemäß der Arbeitsanleitung der W.L.Gore & Associates GmbH .		
Entgegennahme durch (Kunde):	Blumhofer	Datum: Zeit: 06.04.95	
Firma:	LfU		
Weitergabe an:	—	Datum: Zeit:	
Firma:	—		
Rückversand an W.L. Gore durch:	Blumhofer	Datum: Zeit: 27.04.95	
Firma:	LfU		
Entgegennahme durch:	M. Sorge	Datum/Zeit: 28.4.95/13	
W.L. Gore & Associates GmbH			

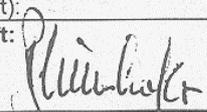
Ablaufprotokoll für Probenahme und Transport (2)

Beginn der Sorber-Einbringung:	Datum: 10.04.95	1	Zeit: ~ 10 ⁰⁰ Uhr
Abschluß der Sorber-Einbringung:	Datum: 10.04.95	1	Zeit: ~ 15 ⁰⁰ Uhr
Beginn der Sorber-Entnahme:	Datum: 26.04.95	1	Zeit: ~ 9 ⁰⁰ Uhr
Abschluß der Sorber-Entnahme:	Datum: 26.04.95	1	Zeit: ~ 10 ⁰⁰ Uhr

# auf Plan	Seriennummer des Moduls	Einbringungs-Datum / Zeit	Ölverschmutzung (1)	Kohlenwasserstoff Geruch (1)	Modul im Wasser (1)	Entnahme Datum / Zeit	Kommentar
1			ja nein	ja nein	ja nein		
2	108997	10.04.95	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	26.04.95	
3			ja nein	ja nein	ja nein		
4			ja nein	ja nein	ja nein		
5			ja nein	ja nein	ja nein		
6	108990		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
7	108992		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
8	108998		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
9	108993		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
10			ja nein	ja nein	ja nein		
11	108984		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
12	108985		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
13	108986		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
14	108997		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
15	108996		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
16			ja nein	ja nein	ja nein		
17	RP1 109000		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
18	RP2 109001		ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>	ja <u>nein</u>		
19			ja nein	ja nein	ja nein		
20			ja nein	ja nein	ja nein		
21			ja nein	ja nein	ja nein		
22			ja nein	ja nein	ja nein		
23			ja nein	ja nein	ja nein		
24			ja nein	ja nein	ja nein		
25			ja nein	ja nein	ja nein		
26			ja nein	ja nein	ja nein		
27			ja nein	ja nein	ja nein		
28			ja nein	ja nein	ja nein		
29			ja nein	ja nein	ja nein		
30			ja nein	ja nein	ja nein		
31			ja nein	ja nein	ja nein		
32			ja nein	ja nein	ja nein		
33			ja nein	ja nein	ja nein		
34			ja nein	ja nein	ja nein		
35			ja nein	ja nein	ja nein		
36			ja nein	ja nein	ja nein		
37			ja nein	ja nein	ja nein		
38			ja nein	ja nein	ja nein		
39			ja nein	ja nein	ja nein		
40			ja nein	ja nein	ja nein		

Weitere Bemerkungen: RP1 und RP2 :
Einbringtiefe 230 cm (100 cm unter Grundwasserspiegel),
Brunnen - Ø ca. 55 mm, Gesamttiefe RP1 510 cm,
RP2 420 cm, jeweils Geländeoberfläche

Zahl der entnommenen Module	Stück 12
Zahl der Kontroll Module	Stück 1
Zahl der zurückgeschickten Module (Summe)	Stück 13

Entnahme der Module durch (Druckschrift):	Blumhofer
Unterschrift:	
Die Entnahme und Verpackung der GORE-SORBER Module erfolgte gemäß der Arbeitsanleitung der W.L.Gore & Associates GmbH.	

Wertetabelle 1

MODUL NR.	VC	112DCE	11DCA	c12DCE	PCE	CHCl3	111TCA	12DCA	CCl4	TCE
	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg
109000	0,00	0,00	0,01	0,00	0,14	0,11	0,03	0,00	0,10	0,00
109001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,30	0,00	0,03	0,08
108990	0,00	0,00	0,00	0,00	8,14	90,97	0,10	0,14	545,77	0,26
108991	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00
108992	0,00	0,00	0,00	0,00	7,07	66,20	0,12	0,14	398,16	0,18
108993	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	32,71	0,07	0,04	136,38	0,05
108994	0,00	0,00	0,00	0,00	4,02	45,75	0,08	0,07	253,01	0,07
108995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	1,37	0,04	0,00	10,69	0,00
108996	0,00	0,00	0,01	0,00	0,20	0,22	0,04	0,00	0,45	0,00
108997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,77	0,02	0,00	2,81	0,00
108998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	3,82	0,06	0,00	4,56	0,00
108999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	2,16	0,04	0,00	18,92	0,00
TB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01
BLANK 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Maximum	0,00	0,00	0,01	0,00	8,14	90,97	0,30	0,14	545,77	0,26
Stabw.	0,00	0,00	0,01	0,00	2,96	31,44	0,08	0,05	186,55	0,09
Mittel	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76	20,34	0,07	0,03	114,28	0,05

Wertetabelle 2

MODUL NR.	BTEX	BENZ	TOL	EiBENZ	m,p-XYL	o-XYL	C11,C13&C15	UNDEC	TRIDEC	PENTADEC	NAPH&2-MN
	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg	µg
109000	3,25	1,17	1,94	0,03	0,09	0,03	1,02	0,94	0,06	0,01	0,03
109001	2,28	1,11	1,08	0,02	0,05	0,02	0,77	0,71	0,05	0,01	0,03
108990	20,14	0,67	12,07	1,03	4,96	1,41	0,56	0,50	0,05	0,01	0,21
108991	0,36	0,01	0,03	0,04	0,20	0,08	0,98	0,93	0,05	0,00	0,02
108992	2,15	0,79	0,96	0,07	0,24	0,10	1,54	1,46	0,08	0,01	0,05
108993	3,05	1,08	1,60	0,08	0,20	0,09	0,64	0,59	0,05	0,01	0,04
108994	10,49	0,61	5,57	0,59	2,97	0,75	0,90	0,86	0,04	0,00	0,05
108995	3,45	1,23	1,26	0,12	0,60	0,24	1,46	1,35	0,10	0,01	0,19
108996	3,13	1,12	1,75	0,04	0,15	0,07	0,94	0,87	0,06	0,01	0,19
108997	2,87	1,39	1,18	0,05	0,18	0,07	0,93	0,82	0,08	0,02	0,07
108998	2,13	0,89	0,96	0,05	0,14	0,09	0,53	0,49	0,03	0,01	0,08
108999	4,15	1,31	2,27	0,10	0,37	0,11	0,84	0,80	0,04	0,01	0,04
TB	2,89	1,28	1,49	0,03	0,07	0,02	0,74	0,68	0,05	0,01	0,03
BLANK 1	0,51	0,51	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Bestimmungs- grenze (µg)		0,33	0,01	0,01	0,02	0,01		0,03	0,01	0,01	

Wertetabelle 3

MODUL NR.	NAPH µg	2MeNAPH µg	TMBs µg	135TMB µg	124TMB µg	VC µg	t12DCE µg	11DCA µg	c12DCE µg	PCE µg	CHCl3 µg
109000	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,14	0,11
109001	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02
108990	0,14	0,07	0,31	0,07	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	8,14	90,97
108991	0,01	0,00	0,13	0,03	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
108992	0,04	0,01	0,12	0,03	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	7,07	66,20
108993	0,03	0,01	0,07	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	32,71
108994	0,04	0,01	0,09	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	4,02	45,75
108995	0,12	0,07	0,42	0,10	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	1,37
108996	0,11	0,08	0,30	0,06	0,24	0,00	0,00	0,01	0,00	0,20	0,22
108997	0,05	0,02	0,10	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,77
108998	0,05	0,03	0,09	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	3,82
108999	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	2,16
			0,00								
TB	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02
BLANK 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
Bestimmungs- grenze (µg)	0,01	0,01		0,01	0,02	0,23	0,06	0,03	0,03	0,07	0,02

Wertetabelle 4

MODUL NR.	111TCA µg	MTBE µg	12DCA µg	CCl4 µg	TCE µg	OCT µg	CIBENZ µg	PHENOL µg	14DCB µg	2MePHENOL µg
109000	0,03	0,04	0,00	0,10	0,00	0,07	0,02	0,00	0,01	0,00
109001	0,30	0,00	0,00	0,03	0,08	0,08	0,02	0,01	0,00	0,00
108990	0,10	0,00	0,14	545,77	0,26	0,09	0,03	0,00	0,01	0,00
108991	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
108992	0,12	0,00	0,14	398,16	0,18	0,09	0,02	0,01	0,01	0,00
108993	0,07	0,00	0,04	136,38	0,05	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00
108994	0,08	0,00	0,07	253,01	0,07	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00
108995	0,04	0,00	0,00	10,69	0,00	0,07	0,02	0,02	0,00	0,00
108996	0,04	0,00	0,00	0,45	0,00	0,06	0,02	0,02	0,00	0,00
108997	0,02	0,00	0,00	2,81	0,00	0,09	0,04	0,03	0,01	0,00
108998	0,06	0,00	0,00	4,56	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00
108999	0,04	0,00	0,00	18,92	0,00	0,07	0,10	0,00	0,01	0,00
TB	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,03	0,03	0,00	0,00
BLANK 1	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bestimmungs- grenze (µg)	0,03	0,10	0,01	0,05	0,02	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02

Schlüssel für Datentabelle

Einheiten

µg Microgramm (pro analysierter Sorberkapsel), aufgeführt für Substanzen, für welche externe Standards mitlaufen

Analysierte Substanzen

BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, m-Xylol, o-Xylol-Summenwert
BENZ	Benzol
TOL	Toluol
Et-BENZ	Ethylbenzol
m-XYL	m-Xylol
o-XYL	o-Xylol
OCT	Octan
C ₁₁ /UNDEC	Undecan
C ₁₃ /TRIDEC	Tridecan
C ₁₅ /PENTADEC	Pentadecan
N&2-MN	Naphthalin/2-Methylnaphthalin Summenwert
NAPH	Naphthalin
2-Me NAPH	2-Methylnaphthalin
TMBs	1,3,5-Trimethylbenzol / 1,2,4-Trimethylbenzol (Summe)
1,3,5-TMB	1,3,5-Trimethylbenzol
1,2,4 TMB	1,2,4-Trimethylbenzol (Summe)
trans-1,2-DCE	trans-1,2-Dichlorethen
cis-1,2-DCE	cis-1,2-Dichlorethen
1,1-DCA	1,1-Dichlorethan
1,2-DCA	1,2-Dichlorethan
1,1,1-TCA	1,1,1-Trichlorethan
CHCl ₃	Chlorform
TCE	Trichlorethen
PCE	Tetrachlorethen
ClBenz	Chlorbenzol
1,4-DCB	1,4-Dichlorbenzol
CCL ₄	Tetrachlormethan
PHENOL	Phenol
2-Me Phenol	2-Methylphenol
MTBE	Methyl-tert.-butylether

Kontrollen

TBn	nicht exponierte Transport-Kontrollmodule, welche zusammen mit exponierten Modulen transponiert wurden
BLANK	Laborkontrollmodul
BG	Bestimmungsgrenze

Geostatistische Verteilung von Chloroform mit dem Verfahren nach GORE

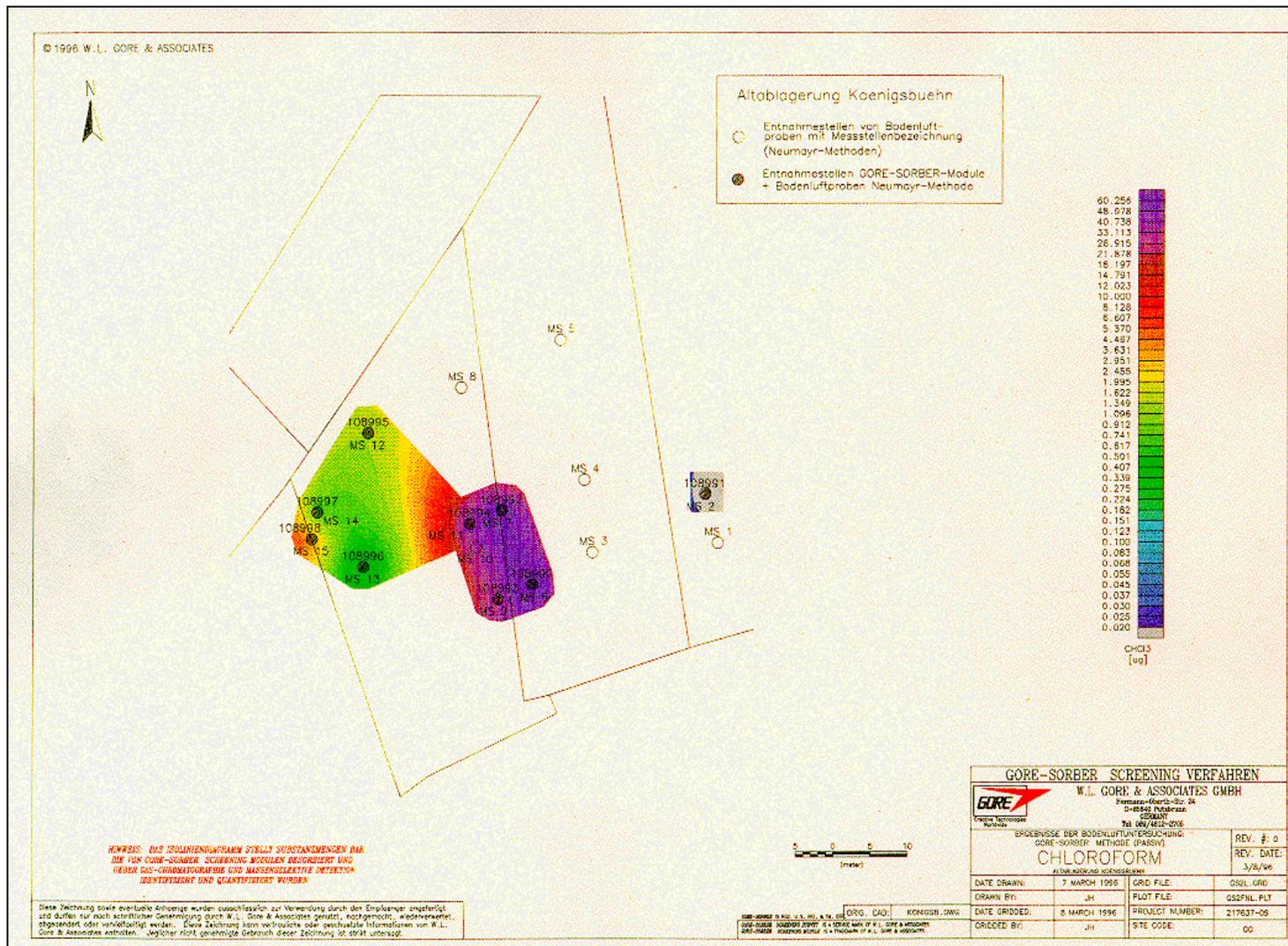


Bild 3a: Geostatistische Verteilung von Chloroform mit dem Verfahren nach GORE

Geostatistische Verteilung von Chloroform mit dem Verfahren nach Neumayr

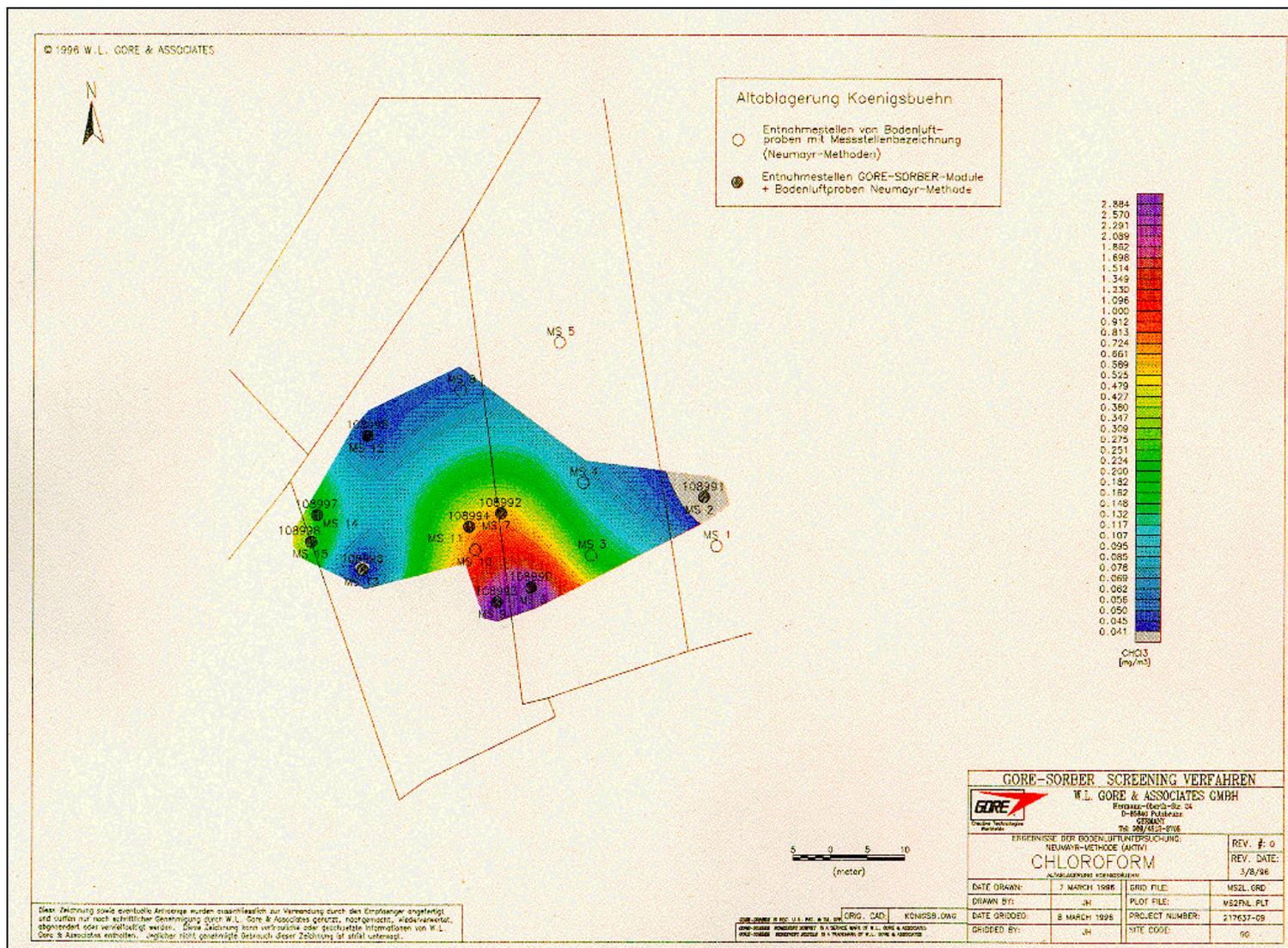


Bild 3b: Geostatistische Verteilung von Chloroform mit dem Verfahren nach Neumayr

Geostatistische Verteilung von Tetrachlorkohlenstoff mit dem Verfahren nach GORE

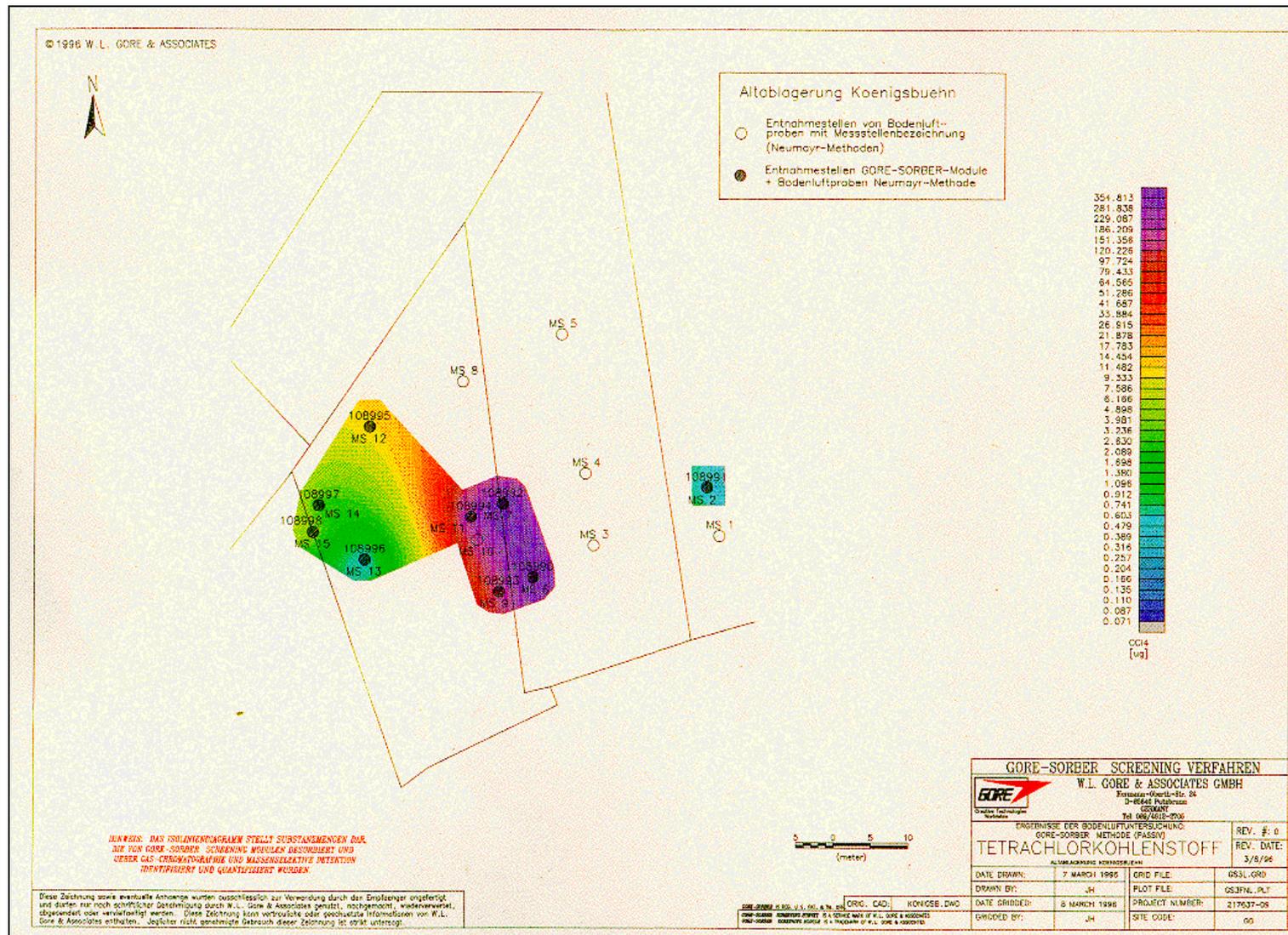


Bild 3c: Geostatistische Verteilung von Tetrachlorkohlenstoff mit dem Verfahren nach GORE

Geostatistische Verteilung von Tetrachlorkohlenstoff mit dem Verfahren nach Neumayr

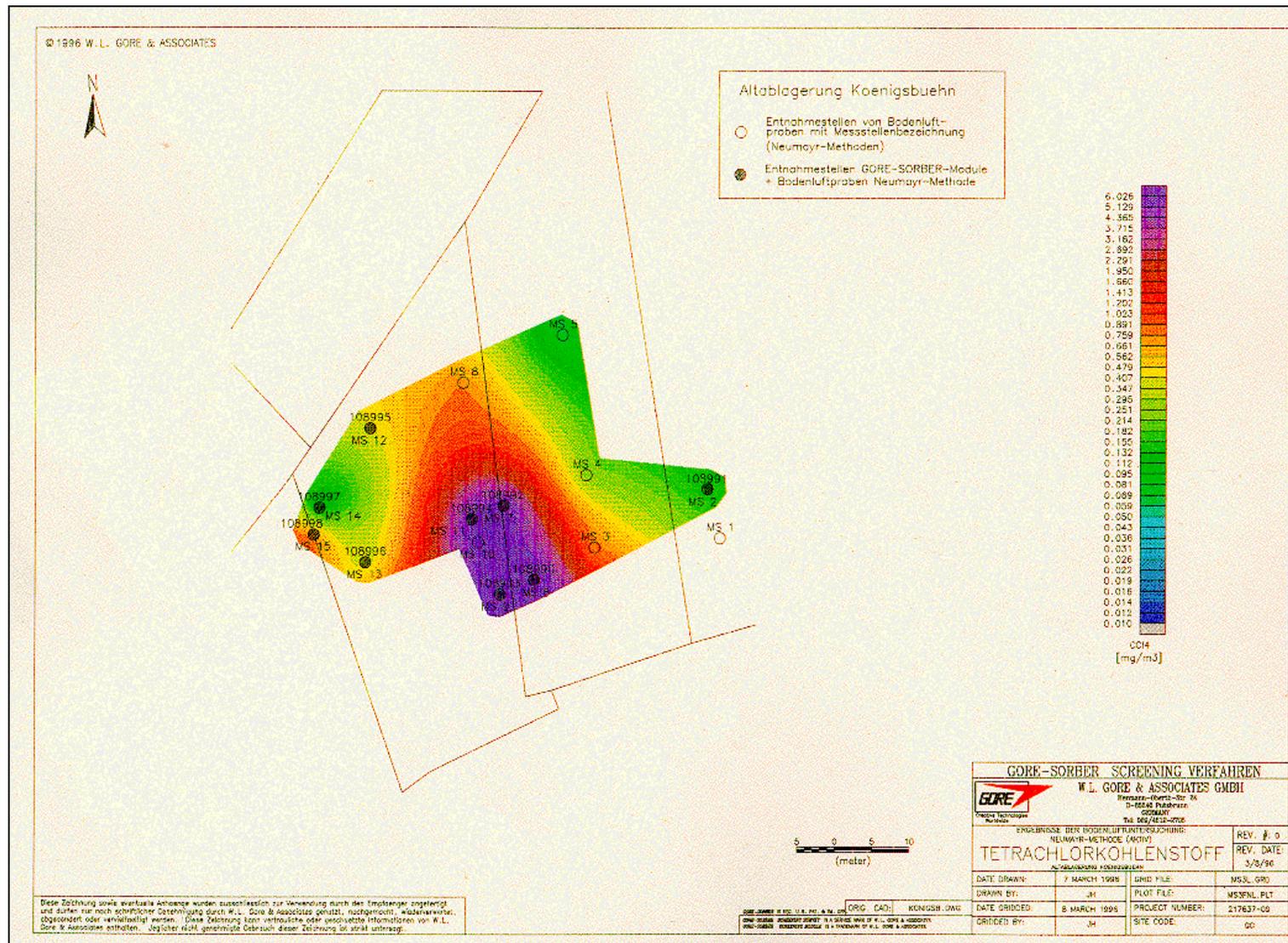


Bild 3d: Geostatistische Verteilung von Tetrachlorkohlenstoff mit dem Verfahren nach Neumayr

Anlage 4: Abschlußbericht Fa. TerraGaz

Abschlussbericht zum Auftrag TG 14115; April/Mai 1995

Passive Bodengas-Untersuchung ehemaliger Bunker Lichtenau

1 Allgemeines

1.1 Einleitung

TerraGaz führte im April/Mai 1995 im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) eine Bodengas-Untersuchung auf dem Gelände des ehemaligen Bunkers Lichtenau durch.

Bunker und Geschützstand waren nach dem Krieg gesprengt worden. In den 60 er-Jahren wurden auf dem Gelände CKW-haltige Schlämme abgelagert. Das Gebiet wurde anschließend rekultiviert und ist heute Landwirtschaftszone. Da eine Nutzungsänderung geplant ist, sollte die Verdachtsfläche näher untersucht werden.

TerraGaz erbrachte ihre Leistungen ohne Kosten für den Auftraggeber, da die TerraGaz-Methode im Rahmen eines Pilotprojektes mit anderen Bodengasmethoden (Gore, Aktivmethode nach Neumayr) verglichen werden sollte. Alle Resultate und Befunde werden gegenseitig ausgetauscht und diskutiert.

1.2 Zielsetzung

6. Identifikation der volatilen und semi-volatilen organischen Substanzen im Untergrund des untersuchten Geländes
7. Kartierung der wichtigsten Substanzen bzw. Stoffmischungen
8. Grobe Lokalisierung der Schadstoffquellen und Migrationswege

1.3 Eckdaten der Untersuchung:

Versetzen der Kollektoren:	10.04.95
Entnahme der Kollektoren:	24.04.95
Beginn der Prüfung:	01.05.95
Datum des Berichts:	05.07.95 (warten auf Situationsplan)

2 Resultate

2.1 Untersuchungsanordnung (Feldarbeit)

TerraGaz-Kollektoren bestehen aus glasbeschichteten Aluminiumröhrchen, welche mit Tenax als Adsorptionsmaterial gefüllt sind.

Die Feldarbeit wurde durch TerraGaz durchgeführt. Insgesamt wurden 21 TerraGaz-Kollektoren in einem im wesentlichen vom LfU festgelegten Meßstellenraster, ergänzt mit einigen zusätzlichen Meßstellen (mit 7-20 m Abstand zwischen Meßstellen) ca. 50 cm tief versetzt. Der Raster wurde z.T. an bereits bekannte Verhältnisse im Untergrund angepaßt.

Die Kollektoren adsorbierten während 14 Tagen zeitintegrativ (passiv) die aufsteigenden Bodengase. Sie wurden nach Entnahme aus den Meßstellen luftdicht verpackt und umgehend ins Labor in Belp transportiert.

2.2 Analytik (Laborarbeit)

Die organischen Verbindungen wurden thermisch bei 250 Grad in einem Gasstrom vom Tenax desorbiert. Nach dem Entfernen von Feuchtigkeit und Luft wurden die Gase direkt in ein Gaschromatographie-System überführt, auf einer 30 m langen Kapillarsäule aufgetrennt und mit einem massenselektiven Detektor erfaßt. Die Identifikation der Einzelstoffe erfolgte durch den Massenspektrenvergleich mit einer umfangreichen Bibliothek von 140 000 Spektren. Die identifizierten Verbindungen sind mit Angabe ihrer relativen Ionen-Intensität im folgenden tabellarisch dargestellt (vgl. 2.3). Zur Veranschaulichung der Resultate befinden sich im Anhang die jeweiligen Isolinien.

2.3 Datentabelle

(rote Messstellen auf den Karten im Anhang)

MST	Benzol	Toluol	Xylole, Ethyl- benzol	Σ BTEX	Dichlor- methan	Chloro- form	Tri- chlor- ethan	Tetra- chlor- kohlen- stoff	Tri- chlor- ethy- len	Per- chlor- ethy- len	1,2 Di- chlor- ethy- len	Di- chlor- ethane	Σ CKW	Mine- ralöl- spu- ren
1	0	426	105	531	0	0	0	0	114	0	0	0	114	613
2	0	0	0	0	0	0	0	785	0	0	0	0	785	0
3	0	226	0	226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210
4/1	178	609	116	903	277	361	0	643	0	0	0	0	1'281	529
4/2	0	590	0	590	639	571	0	650	119	0	0	0	1'979	866
5	0	132	0	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	266
6	218	646	175	1'039	222	0	0	0	0	0	0	0	222	477
7	0	483	0	483	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135
8	0	525	144	669	0	591	0	1'703	0	0	0	0	2'294	1'659
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11/1	0	0	0	0	0	0	0	841	0	0	0	0	841	0
11/2	0	0	0	0	0	0	0	764	0	0	0	0	764	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1'282
13	295	1'096	470	1'861	0	0	0	0	182	0	0	0	182	1'644
14	245	1'654	796	2'695	603	54	0	0	0	0	0	0	657	298
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	645
16	0	263	0	263	0	273	0	390	171	0	0	0	834	818
17	0	732	0	732	622	342	0	0	0	0	0	0	964	259
18	0	830	82	912	413	383	0	0	0	0	0	0	796	444
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	788	413	0	1'201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	734
20	0	0	0	0	0	249	0	1'462	0	0	0	0	1'711	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Resultate = relative Ionen-Intensität in 10^3 mAu

2.4 Qualitätssicherung-Kontrollen

1. Während der gesamten Untersuchung wurden über alle Tätigkeiten Protokolle und Laborjournale geführt. Die Arbeiten erfolgten nach SOPs (Standard Operation Procedures).
2. Das Analysengerät wurde vor und nach der Bestimmung der Proben kalibriert. Die Reproduzierbarkeit der relativen Ionen-Intensität betrug +/- 10%.
3. Die Laborarbeiten wurden nach den Richtlinien der EN 45'001 durchgeführt.

3 Archivierung

Zum Umfang der Prüfung gehören die folgenden Aufzeichnungen:

Abschlußbericht, Prüfplan, Probenbezeichnung für Analysen, Feldarbeitprotokolle, Sequenzblätter, Eichkurven bzw. Berechnungen, sämtliche Chromatogramme und Spektren, eventuell zusätzliche Notizen, Auswertungen oder Auszüge aus dem Laborjournal. Die Unterlagen werden für 5 Jahre bei der INTERLABOR BLP AG, CH-3123 Belp archiviert.

4 Interpretation

Das beprobte Areal weist schwache Kontaminationen mit **BTEX** (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol; größter Anteil beim Toluol), mit **CKW** sowie mit **Mineralöls**spuren auf. Die relative Verschmutzung des Untergrundes mit diesen Verbindungen wurde in den Karten im Anhang grafisch dargestellt.

Die Kontamination sind so schwach, daß sie wahrscheinlich mit konventioneller Analytik mit den üblichen Nachweisgrenzen kaum nachgewiesen werden können.

BTEX: Die relativ höchste festgestellte Verschmutzung liegt am Nordrand des untersuchten Gebietes, im Bereich der Meßstellen 13 und 14. Da diese Werte am Rande des Meßstellenrasters liegen, kann die genaue Lage allfälliger Verschmutzungsherde nicht definiert werden.

Mineralöle: Die relativ höchste Verschmutzung liegt im Bereich der Meßstellen 8,12, und 13.

CKW: Die relativ höchste Verschmutzung liegt im Bereich der Meßstellen 4, 8 und 20.

Der Meßstellenraster ist zu begrenzt, um genauere Angaben über die Migration machen zu können; immerhin läßt sich tendenziell eine Ost-West- bis Südost-Nordwest-Richtung des Schadstofftransportes ahnen.

5 Charakterisierung der Hauptschadstoffe

BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol/Xylol): Diese Verbindungen sind vorwiegend Lösemittel für Fette, Gummi, Farben und Lacke. Zur Erhöhung der Oktan-Zahl werden sie jedoch auch Treibstoffen zugesetzt. Obwohl in Böden mit einem schnellen mikrobiologischen Abbau zu rechnen ist, sind infolge der Wasserlöslichkeit bei massiven Bodenverunreinigungen Kontaminationen des Grundwassers mit diesen Substanzen nicht auszuschließen.

Mineralöle: Als Produkt der Erölraffinerie werden Mineralöle als Treibstoffe, Schmiermittel und Fette eingesetzt. Mineralöle können durch Oberflächenkontaminationen (Havarien; Lager-, Umschlag- und Bauplätze) in den Boden eingetragen und weiter durch das Grundwasser verschleppt werden.

CKW: Diese Substanzen werden als Löse-, Extraktions- und Kühlmittel verwendet. Die Wasserchlorung, der Abbau von höherchlorierten Verbindungen (z.B. Per- und Trichlorethylen) sowie die Reaktion von Methanol und Chlor in der Atmosphäre gehören zu den maßgeblichen Kontaminationsquellen. Bei erheblichen Bodenverunreinigungen können die Verbindungen auch in tiefer liegende Grundwasserleiter migrieren.

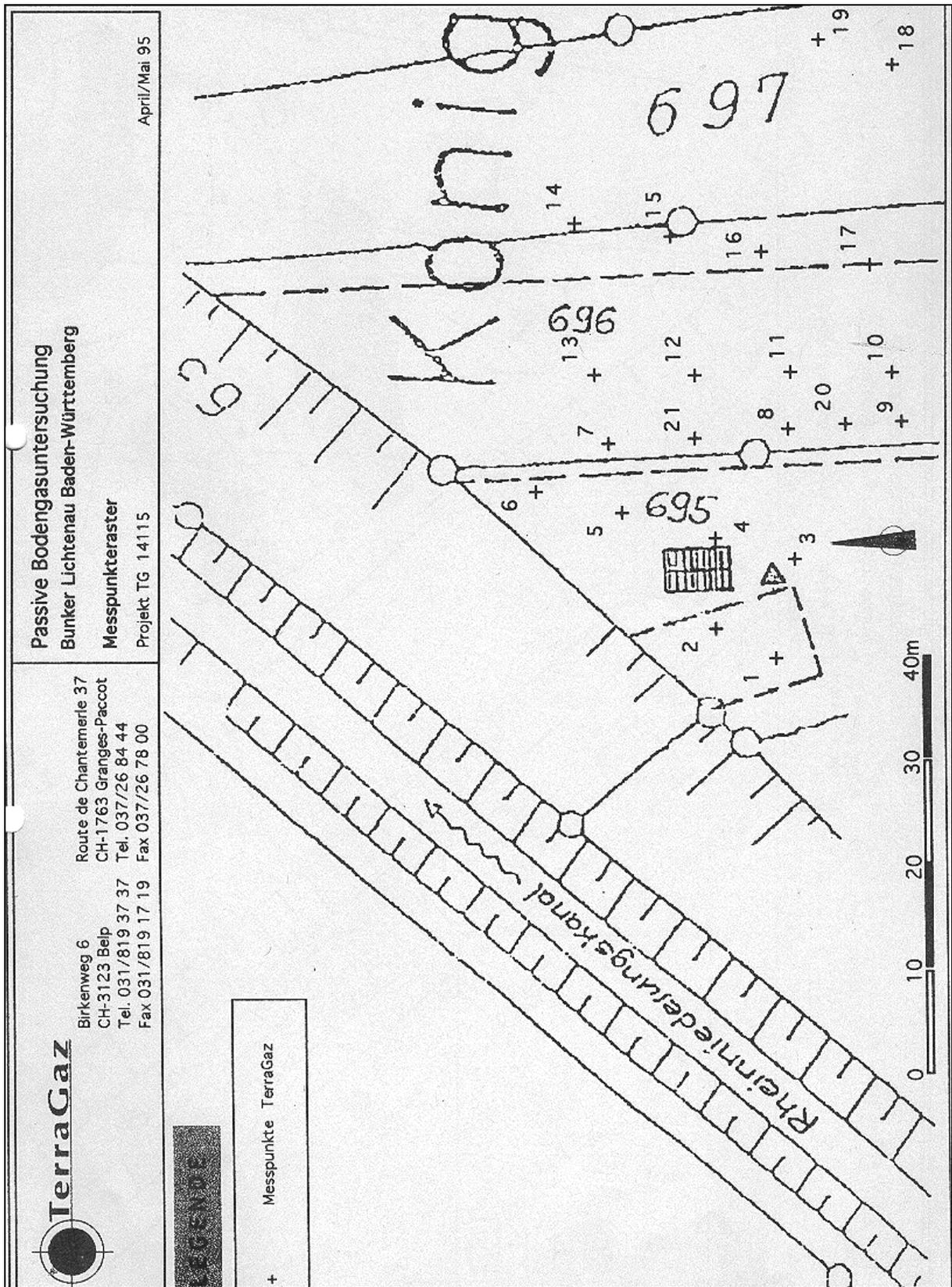
6 Schlußfolgerung

Die Verschmutzung des Untergrundes wird anhand der Terragaz-Untersuchung als unbedenklich beurteilt.

Es drängen sich keine weiteren Maßnahmen auf. Immerhin sollten bei einer tatsächlichen Nutzungsänderung des Geländes an den relativ am höchsten verschmutzten Meßstellen (s. 4) stichprobenweise Analysen des Bodens (Proben aus verschiedener Tiefe, je nach Beschaffenheit des Bohrgutes und des Grundwassers erhoben werden.

Wir hoffen, Ihnen mit dem vorliegenden Bericht zu dienen. Bei Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügungen. Wenden Sie sich bitte an Herrn Mägert, TerraGaz Belp.

Messpunkteraster



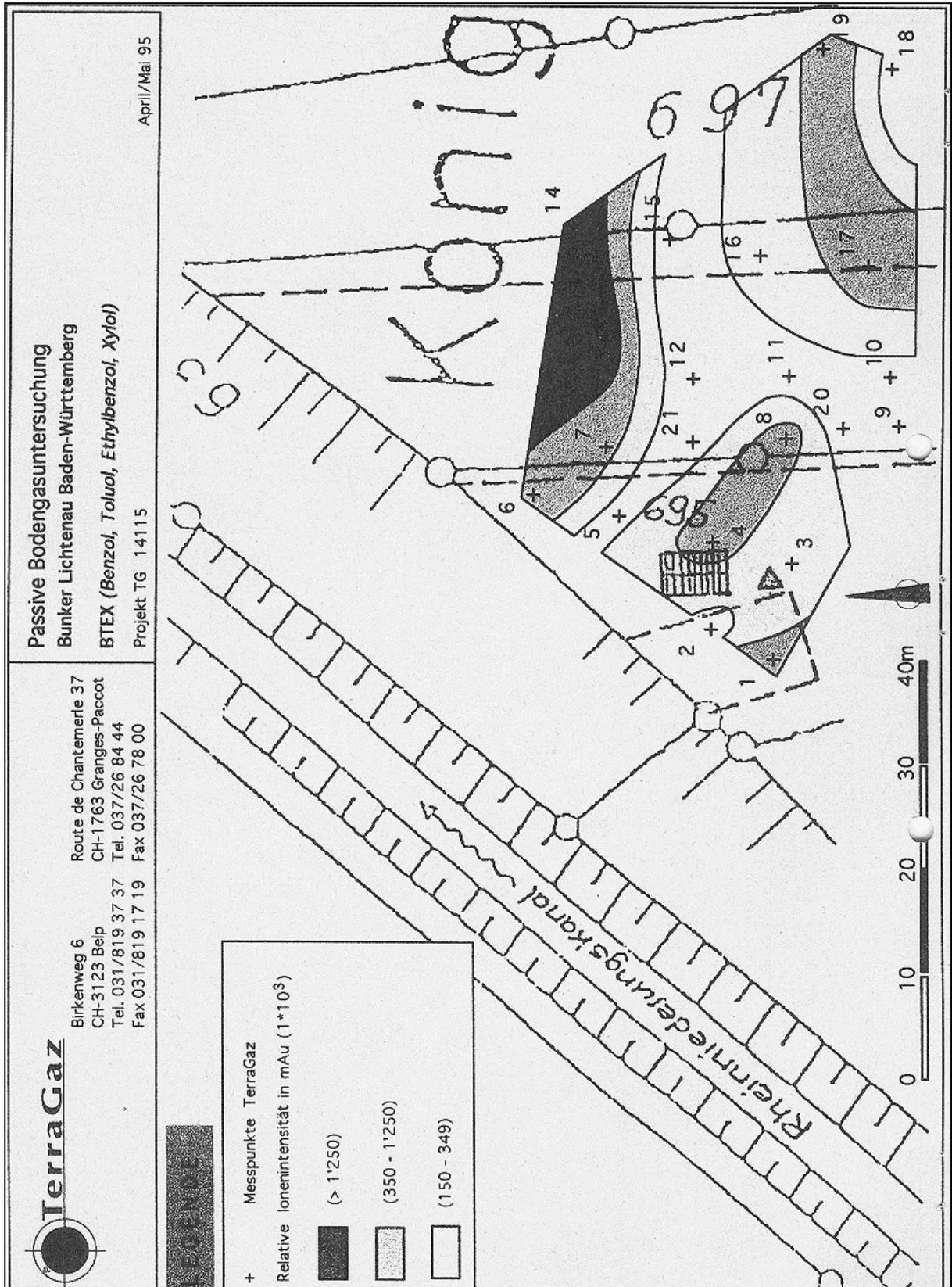
Passive Bodengasuntersuchung
Bunker Lichtenau Baden-Württemberg
Messpunkteraster
Projekt TG 14115
April/Mai 95

TerraGaz
Birkenweg 6
CH-3123 Belp
Tel. 031/819 37 37
Tel. 031/819 17 19
Fax 031/819 17 19
Fax 037/26 84 44
Fax 037/26 78 00

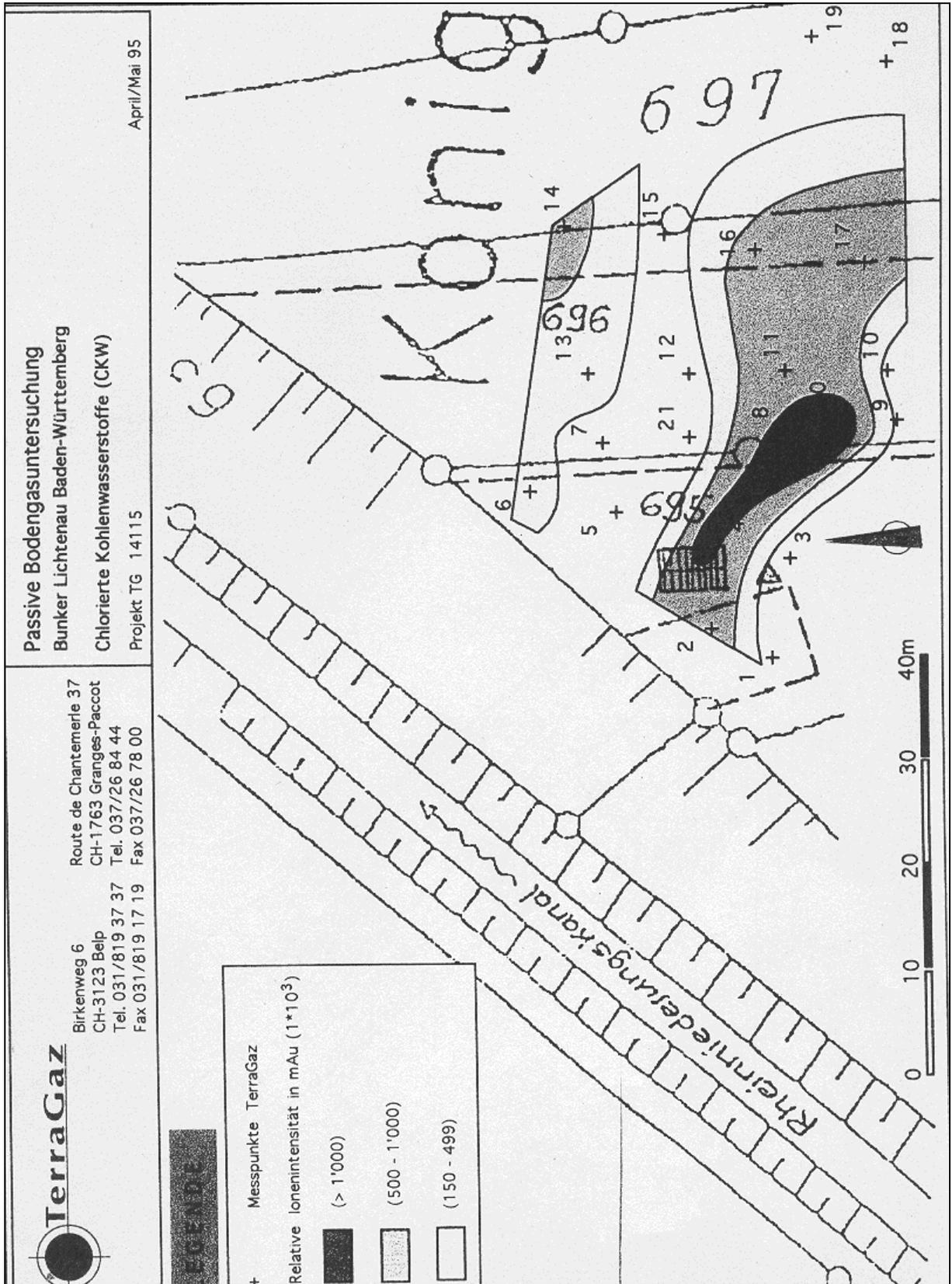
Route de Chantemerle 37
CH-1763 Granges-Paccot
Tel. 037/26 84 44



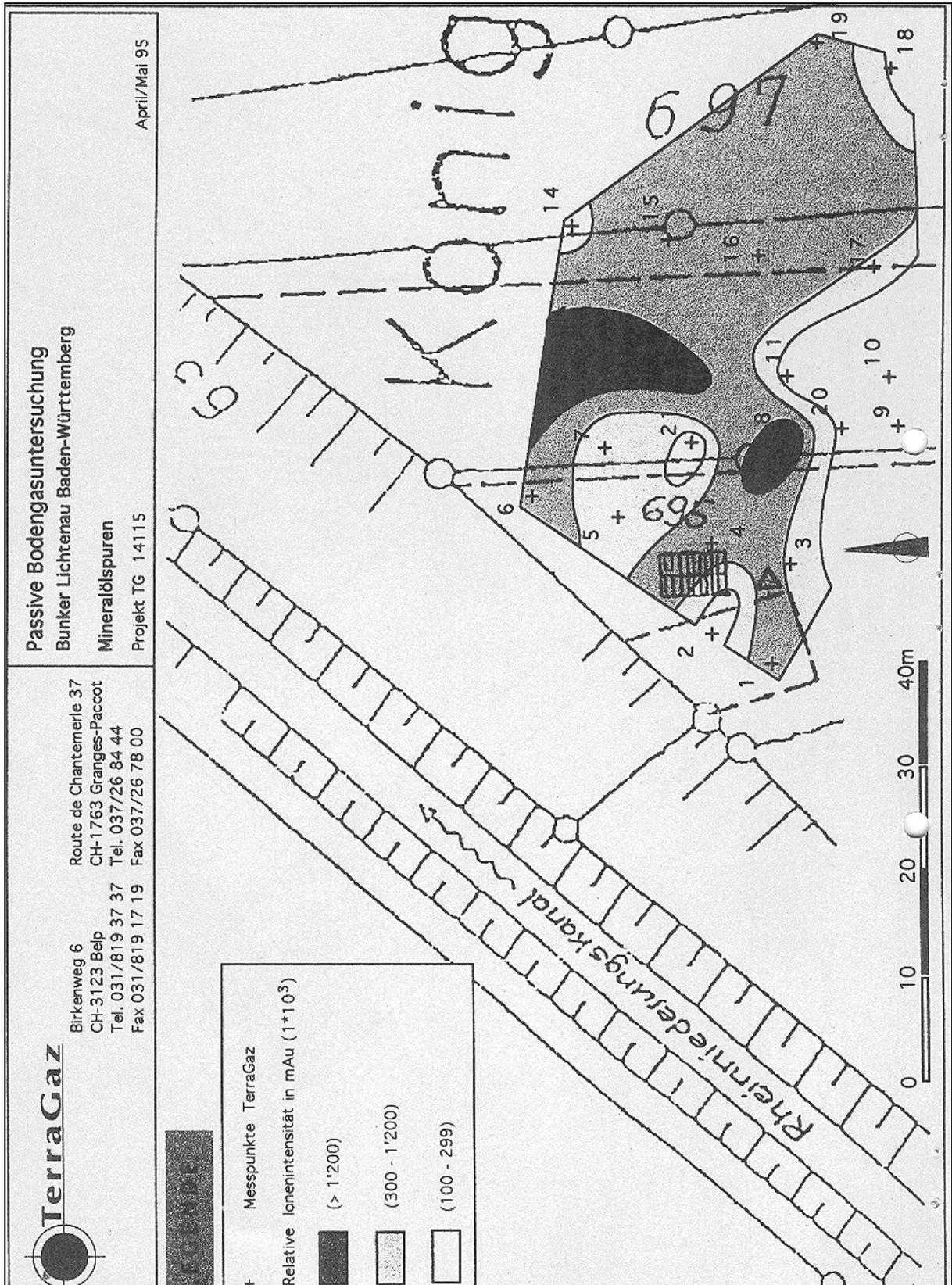
BTEX



Chlorierte Kohlenwasserstoffe



Mineralölspuren



Anlage 5: Darstellung der Meßergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Objekt		Rastatt, Lichtenau, „Königsbühn“, Altlast Bunkerverfüllung			
Probennahmedatum		11.04.1995			
<u>Analysenergebnisse Grundwasser</u>					
Parameter	Einheit	Best.grenze	BR	RP 1	RP 2
Probenbeschreibung			farblos, klar, ohne Geruch	farblos, klar, ohne Geruch, leichter Bodensatz	farblos, klar, ohne Geruch
pH-Wert	-	-	7,1	7,2	7,2
Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	-	690	585	565
MKW (nach H18)	mg/l	0,05	ca.0,1	ca.0,1	ca.0,1
Benzol	µg/l	1	< BG	< BG	< BG
Toluol	µg/l	1	< BG	< BG	< BG
Ethylbenzol	µg/l	1	< BG	< BG	< BG
m+p-Xylol	µg/l	1	< BG	< BG	< BG
o-Xylol	µg/l	1	< BG	< BG	< BG
Nonan	µg/l	1	< BG	< BG	< BG
Dekan	µg/l	1	< BG	< BG	< BG
Undecan	µg/l	1	< BG	< BG	< BG
Dichlormethan	µg/l	1	< BG	< BG	< BG
1,1-Dichlorethen	µg/l	0,1	< BG	< BG	< BG
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	0,5	< BG	< BG	< BG
trans-1,2-Dichlorethen	µg/l	1	< BG	< BG	< BG
Trichlormethan	µg/l	0,1	4,8	0,2	< BG
1,1,1-Trichlorethen	µg/l	0,02	< BG	< BG	0,07
Tetrachlormethan	µg/l	0,01	4,5	0,1	0,05
1,2-Dichlorethan	µg/l	0,5	< BG	< BG	< BG
Trichlorethen	µg/l	0,1	< BG	< BG	< BG
Bromdichlormethan	µg/l	0,1	< BG	< BG	< BG
1,1,2-Trichlorethan	µg/l	0,1	< BG	< BG	< BG
Tetrachlorethen	µg/l	0,03	0,07	< BG	< BG
Dibromdichlormethan	µg/l	0,1	< BG	< BG	< BG
Tribrommethan	µg/l	0,1	< BG	< BG	< BG
1,2-Dichlorbenzol	µg/l	0,1	< BG	< BG	< BG
1,3-Dichlorbenzol	µg/l	0,1	< BG	< BG	< BG
1,4-Dichlorbenzol	µg/l	0,1	< BG	< BG	< BG

Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Modul der Fa. W.L.Gore & Associates GmbH in Meßposition.....	4
Bild 2: Lageplan des Meßgebiets	8
Bild 3a: Geostatistische Verteilung von Chloroform mit dem Verfahren nach GORE.....	29
Bild 3b: Geostatistische Verteilung von Chloroform mit dem Verfahren nach Neumayr	30
Bild 3c: Geostatistische Verteilung von Tetrachlorkohlenstoff mit dem Verfahren nach GORE	31
Bild 3d: Geostatistische Verteilung von Tetrachlorkohlenstoff mit dem Verfahren nach Neumayr	32

Indexverzeichnis

B

Bodenluftuntersuchungsmethoden

aktive	1
Beschreibung	4
Darstellung der Meßergebnisse	11, 42
Durchführung.....	6
Einsatzempfehlungen.....	10
Fa. TerraGaz	1, 33
Fa. W.L.Gore & Associates GmbH	1, 21
Meßergebnisse Vergleichsmessungen ..	7
Methode der Fa. TerraGaz	6

Methode der Fa. W.L.Gore & Associates

GmbH.....	6
Neumayr-Methode	4, 6
passive.....	1
Standortbeschreibung	
Vergleichsmessungen.....	3
Verfahren der Fa. TerraGaz	5
Verfahren der Fa. W.L.Gore & Associates GmbH.....	4
Vergleich der Meßergebnisse.....	19

N

Neumayr-Methode	4, 6
-----------------------	------