

**Überprüfung der Bodenbelastungen des
Betriebsgeländes der Fa. Kovac–Schrott
am Grazer Ostbahnhof**

**Dietmar MÜLLER
Peter WEISS**

UBA–BE–028

Wien, März 1995

Bundesministerium für Umwelt



Autoren: Dietmar Müller
Peter Weiss

**Laborkoordination
u. Prüfbericht:** Sigrid Scharf

**Layout und
Textverarbeitung:** Karin Mühlner
Walter Wannenerer

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1090 Wien, Spittelauer Lände 5

© Umweltbundesamt, Wien, März 1995

Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-226-3

Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassung.....	2
1	Einleitung.....	3
2	Beschreibung	4
2.1	Beschreibung der Betriebsanlage der Fa. Kovac-Schrott	4
2.2	Umfeld der Betriebsanlage.....	4
2.3	Geologie.....	4
2.4	Hydrogeologie.....	6
2.5	Beurteilung von Untersuchungsbefunden und Gutachten aus dem Jahr 1994.....	8
2.6	Zusammenfassende Beurteilung bestehender Gutachten	9
3	Untersuchungsprogramm des Umweltbundesamtes - Planung.....	11
3.1	Untersuchungsziel.....	11
3.2	Parameterauswahl	11
3.3	Auswahl des Probenahmeverfahrens	12
3.4	Auswahl der Probenahmestellen.....	12
4	Durchführung der Untersuchungen und Ergebnisse	13
4.1	Vorbereitung zur Durchführung der Probenahme	13
4.2	Durchführung der Rammkernsondierungen	13
4.3	Durchführung der Probenahme.....	15
4.4	Probenvorbereitung und -aufteilung.....	16
4.5	Analysenergebnisse.....	18
5	Beurteilungsgrundlagen	22
5.1	Allgemeines.....	22
5.2	Orientierungswerte Boden	23
5.3	Orientierungswerte und Grenzwerte der Eluate	30
6	Beurteilung der Untersuchungsergebnisse.....	32
6.1	Beurteilung der Analysenergebnisse der Bodenproben.....	33
6.2	Beurteilung der Analysenergebnisse der Eluate	36
6.3	Zusammenfassende Beurteilung.....	38
7	Vorschläge des Umweltbundesamtes zum weiteren Vorgehen - notwendige Maßnahmen	42
7.1	Bodensanierung.....	42
7.2	Grundwasserbeweissicherung	43
8	Verwendete Unterlagen	44

Zusammenfassung

Anfang April 1994 wurde vom Rechtsanwalt der Bürgerinitiative Fehring ein Gutachten zu zwei Bodenproben an Frau Bundesminister Maria Rauch-Kallat übergeben und der Verdacht geäußert, daß im Bereich des Schrottplatzes der Firma Kovac-Schrott Ges.m.b.H. am Grazer Ostbahnhof eine massive Verunreinigung des Bodens gegeben ist.

Im Rahmen der daraufhin eingeleiteten Überprüfung nach § 33 AWG wurden sowohl im Auftrag des Magistrates Graz als auch der Firma Kovac weitere Untersuchungen durchgeführt. Die jeweils vorgelegten Gutachten kamen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Die im Auftrag des Magistrates Graz durchgeführten Untersuchungen ergaben, daß Verunreinigungen des Bodens bestehen und ein Untersuchungs- bzw. Sanierungsbedarf besteht. Die Gutachter der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H. gelangten zur Auffassung, daß im Bereich des genannten Schrottplatzes keine Bodenverunreinigungen bestehen, sodaß vom Rechtsanwalt der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H. eine Einstellung des Überprüfungsverfahrens gefordert wurde.

Aufgrund der beschriebenen Sachlage ersucht das Amt für Umweltschutz des Magistrates Graz im September 1994 das Umweltbundesamt um Hilfestellung bei der Klärung, ob im Bereich des Betriebsgeländes der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H. am Grazer Ostbahnhof sanierungsbedürftige Verunreinigungen des Bodens bestehen.

Dem Ersuchen des Magistrates Graz und einer Zusage des Bundesministeriums für Umwelt entsprechend, wurden alle bis Oktober 1994 dem Magistrat Graz vorgelegten Gutachten vom Umweltbundesamt bewertet und Ende November 1994 eine weitere Bodenprobennahme durchgeführt. Durch die Untersuchungen sollten die Art und das Ausmaß von Bodenverunreinigungen festgestellt werden und Grundlagen für etwaige Behandlungsaufträge nach § 32 AWG (schadlose Behandlung von Abfällen und Altölen und des durch sie verunreinigten Bodens) geschaffen werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Umweltbundesamtes bestätigen, daß im Bereich des Schrottplatzes der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H. am Grazer Ostbahnhof zum Teil massive Bodenverunreinigungen gegeben sind. Insbesondere im Bereich des Schrottlagerplatzes und entlang der Gleisanlagen wurden stark erhöhte Gehalte an Kohlenwasserstoffen (KW max. 20.771 mg/kg TS) und polychlorierten Biphenylen (PCB max. 4,4 mg/kg TS) festgestellt. Als Ursache der Kontaminationen kann die Versickerung von Mineralölprodukten angesehen werden. Sanierungsbedürftige Verunreinigungen konnten zum Teil bis in 2 m Tiefe nachgewiesen werden.

Darüberhinaus wurden an einem Probenahmepunkt in einem nicht zur Schrottzwischenlagerung genutzten Bereich des Betriebsgeländes stark erhöhte Konzentrationen an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH max. 76,0 mg/kg TS) angetroffen. Die Ursache dieser Verunreinigungen ist nicht bekannt. An diesem Probenahmepunkt waren auch Hinweise auf erhöhte Schwermetallgehalte gegeben.

Nach Ansicht des Umweltbundesamtes, sollten in den zentralen Manipulationsbereichen des Schrottplatzes (Schrottlagerfläche und entlang der Gleisanlagen des Grazer Ostbahnhofes) Maßnahmen zur Behandlung (Sanierung) verunreinigter Bodenschichten erfolgen. Diese Maßnahmen müssen durch entsprechende Untersuchungen zur detaillierten Abgrenzung der kontaminierten Bereiche begleitet werden. Weitere Untersuchungen sind außerdem zur Klärung der PAH-Verunreinigungen im Süden der Schrottlagerfläche notwendig. Die festgestellten Bodenverunreinigungen stellen jedenfalls auch eine Gefährdung für das Grundwasser dar, sodaß die Errichtung von Grundwassersonden und die Durchführung von Grundwasseruntersuchungen empfohlen werden.

1 Einleitung

Am 12. April 1994 wurde vom Rechtsanwalt einer Bürgerinitiative, Herrn Dr. Thomas Prader ein Bericht über die Analyse von zwei Proben an Frau Bundesministerin Maria Rauch-Kallat übergeben. Auskunftsgemäß waren die Proben am Betriebsgelände der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H. am Grazer Ostbahnhof genommen worden. Dem vorgelegten Bericht entsprechend wiesen die untersuchten Proben stark erhöhte Kohlenwasserstoff-, PCB- sowie Schwermetallgehalte auf.

Von seiten des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie wurde der Landeshauptmann der Steiermark eingeladen, die zuständige Bezirksverwaltungsbehörde aufzufordern, den Sachverhalt gemäß § 33 AWG zu überprüfen und bei Vorliegen der gesetzlichen Voraussetzungen einen Behandlungsauftrag gemäß § 32 AWG (schadlose Behandlung von Abfällen und Altölen und des durch sie verunreinigten Bodens zur Vermeidung von Beeinträchtigungen) zu erteilen.

Sowohl im Auftrag der Magistratsabteilung 23 (A 23 - Amt für Umweltschutz) des Magistrates Graz als auch im Auftrag der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H wurden noch im April 1994 Untersuchungen zur Feststellung allfälliger Bodenbelastungen im Bereich des Schrottplatzes am Grazer Ostbahnhof veranlaßt. Die in weiterer Folge vorgelegten Gutachten enthielten widersprüchliche Schlußfolgerungen. Daraufhin wurde dem Magistrat Graz von seiten des Bundesministeriums für Umwelt im Juli 1994 zugesagt, daß das Umweltbundesamt zur Durchführung von weiteren Bodenproben zur Verfügung steht.

In Zusammenhang mit der beschriebenen Sachlage ersuchte das Amt für Umweltschutz des Magistrates Graz im September 1994 das Umweltbundesamt erneut um Hilfestellung bei der Klärung, ob im Bereich des Betriebsgeländes der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H. am Grazer Ostbahnhof sanierungsbedürftige Verunreinigungen des Bodens bestehen.

Das Umweltbundesamt hat daraufhin folgende Vorgangsweise vorgeschlagen:

- Bewertung vorliegender Gutachten und schriftliche Stellungnahme durch das Umweltbundesamt
- Vorschläge zur weiteren Vorgangsweise durch das Umweltbundesamt
- Hilfestellung des Umweltbundesamtes bei der Durchführung weiterer stichprobenartiger Bodenbeprobungen in Form der Analyse von Bodenproben

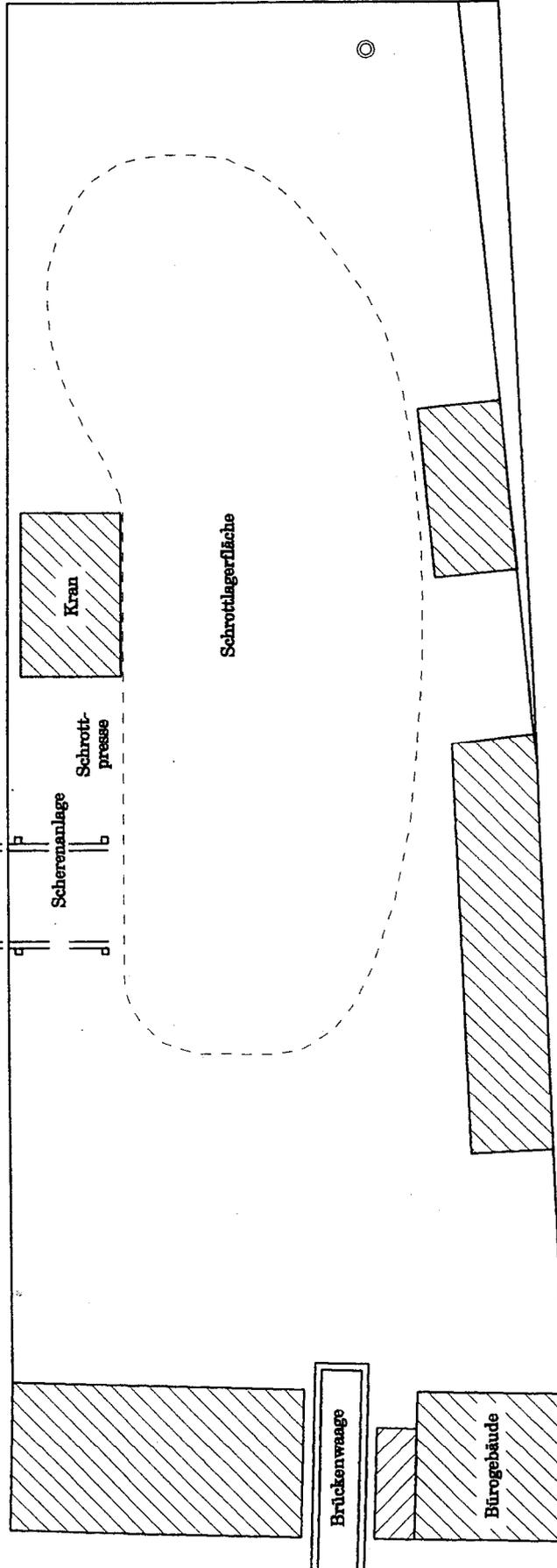
Aufgrund der Tatsache, daß von der rechtsfreundlichen Vertretung der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H. im Oktober 1994 neuerlich Gutachten vorgelegt wurden und eine Einstellung bzw. ein Abschluß des Verfahrens bzw. der Untersuchungen gefordert wurde, ergaben sich in Zusammenhang mit der beschriebenen Vorgangsweise folgende Arbeitsschritte:

- Bewertung vorliegender Gutachten und schriftliche Stellungnahme durch das Umweltbundesamt vom 19. Oktober 1994
- Bewertung vorliegender Gutachten und schriftliche Stellungnahme durch das Umweltbundesamt vom 9. November 1994
- Hilfestellung in Zusammenhang mit der Planung und Durchführung der am 28. November 1994 durchgeführten weiteren, stichprobenartigen Bodenbeprobungen
- Analyse der Bodenproben im Zeitraum Dezember 1994 bis Februar 1995

Der vorliegende Bericht beinhaltet eine Dokumentation, Darstellung und Bewertung sämtlicher seit April 1994 dem Magistrat Graz vorgelegten Untersuchungsbefunde und Gutachten sowie eine zusammenfassende Beurteilung des Sachverhaltes und Empfehlungen des Umweltbundesamtes zur weiteren Vorgangsweise.

ÖBB (Graz - Fehring)

Gleis 14



LEGENDE:

- Grundwasserstand
- ▨ Gebäude
- Schrottlagerfläche

Projekt-Nr.: 728	Abbildung: 1
Projekt: Überprüfung der Bodenbelastungen des Betriebsgeländes der Fa. Kovac-Schrott Ges. m. b. H. am Grazer Ostbahnhof	
Darstellung: Lageplan des Betriebsgeländes	
Maßstab 1 : 500	

~~---~~

2 Beschreibung

2.1 Beschreibung der Betriebsanlage der Fa. Kovac-Schrott

Das Betriebsgelände der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H. in der Raiffeisenstraße befindet sich unmittelbar östlich des Ostbahnhofes von Graz. Auf einer Fläche von ca. 8.500 m² wird ein Schrottplatz betrieben. Der angelieferten Metalle werden nach der Anlieferung im Mittelbereich des Betriebsgeländes (Schrottlagerfläche sh. Lageplan - Abbildung 1) auf unbefestigten Flächen gelagert.

Der Schrott wird durch einen stationären und einen mobilen Kran sortiert. Der stationäre Kran befindet sich unmittelbar östlich des Lagerbereiches bzw. südlich anschließend an die sogenannte "Scherenanlage". Diese Scherenanlage besteht aus einer Schrottpresse sowie einer Verladestation (Kranbahn mit Mulde). Der zwischengelagerte Schrott wird über den stationären Kran der Schrottpresse zugeführt und nach der Kompaktierung in weiterer Folge auf bereitstehende Eisenbahnwaggons verladen.

Der Großteil der Geländeoberfläche des Betriebsgeländes ist unbefestigt. Befestigte Flächen bestehen lediglich entlang der Halle am nordwestlichen Rand des Betriebsgeländes und im Bereich unterhalb der Schrottpresse. Südöstlich der Schrottlagerfläche besteht eine 10 bis 15 m breite Geländedepression. Diese Mulde ist ruderal verwachsen

2.2 Umfeld der Betriebsanlage

Das Betriebsgelände befindet sich auf einer ebenen Terasse ca. 700 m östlich der Mur. Unmittelbar östlich der Betriebsanlage befindet sich das Gelände des Ostbahnhofes von Graz. Nördlich und südlich des Betriebsgeländes, entlang des ÖBB-Geländes, sind weitere Gewerbebetriebe angesiedelt. Westlich des Schrottplatzes über der Raiffeisenstraße besteht eine Kleingartensiedlung. Im Bereich der Kleingärten bestehen Nutzwasserbrunnen.

Ungefähr 300 m östlich des Betriebsstandortes beginnt das Schongebiet des Wasserwerkes Feldkirchen. Das Wasserwerk wird von den Stadtwerken Graz zur Trinkwasserversorgung des Grazer Stadtbereiches betrieben. Die Brunnen des Wasserwerkes befinden sich auf der anderen Seite der Mur im Bereich der westlichen Auterrasse rund 4 km südlich des Betriebsgeländes der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H. (sh. Abbildungen 2 und 3).

2.3 Geologie

2.3.1 Großräumige geologische Verhältnisse

Der Standort befindet sich im nördlichen Randbereich des Grazer Feldes auf der östlichen Auterrasse der Mur. Der natürliche Untergrundaufbau wird durch quartäre und tertiäre Sedimente geprägt. Unterhalb einer Deckschicht wechselnder Mächtigkeit (0,2 bis 2,0 m feinkörnige Staublehme und Ausedimente) stehen die quartären Schotter (steinig-sandige Kiese) der Auterrasse der Mur in Mächtigkeiten von etwa 15 bis 20 m an. Im Liegenden der Schotter folgen tertiäre Schichten (feinsandig, schluffig-tonige Sedimente, Silte). Eine Reliefkarte der tertiären Staueroberkante nach R. OTT und G. SCHICKOR ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Mächtigkeit der tertiären Sedimente bzw. die Tiefenlage des Grundgebirges (Karbonatgesteine und Schiefer des Grazer Paläozoikums) kann nicht abgeschätzt werden.

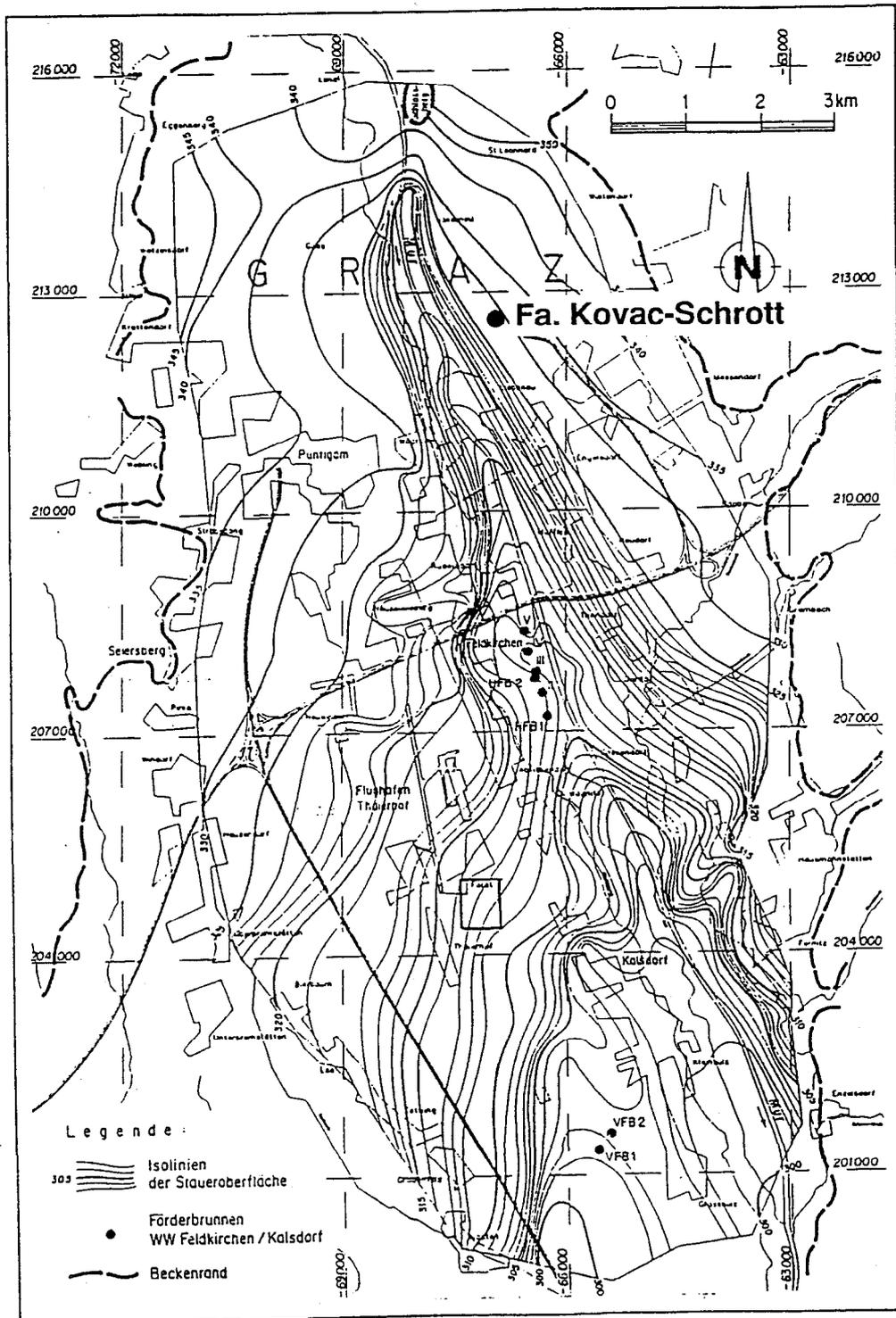


Abb. 2: Reliefkarte der tertiären Stauoberfläche im Grazer Feld nach R. OTT und G. SCHICKOR (1990)

2.3.2 Geologische Verhältnisse am Betriebsstandort

Die Geländeoberfläche am Betriebsstandort befindet sich etwa auf 343 bis 344 m ü.A. Am Betriebsstandort konnten bei sämtlichen bisher durchgeführten Bohrungen und Sondierungen anthropogene Aufschüttungen festgestellt werden. Die Mächtigkeit dieser Auffüllung beträgt im nördlichen Teil des Betriebsstandortes ca. 4 bis 5 m. Es handelt sich dabei um Bauschutt, sandig-kiesige Materialien, Ziegel- und grobblockige Betonreste, schluffige Aushubmaterialien und Schlacken. Diese Abfälle wurden vermutlich bereits vor 1950 abgelagert bzw. direkt auf das bestehende Gelände aufgeschüttet.

Der Untergrundaufbau unterhalb der anthropogenen Auffüllung entspricht generell den im Kapitel 2.2.1 beschriebenen großräumigen geologischen Verhältnissen, wobei die feinkörnige Deckschicht der quartären Schotter nicht flächendeckend gegeben ist. Aufgrund der vorliegenden Bohrungen am Standort ist davon auszugehen, daß die Oberkante der quartären Schotter etwa zwischen 339 und 341 m ü.A. liegt. Die in Abbildung 2 dargestellte Reliefkarte der tertiären Stauer Oberfläche läßt erwarten, daß sich die Oberkante des Stauers zwischen 325 und 330 m ü.A. befindet, sodaß die quartären Schotter etwa 10 bis 15 m mächtig sind.

2.4 Hydrogeologie

2.4.1 Großräumige hydrogeologische Verhältnisse

Den Hauptgrundwasserleiter im Bereich des Betriebsstandortes stellen die quartären Schotter dar. Die quartären Schotter der Auterrasse sind als gut durchlässig (kf-Wert in der Größenordnung von 10^{-3} m/s) zu bezeichnen. Die Strömungsrichtungen des Grundwassers im Grazer Feld sind generell jeweils zur Mur gerichtet, d.h. das östlich der Mur generell Strömungsrichtungen gegen Südwesten bis Süden vorherrschen. Im Bereich der Auterrasse der Mur bzw. des Betriebsstandortes verschwenkt das aus dem Bereich der Niederterrasse von Nordosten zuströmende Grundwasser in eine murparallele Richtung nach Süden (sh. Abbildung 3).

In murnahen Bereichen der Auterrasse kann es auch zu einer Beeinflussung der Grundwasserströmungsverhältnisse durch die Mur und ihre Wasserführung kommen. Insbesondere bei Hochwässern der Mur ist eine Einspeisung in das Grundwasser möglich. Dadurch kann es im Bereich der östlichen, murnahen Auterrasse auch zur Ausbildung von Strömungskomponenten Richtung Osten kommen.

2.4.2 Hydrogeologische Verhältnisse am Betriebsstandort

Bei Bohrungen im April 1994 wurde der Grundwasserspiegel in Höhen zwischen 336 und 337 m ü.A. angetroffen (sh. Anlage 6). Im Gutachten von Dipl.-Ing. Wessiak vom 24. Juni 1994 wird die Grundwasserströmungsrichtung mit Ostrnordost nach Westsüdwest angegeben. Diese Angabe kann jedoch nicht mit den Wasserspiegellagen der, dem genannten Gutachten beiliegenden Bohrprofile in Übereinstimmung gebracht werden.

Die in Abbildung 3 dargestellten Grundwasserfließverhältnisse bei mittleren Grundwasserständen zeigen für den Betriebsstandort eine Grundwasserspiegellage von etwa 336 m ü.A. sowie eine nach Süden gerichtete Fließrichtung.

Aufgrund von Grundwasserspiegelplänen aus den Jahren 1972 bzw. 1980 die vom Geotechnischen Institut Bern (sh. Punkt 8 Verwendete Unterlagen) erstellt wurden, ergibt sich, daß im Bereich des Betriebsstandortes die Fließrichtung des Grundwassers nach Südwesten bis Süden gerichtet sein kann und hohe Grundwasserspiegellagen bis zu 338 m ü.A. auftreten können.

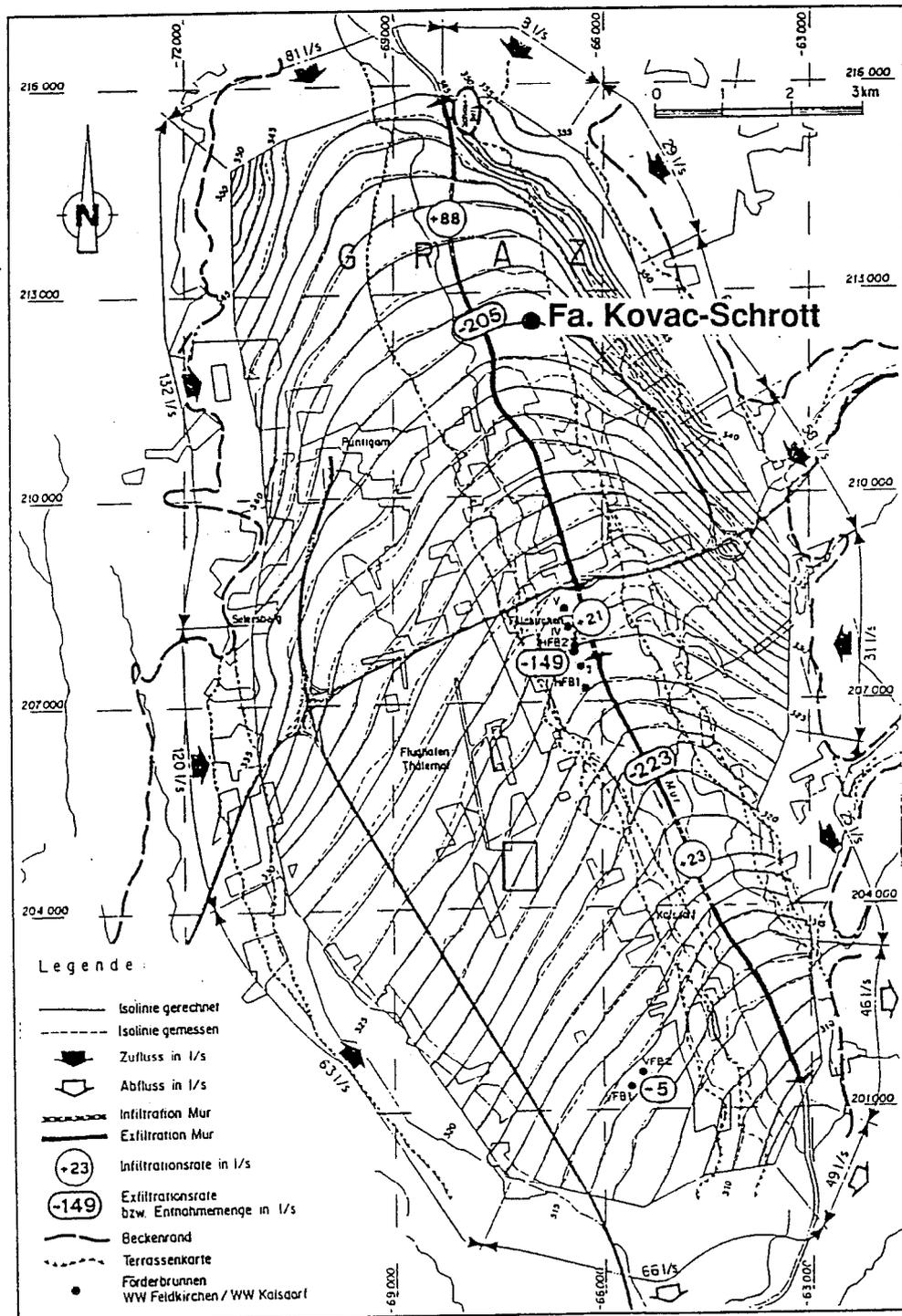


Abb. 3: Darstellung eines mittleren Grundwasserstandes im Grazer Feld nach R. OTT und G. SCHICKOR (1990)

2.5 Beurteilung von Untersuchungsbefunden und Gutachten aus dem Jahr 1994 durch das Umweltbundesamt

2.5.1 Bericht über Untersuchungen von Bodenmaterialien im Auftrag von Rechtsanwalt Dr. Thomas Prader; Dipl.-Ing. Kurt Scheidl - Wien, im März 1994

Im Gutachten von Dipl.-Ing. Scheidl (sh. Anlage 1) werden stark erhöhte Kohlenwasserstoff-, PCB- sowie Schwermetallgehalte von Proben dargestellt, deren Art (Boden oder gelagerter Abfall) und Herkunft (Probenahmestelle und Probenahmetiefe) nicht eindeutig nachvollzogen werden können (sh. Punkt 1 der Stellungnahme des Umweltbundesamtes vom 19. Oktober 1994; Anlage 4).

2.5.2 Gutachten von Univ.-Prof. Dr. Heinz Brantner vom 26. Mai 1994

Das Gutachten von Univ.-Prof. Dr. Brantner vom 26. Mai 1994 (sh. Anlage 2) kann aufgrund von Mängeln bei der Durchführung der Untersuchung, der Berichtlegung und Bewertung nicht für die Beurteilung der Sachlage herangezogen werden (sh. Punkt 3 der Stellungnahme des Umweltbundesamtes vom 19. Oktober 1994; Anlage 4).

2.5.3 Untersuchungsbericht über die Entnahme und Analyse von Bodenproben auf diverse Schadstoffparameter auf dem Betriebsareal der Firma Kovac in Graz; Intergeo G.m.b.H. (GZ 8657) - Salzburg, den 9. Mai 1994

Das Gutachten der Firma Intergeo (sh. Anlage 4) belegt, daß

- am Betriebsgelände der Firma Kovac-Schrott an beiden Probenahmepunkten (IG1 und IG2 sh. Abbildung 4) erhöhte PCB-Gehalte in unterschiedlichen Tiefenstufen (0,5 bis 1,0 m bzw. 1,5 bis 2,0 m unter Gelände) und
- an einem Probenahmepunkt (IG2 sh. Abbildung 4) stark erhöhte Kohlenwasserstoffgehalte in der oberflächennahen Tiefenstufe (0 bis 1 m unter Gelände) und erhöhte Kohlenwasserstoffgehalte in größerer Tiefe (1,5 bis 2,0 m unter Gelände) im Boden

feststellbar waren. Durch die Untersuchungen der Firma Intergeo wird der Verdacht möglicher Verunreinigungen bestätigt, sodaß weitere Untersuchungen zur Feststellung und Abgrenzung kontaminierter Bodenbereiche notwendig wurden (sh. Punkte 2 und 5 der Stellungnahme des Umweltbundesamtes vom 19. Oktober 1994; Anlage 4).

2.5.4 Untersuchungsbefunde von Univ.-Doz. Dipl.Ing. Dr. Ernst Lankmayr vom 4. Juni 1994 und vom 20. Juli 1994

Die im Oktober 1994 von der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H. neu vorgelegten Untersuchungsbefunde von Univ.-Doz. Dr. Lankmayr vom 4. Juni 1994 und vom 20. Juli 1994 (sh. Anlage 5) weisen wesentlich höhere Kohlenwasserstoff- und PCB-Gehalte für Bodenproben aus dem Betriebsareal der Firma Kovac-Schrott auf, als die bis zu diesem Zeitpunkt bekannten Untersuchungsbefunde der Firma Intergeo. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Alle vier oberflächennahen Bodenproben aus dem Bereich der Presse, des Schrottlagerplatzes und des Gleises (bei Bohrung 6 im Bereich des Faßlagers liegt keine oberflächennahe Bodenprobe vor) zeigen hohe Belastungen mit Kohlenwasserstoffen (Mineralölsubstanzen) und PCB (B5, B7, B8 und B10 sh. Abbildung 4).

- Zusätzlich wurden bei den Bohrungen B6 und B7 im Bereich des Faßlagers bzw. der Schrottlagerfläche deutliche Belastungen tieferer Bodenschichten mit PCB nachgewiesen (sh. Abbildung 4).

Durch die Untersuchungsbefunde von Univ.-Doz. Dr. Lankmayr wurde somit bestätigt, daß am Betriebsareal der Firma Kovac hohe Belastungen des Bodens bestehen (sh. Punkte 1, 2 und 6 der Stellungnahme des Umweltbundesamtes vom 9. November 1994; Anlage 8).

2.5.5 Gutachten zur Beurteilung von Wasser- und Bodenproben aus dem Betriebsgelände der Kovac-Schrott Ges.m.b.H.-NFG.KG in 8010 Graz, Raiffeisenstraße 61; Dipl.-Ing. Peter Eustacchio, Raaba, am 25. August 1994

Das Gutachten von Dipl.-Ing. Eustacchio (sh. Anlage 7) beinhaltet Mängel bei der Berichterlegung und Bewertung (sh. Punkt 5 und 6 der Stellungnahme des Umweltbundesamtes vom 9. November 1994; Anlage 8). Insbesondere die Kapitel 5.3 und 5.4 ("Interpretation der Ergebnisse") sowie 6. ("Schlußfolgerungen") sind zur Beurteilung der Sachlage nicht geeignet.

2.6 Zusammenfassende Beurteilung bestehender Gutachten

Nach Ansicht des Umweltbundesamtes war durch die Untersuchungen der Firma Intergeo und die Untersuchungsbefunde von Univ.-Doz. Dr. Lankmayr ein Verdacht möglicher Verunreinigungen bestätigt worden. Die entsprechenden Analysenergebnisse zeigten Kohlenwasserstoff- und PCB-Belastungen des Bodens im Bereich des Betriebsgeländes der Fa. Kovac. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 zusammenfassend dargestellt. Aufgrund der beobachteten Verunreinigungen war die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen zur Feststellung und Abgrenzung kontaminierter Bodenbereiche gegeben. Repräsentative Ergebnisse von Grundwasseruntersuchungen waren nicht vorgelegt worden.

3 Untersuchungsprogramm des Umweltbundesamtes - Planung

3.1 Untersuchungsziel

Durch eine weitere stichprobenartige Beprobung des Bodens im Bereich des Schrottplatzes der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H sollten Art und Ausmaß der bereits nachgewiesenen Kohlenwasserstoff- und PCB-Kontaminationen überprüft werden und weitere für Schrottverwertungen typische Schadstoffe (Schwermetalle, leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe - BTEX, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe - PAH) erstmalig überprüft werden. Durch die Untersuchungen sollten Grundlagen für eine § 33 AWG-Überprüfung und etwaige Behandlungsaufträge nach § 32 AWG geschaffen werden.

3.2 Parameterauswahl

Bei der Auswahl der Parameter für die Analyse der Bodenproben wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Parameter bisheriger Untersuchungen (unter besonderer Berücksichtigung der Parameter für die bereits Belastungen nachgewiesen waren).
- Parameter, die in der Literatur als charakteristisch für Altmetall-(Schrott)handel angegeben werden.

Die genannten Kriterien sind in Tabelle 3.1 übersichtsmäßig dargestellt.

	KW	PCB	PAH	BTEX	LHKW	SM
Analysen von Bodenproben durch die Fa. Intergeo (sh. Kap. 2.5.3)	Verunreinigung festgestellt	Verunreinigung festgestellt	k.A.	k.A.	k.A.	keine Verunreinigung
Analysen von Bodenproben Univ.-Doz. Lankmayr (sh. Kap. 2.5.4)	Verunreinigung festgestellt	Verunreinigung festgestellt	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Rippen-Handbuch Umweltchemikalien: Altmetall-(Schrott)handel	Kategorie 1	Kategorie 1	-	Kategorie 1	Kategorie 1	Kategorie 2
Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA 1991)	maßgeblicher Parameter	maßgeblicher Parameter	-	-	maßgeblicher Parameter	-

Tab. 3.1: Übersicht der Kriterien zur Auswahl der Untersuchungsparameter

k.A. keine Analysen durchgeführt
 KW..... Kohlenwasserstoffe, gesamt
 PCB polychlorierte Biphenyle
 PAH polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
 BTEX leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe
 LHKW leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
 SM..... Schwermetalle

Aufgrund der in der Tabelle 3.1 enthaltenen Parameter und unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse von Bodenproben, die im April 1994 gezogen worden waren, wurde folgende Parameterhierarchie erstellt:

- Kategorie 1: - Kohlenwasserstoffe (KW)
 - polychlorierte Biphenyle (PCB)
- Kategorie 2: - Schwermetalle (SM)
- Kategorie 3: - leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)
 - polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

Von einer Analyse leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe (LHKW) wurde Abstand genommen, da bei Probenahmen mittels Rammkernsondierung oder auch bei Rotations- und Schneckenbohrungen eine Gewinnung repräsentativer Proben nicht zu gewährleisten ist.

Eine Erweiterung des Parameterumfanges der Analyse der Bodenproben um den Parameter PAH wurde vorgesehen, da der Abteilung Altlasten des Umweltbundesamtes von anderen Schadensfällen bei Schrottplätzen derartige Verunreinigungen bekannt waren und verschiedene Mineralölprodukte (Heizöle, Schmieröle, etc.) auch PAH's enthalten.

3.3 Auswahl des Probenahmeverfahrens

Für die Auswahl des Probenahmeverfahrens waren folgende Randbedingungen gegeben:

- Gewinnung von Bodenproben bis in 4 m Tiefe
- Gewinnung ausreichender Probenahmemengen für die zu untersuchenden Parameter
- Durchführung mehrerer Aufschlüsse innerhalb eines Tages
- Anwendung kostengünstiger Aufschlußverfahren

Unter den genannten Randbedingungen und unter der Voraussetzung, daß für eine Vollanalyse (Gesamtgehalte und Eluat) der in Kapitel 3.1 angeführten Parameter rund 1 kg Probe (bzw. 700 g Trockensubstanz) notwendig ist, wurde vom Umweltbundesamt gefordert, Rammkernsondierungen oder Bohrungen mit einem Mindestdurchmesser von 50 mm durchzuführen.

3.4 Auswahl der Probenahmestellen

Die Auswahl der Probenahmestellen sollte grundsätzlich folgenden Forderungen genügen:

- Kontrolle von Betriebsbereichen in denen bereits Verunreinigungen des Bodens nachgewiesen worden waren (Scherenanlage und Geländestreifen entlang des ÖBB-Gleises 14, Bereich der Schrottlagerfläche)
- Überprüfung der Betriebsbereiche in denen keine Analysenergebnisse oberflächennaher Bodenproben vorlagen (nordwestlicher Betriebsbereich nahe der Brückenwaage, Betriebsbereich südöstlich der Schrottlagerflächen)

4 Durchführung der Untersuchungen und Ergebnisse

4.1 Vorbereitungen zur Durchführung der Probenahme

4.1.1 Übergabe von Gegenproben

Am 26. November 1994 wurde dem Umweltbundesamt vom Magistrat Graz mitgeteilt, daß der Fa. Kovac-Schrott aufgrund der Bestimmungen des § 32 Abs. 3 AWG Gegenproben zur Verfügung gestellt werden müssen. Zu diesem Zeitpunkt war die Art der Probenahme mittels einer 50 mm Rammkernsonde bereits festgelegt und die Fa. HPC vom Magistrat Graz mit der Durchführung der Probenahme beauftragt worden. Daher ergab der Umstand, daß Gegenproben an die Fa. Kovac-Schrott zu übergeben waren, wesentliche Änderungen gegenüber der Planung der Probenahme. Diese Änderungen waren in folgenden Bereichen von Bedeutung:

- Probenmenge und damit Parameterumfang der Analysen (sh. Kap. 6.1.5 und 6.2.2)
- Analyse leichtflüchtiger Substanzen (BTEX) (sh. Kap. 6.1.4)

Außerdem wurde durch diese kurzfristige Änderung notwendig, daß das Umweltbundesamt auch Probenahmegefäße für die Gegenproben der Fa. Kovac-Schrott zur Verfügung stellen mußte.

4.1.2 Besprechung am Tag der Probenahme

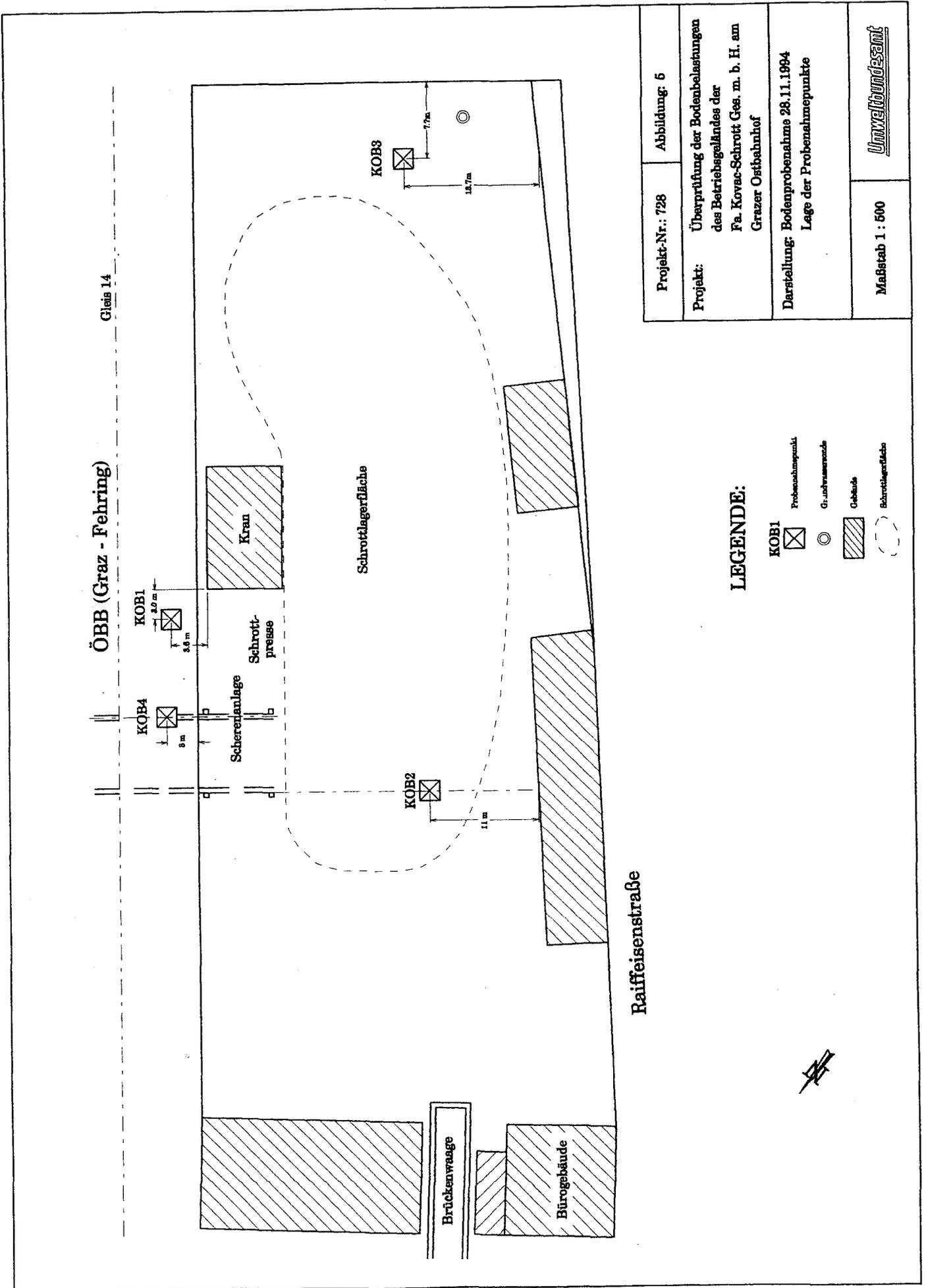
Am 28. November 1994 wurde im Bürogebäude der Fa. Kovac-Schrott im Vorstandszimmer von Herrn Direktor Sprung um ca. 10 Uhr eine vorbereitende Besprechung durchgeführt. An dieser Besprechung nahmen folgende Personen teil:

- Dir. Sprung, Hr. Schinagl (Fa. Kovac-Schrott)
- Dr. Zahlbruckner (rechtsfreundliche Vertretung der Fa. Kovac-Schrott)
- Dipl.-Ing. Wessiak (Zivilingenieur für Bauwesen, Gutachter der Fa. Kovac-Schrott)
- Hr. Dielacher (Fa. Tiefbohr, Auftragnehmer der Fa. Kovac-Schrott)
- Dr. Schwarz (Magistrat Graz, Gewerbeabteilung)
- Dr. Moshhammer, Fr. Baumhake (Magistrat Graz, Amt für Umweltschutz)
- Dr. Gnjezda, Dipl. Geol. Nahold (Fa. HPC, Durchführung der Probenahme)
- Hr. Müller (Umweltbundesamt, Abteilung Altlasten)

Im Zuge der Besprechung wurden der Ablauf und die Durchführung der Probenahme besprochen und Fragen der Fa. Kovac-Schrott sowie ihrer Vertreter bezüglich Probenahmeverfahren, Dauer der Beprobung, Analysendurchführung etc. beantwortet (sh. Aktenvermerk der A23 des Magistrates Graz, Anlage 10).

4.2 Durchführung der Rammkernsondierungen

Die Probenahme erfolgte am 28. November 1994 etwa im Zeitraum von 11 Uhr bis 17 Uhr 30 in ständiger Anwesenheit von Vertretern der Fa. Kovac-Schrott (sh. Teilnehmerliste der Besprechung Kap. 4.1.2). Die Durchführung der Rammkernsondierungen erfolgte im Auftrag des Magistrates Graz durch die Fa. HPC (Harress Pickel Consult). Bei den Rammkernsondierungen wurde ein 1-m-Kernrohr und ein 2-m-Kernrohr eingesetzt. Die Rammkernsonde wurde nach jedem Bohrmeter gezogen. Ausgewählte Tiefenbereiche der Kerne wurden als Proben entnommen (sh. Punkt 4.3.1), der übrige Kern verworfen.



ÖBB (Graz - Fehring)

Gleis 14

KOB1

4.0 m

3.6 m

KOB4

8 m

Scherezanlage

Schrottpresse

Kran

Schrottlagerfläche

KOB2

11 m

KOB3

18.7 m

7.7 m

Brückenwaage

Bürogebäude

Raiffeisenstraße

LEGENDE:

- KOB1 Probenahmeplatz
- G. messpunkt
- Gebäude
- Schrottlagerfläche

Projekt-Nr.: 728	Abbildung: 6
Projekt: Überprüfung der Bodenbelastungen des Betriebsgeländes der Fa. Kovac-Schrott Ges. m. b. H. am Grazer Ostbahnhof	
Darstellung: Bodenprobenahme 28.11.1994 Lage der Probenahmeplätze	
Maßstab 1 : 500	

~~Handwritten mark~~

4.3.2 Reinigung der Probenahmegeräte

Bei den Rammkernsondierungen wurde ein 1-m-Kernrohr eingesetzt. Die Rammkernsonde wurde nach jedem Bohrmeter gezogen und der Kern entnommen. Nach dem Ziehen der Rammkernsonde und nach erfolgter Probenahme wurden die Rammkernsonde und die zur Probenteilung verwendete Plastikkiste gereinigt. Zuerst wurde eine grobe Vorreinigung von Verschmierungen mit einem Tuch vorgenommen. Danach erfolgte eine Reinigung mit Einweg-Papiertüchern die mit Petrolether befeuchtet wurden. Die abschließende Trockenreinigung wurde ebenfalls mit Einweg-Papiertüchern durchgeführt.

4.3.3 Probenbeschreibung

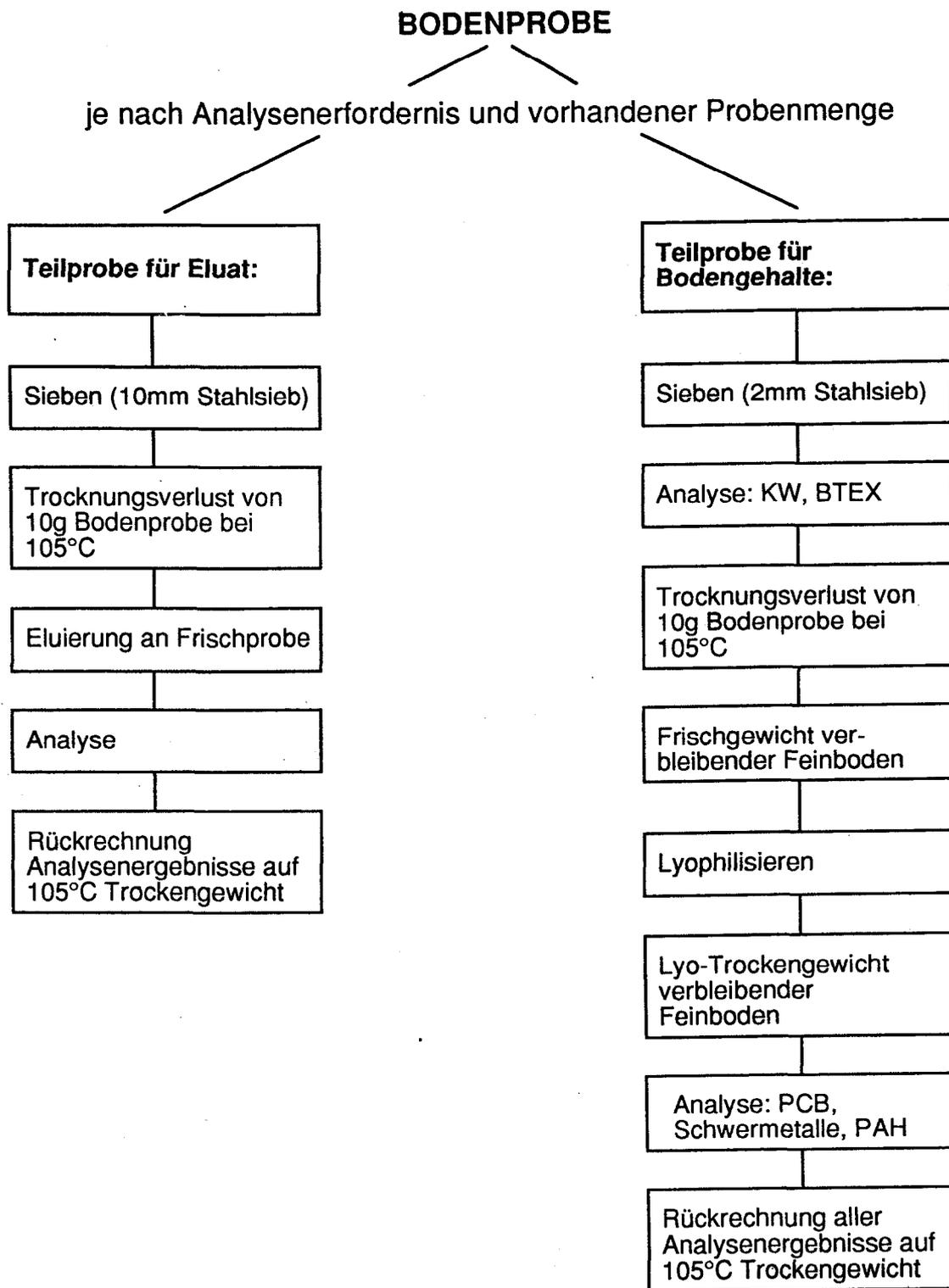
Es wurden an den einzelnen Probenahmepunkten folgende Bodenproben (sh. Probenahmeprotokolle Anlage 12) gezogen:

- KOB/1/0,00-0,30 Steine, Kies, sandig
- KOB/1/0,30-0,80 Kies, sandig, steinig, KW-Geruch
- KOB/1/1,40-2,00 Sand, Kies, Ziegel
- KOB/1/3,20-4,00 Sand, Ziegel, Schlacke
- KOB/2/0,00-0,35 Kies, Sand (Probenmenge des Kernes der Rammkernsondierung durch Handgrabung ergänzt)
- KOB/2/0,35-1,10 Sand, kiesig
- KOB/2/1,30-2,00 Sand, Kies, schluffig, Ziegel
- KOB/3/0,15-0,50 Sand, schluffig-kiesig, Bauschutt (Probengewinnung durch zwei Bohransatzpunkte)
- KOB/4/0,00-0,40 Sand, kiesig, Steine, Schlacke (Probengewinnung durch zwei Bohransatzpunkte)
- KOB/4/0,40-1,10 Sand, Kies
- KOB/4/1,20-2,00 Sand, Kies, gering schluffig
- KOB/4/3,50-3,90 Sand, Feinsand, schluffig

Am Ende der Probenahme wurden der Fa. Kovac-Schrott zwölf beschriftete und versiegelte Gegenproben übergeben. Die Vertreter der Fa. Kovac-Schrott wurden außerdem darauf hingewiesen, daß die Proben bis zur Übergabe an ein Labor gekühlt und dunkel gelagert werden sollten. Die Originalproben wurden in den Kühltaschen nach Wien transportiert und am 30. November dem Zentrallabor des Umweltbundesamtes übergeben.

4.4 Probenvorbereitung und -aufteilung

Bei der Planung der Probenahme war grundsätzlich die in Abbildung 6 vorgesehene Probenvorbereitung und -aufteilung vorgesehen. Aufgrund der geringen Probenmengen ergab sich eine Änderung bei der Probenvorbereitung. Alle Proben wurden zuerst mit dem 10 mm Stahlsieb gesiebt. In weiterer Folge wurde der Siebdurchgang 10 mm eingewogen und entschieden ob Teilproben für die Durchführung von Eluatanalysen entnommen wurden. Bei acht Proben wurden Teilproben für Eluatanalysen (Ergebnisse sh. Kap. 4.5.4 und 4.5.5) entnommen.



Parameterhierarchie:

- 1) KW, PCB (Verunreinigungen nachgewiesen)
- 2) Schwermetalle: Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Hg (bisher keine repräsentativen Analysenergebnisse vorhanden)
- 3) PAH, BTEX (bisher keine Analysen durchgeführt)

Abb. 6: Probenvorbereitung der Bodenproben - geplantes Fließschema

Bei allen vier oberflächennahen Proben (KOB/1/0,00-0,30; KOB/2/0,00-0,35; KOB/3/0,15-0,50; KOB/4/0,00-0,40) wurde aufgrund der geringen Probenmengen auf die Entnahme von Teilproben für Eluate verzichtet. Für die Bodenanalysen (Ergebnisse sh. Kap. 4.5.2 und 4.5.3) wurden die Bodenproben in weiterer Folge mit einem 2 mm Stahlsieb gesiebt. Der Siebrückstand des 2 mm Siebes (Fraktion 2 bis 10 mm) der vier oberflächennahen Proben wurde für eine Bestimmung der KW-Gehalte im Eluat verwendet (Ergebnisse sh. Kap. 4.5.4).

4.5 Analysenergebnisse

Eine detaillierte Beschreibung der Durchführung der Analysen, der eingesetzten Prüfverfahren und der Analysenergebnisse befinden sich im Prüfbericht-Nr. 9502/001, der im Anhang dieses Berichtes enthalten ist. Im folgenden werden die Ergebnisse der Analysen überblicksmäßig dargestellt.

4.5.1 Beeinflussung der Analysenergebnisse aufgrund der Reinigung der Probenahmegeräte

Im Zuge der Probenahme wurden die Probenahmegeräte durch die Fa. HPC mit Petrolether gereinigt. Bei einer Bestimmung der Kohlenwasserstoffe mittels IR-Spektrometrie nach DIN 38 409, H 18 wird auch Petrolether miterfaßt. Aufgrund dieser Tatsache wurde die FA. HPC vom Umweltbundesamt um Stellungnahme ersucht (sh. Anlage 9). Da durch diese Stellungnahme keine befriedigende Klärung gegeben war, wurden in weiterer Folge 8 Proben mittels Screening (GC-MSD, Headspace) auf das Vorhandensein von Petrolether kontrolliert. Da an allen 8 Proben Gehalte an Petrolether unter 100 mg KW/kg TS festgestellt wurden (sh. Anhang: Prüfbericht-Nr. 9502/001 Kap. 4.2), konnte nachgewiesen werden, daß durch die Probenahme bzw. die Reinigung keine wesentliche Beeinflussung der Analysenergebnisse beim Parameter Summe der Kohlenwasserstoffe (KW) verursacht wurde.

4.5.2 Analysenergebnisse Bodenproben - Organische Schadstoffe

Die Analysenergebnisse der Bodenproben beziehen sich alle auf Frischprobenfraktionen < 2 mm und wurden auf die Trockensubstanz bei 105 °C rückgerechnet. Die Ergebnisse der Analysen der organischen Schadstoffe sind in Tabelle 4.1 zusammengefaßt.

Probenbezeichnung	Boden [mg/kg TS]				
	KW ¹	PCB ²	PAH ³ (EPA)	Benz(a)pyren	BTEX ⁴
KOB/1/0,00-0,30	20.771	-	-	-	0,209
KOB/1/0,30-0,80	6.658	-	-	-	0,201
KOB/1/1,40-2,00	1.781	-	-	-	0,245
KOB/1/3,20-4,00	n.n.	< 0,1	-	-	-
KOB/2/0,00-0,35	2.077	4,42	17,0	1,48	0,108
KOB/2/0,35-1,10	< 70	< 0,1	-	-	-
KOB/2/1,30-2,00	< 70	< 0,1	-	-	-
KOB/3/0,15-0,50	< 200	0,6	76,0	6,30	0,009
KOB/4/0,00-0,40	2.226	3,89	17,8	2,15	0,831
KOB/4/0,40-1,10	< 200	0,13	-	-	0,067
KOB/4/1,20-2,00	< 200	-	-	-	0,149
KOB/4/3,50-3,90	< 70	-	-	-	0,003

Tab. 4.1 Zusammenfassung der Analysenergebnisse der Bodenproben auf organische Schadstoffe

¹.....Kohlenwasserstoffe, gesamt nach DIN 38.409-H18

².....PCB als Summe der 6 Kongenere nach Ballschmiter

³.....PAH (EPA: 16 Einzelsubstanzen nach US Environmental Protection Agency)

⁴.....BTEX als Summe der Monoaromaten Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol

4.5.3 Analysenergebnisse Bodenproben - Schwermetalle

Schwermetallgehalte wurden lediglich an der Probe KOB/3/0,15-0,50 bestimmt. Folgende Konzentrationen wurden festgestellt:

- Blei	266	mg/kg TS	- Cadmium	1,37	mg/kg TS
- Chrom, ges.	81,6	mg/kg TS	- Kupfer	169	mg/kg TS
- Nickel	60,6	mg/kg TS	- Quecksilber	0,55	mg/kg TS
- Zink	683	mg/kg TS			

Die Analysenergebnisse der Bodenprobe beziehen sich auf Frischprobenfraktionen < 2 mm und wurden auf die Trockensubstanz bei 105 °C rückgerechnet.

4.5.4 Analysenergebnisse Eluate - Kohlenwasserstoffe

Die für die Elution abgetrennten Teilproben wurden entsprechend DIN 38.414 eluiert. Die Analysenergebnisse der Eluate der oberflächennahen Bodenproben beziehen sich alle auf die Frischprobenfraktion 2 bis 10 mm. Die Analysenergebnisse der übrigen Eluate der Bodenproben beziehen sich auf die Frischprobenfraktion < 10 mm. Alle Analysenergebnisse wurden auf die Trockensubstanz bei 105 °C rückgerechnet und sind in Tabelle 4.2 zusammengefaßt.

Probenbezeichnung	Eluat [mg/l]	
	Kohlenwasserstoffe, gesamt ¹	
	Fraktion 2 - 10 mm	Fraktion < 10 mm
KOB/1/0,00-0,30	1,35	-
KOB/1/1,40-2,00	-	1,03
KOB/1/3,20-4,00	-	< 0,4
KOB/2/0,00-0,35	0,98	-
KOB/2/0,35-1,10	-	< 0,4
KOB/2/1,30-2,00	-	< 0,4
KOB/3/0,15-0,50	< 0,4	-
KOB/4/0,00-0,40	0,57	-
KOB/4/0,40-1,10	-	< 0,4
KOB/4/1,20-2,00	-	< 0,4
KOB/4/3,50-3,90	-	< 0,4

Tab. 4.2 Zusammenfassung der Analysenergebnisse der Eluatanalysen auf Kohlenwasserstoffe

¹Kohlenwasserstoffe, gesamt nach DIN 38.409-H18

4.5.5 Analysenergebnisse Eluate - Schwermetalle

Die für die Elution abgetrennten Teilproben wurden entsprechend DIN 38.414 Teil 4 eluiert. Die Ergebnisse der Analysen der Eluate beziehen sich alle auf Frischprobenfraktionen < 10 mm und wurden auf die Trockensubstanz bei 105 °C rückgerechnet. Die Analysenergebnisse der Eluate für Schwermetalle sind in Tabelle 4.3 zusammengefaßt.

Probenbezeichnung	Eluat [mg/l]						
	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink
KOB/1/0,30-0,80	0,0012	< 0,0001	0,0007	0,0045	0,0016	< 0,0001	0,007
KOB/1/1,40-2,00	0,0014	< 0,0001	0,0009	0,0036	< 0,001	< 0,0001	0,006
KOB/1/3,20-4,00	< 0,001	< 0,0001	0,0031	0,0049	< 0,001	< 0,0001	0,014
KOB/2/0,35-1,10	0,0015	< 0,0001	0,0010	0,0058	< 0,001	< 0,0001	< 0,005
KOB/2/1,30-2,00	< 0,001	< 0,0001	0,0007	0,0020	< 0,001	< 0,0001	< 0,005
KOB/4/0,40-1,10	0,0018	< 0,0001	0,0026	0,0058	< 0,001	< 0,0001	0,005
KOB/4/1,20-2,00	0,0058	< 0,0001	0,0098	0,0098	0,001	< 0,0001	0,015
KOB/4/3,50-3,90	< 0,001	< 0,0001	0,0029	0,0024	< 0,001	< 0,0001	< 0,005

Tab. 4.3 Zusammenfassung der Analysenergebnisse der Eluatanalysen auf Schwermetalle

5 Beurteilungsgrundlagen

5.1 Allgemeines

Es ist von folgenden Definitionen auszugehen:

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Werte, die nicht überschritten werden dürfen.

Orientierungswerte sind rechtlich nicht verbindliche Werte. Sie stellen als Vergleichsmaßstab eine Hilfe bei der Beurteilung, z.B. eines Verunreinigungsgrades, einer Belastung, eines Sanierungsziels u.a. dar.

Nachfolgend handelt es sich ausschließlich um Orientierungswerte.

- Referenz- bzw. Hintergrundwerte geben den geogenen Hintergrund einschließlich der ubiquitären Belastung an.
- Prüfwerte sind Werte, bei deren Unterschreitung der Gefahrenverdacht in der Regel als ausgeräumt gilt. Bei Überschreitung ist eine weitere Sachverhaltsermittlung geboten (z.B. Hautuntersuchung).
- Maßnahmschwellenwerte sind Werte, deren Überschreitung in der Regel weitere Maßnahmen, z.B. eine Sicherung oder eine Sanierung auslöst.

Orientierungswerte sind keinesfalls schematisch anzuwenden und können nur Ausgangspunkt für eine auf die örtlichen Bedingungen abgestimmte Bewertung des Einzelfalles sein.

Die nach den Untersuchungen ansetzende Bewertung von Untersuchungsergebnissen ist Grundlage für die Festlegung der Notwendigkeit weiterer Maßnahmen (weitere Untersuchungen, Umfang der Sanierung oder Sicherung, etc.)

Allgemein verbindliche, stoffbezogene Grenzwerte für die Bewertung von Bodenverunreinigungen existieren in Österreich nicht.

Jeder Schadensfall ist individuell zu bewerten, da insbesondere die örtlichen geologischen, bodenkundlichen und gewässerkundlichen Gegebenheiten sowie die Nutzungssituation am Standort und in der Umgebung das Sanierungsbedürfnis und den Sanierungsumfang entscheidend beeinflussen. Dabei reicht eine nur verbale Beschreibung für die Arbeit in der Praxis nicht aus. Vielmehr müssen als Entscheidungshilfen Orientierungswerte herangezogen werden. Da in Österreich auch keine "Orientierungswerte" für Bodenverunreinigungen existieren, ist es üblich auf international anerkannte Orientierungswerte (Bewertungslisten) zurückzugreifen.



5.2 Orientierungswerte Boden

5.2.1 Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (BRD)

In den "Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden" der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, 1994) werden Prüfwerte und Maßnahmenschwel­lenwerte unterschieden. Definitionsgemäß gilt bei Unterschreitung des Prüfwertes ein Gefahrenverdacht als ausgeräumt bzw. ist bei Überschreitung eine weitere Sachverhaltsermittlung geboten. Die Überschreitung von Maßnahmenschwel­lenwerten löst in der Regel weitere Maßnahmen z.B. eine Sicherung oder eine Sanierung aus.

	Boden [mg/kg TS]	
	Prüfwert	Maßnahmenschwel­lenwert
Kohlenwasserstoffe ¹	300 - 1.000	1.000 - 5.000
PCB, gesamt ²	0,1 - 1	1 - 10
PAH, gesamt ³	2 - 10	10 - 100
Naphtalin als Einzelstoff	1 - 2	5
BTX-Aromaten ⁴ , gesamt	2 - 10	10 - 30
Benzol, als Einzelstoff	0,1 - 0,5	0,5 - 3

Tab. 5.1: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (BRD) - Prüf- und Maßnahmenschwel­lenwerte für Bodenbelastungen

- 1Summe der Kohlenwasserstoffe gemäß DIN 38 409 - H 18 (außer Aromaten)
- 2PCB, gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel 6 Kongenere nach Ballschmiter, ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter Einzelstoffe
- 3PAH, gesamt: Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, in der Regel Summe von 16 Einzelsubstanzen nach der Liste der US Environmental Protection Agency (EPA) ohne Naphtalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter Einzelstoffe (z.B. Methylnaphtaline)
- 4BTX, Aromaten, gesamt: Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol, Styrol, Cumol, etc.); besondere Festlegung für Benzol

5.2.2 Berlin

Die Berliner Liste (AfB, 1990) wählt für den Eingreifbedarf an kontaminierten Standorten den Ansatz standort- und nutzungsbezogener Grenzwerte. Darüberhinaus wurden auch Reinigungsanforderungen für den Wiedereinbau von gereinigten Böden bzw. die Wiederversickerung gereinigter Grundwässer festgelegt (sh. Tab 5.2).

	Boden [mg/kg TS]				
	Ia	Ib	II	III	RZ
Mineralölkohlenwasserstoffe ¹	300	300	3.000	5.000	150
PCB ²	1	1	3	5	0,5
PAH (EPA)	10	1	50	100	5
Summe Monoaromaten (BTX)	5	2	15	25	2,5
Benzol	0,5	0,5	3	5	0,25
Toluol	5	0,5	15	25	2,5
Xylol	5	0,5	15	25	2,5
Blei	100	100	500	600	50
Cadmium	2	1,5	10	20	1
Chrom	150	100	400	800	75
Kupfer	200	100	500	600	100
Nickel	200	50	250	300	100
Quecksilber	0,5	0,5	1	10	0,25
Zink	500	300	2.000	3.000	250

Tab. 5.2: Berliner-Liste (1990) - Eingreifwerte für kontaminierte Standorte in Berlin

Kategorie Ia: Wasserschutzgebiet

Kategorie Ib: Flächen mit sensibler Nutzung (z.B. Landwirtschaft, Spielplätze, etc.) Beprobungstiefe definitionsgemäß oberste 30 cm des Bodens

Kategorie II: Urstromtal

Kategorie III: Hochflächen

RZ: Reinigungsanforderung für den Wiedereinbau von Böden bzw. für die Wiederversickerung von gereinigtem Grundwasser

1.....Untersuchungsmethoden: IR-Spektrometrie, DIN 38.309-H18 (Bei Anwendung anderer Untersuchungsmethoden ist deren Eignung nachzuweisen)

2.....Summe PCB: Summe der 6 Kongenere nach Ballschmiter

5.2.3 Baden-Württemberg

In der gemeinsamen Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Sozialministeriums von Baden-Württemberg vom 16. September 1993 (UM-BW, 1993) werden allgemeine Hintergrundwerte für Grundwasser (H-W) und Boden (H-B) sowie Prüfwerte - zum Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierte Flächen (P-M) - und zum Schutz von Boden und Pflanzen (P-P) unterschieden.

	Boden [mg/kg TS]		
	H-B	P-P	P-M ₃
Kohlenwasserstoffe (H18) ¹	50	400	-
PCB (LAGA) ²	0,05	1,5	P-M ₁ 3 ³
PAH (EPA) ⁴	1,0	10,0	100
Benz(a)pyren	-	-	10
Summe AKW ^{5, 6}	0,01	-	50
Benzol	0,01	-	0,01
Toluol	0,01	-	9
Blei	25 - 55 ⁷	100 ⁸	4.000
Cadmium	0,2 - 1,0 ⁷	1,5 ⁹	60
Chrom	20 - 90 ⁷	100 ⁸	- 10
Kupfer	10 - 60 ⁷	60 ⁸	- 3
Nickel	15 - 100 ⁷	50 ⁸	300
Quecksilber	0,05 - 0,2 ⁷	1 ⁸	40
Zink	35 - 150	200 ⁹	- 3

Tab. 5.3 Baden-Württemberg: Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen

H-B Hintergrundwerte Boden

P-P Prüfwert zum Schutz von Pflanzen

P-M Prüfwert zum Schutz von Menschen

M₁ Kinderspielflächen

M₃ Gewerbeflächen

¹ Kohlenwasserstoffe gem. DIN 38.409-H18

² PCB (LAGA): Summe der 6 Kongenere nach Ballschmiter

³ Einzelfallentscheidung; höhere Werte können wegen ökotoxikologischer Relevanz trotz geringem humantoxikologischen Gefährdungspotential nicht pauschal zugelassen werden

⁴ PAH, (gesamt): Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, in der Regel Summe von 16 Einzelsubstanzen nach der Liste der US Environmental Protection Agency (EPA) ohne Naphtalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter Einzelstoffe (z.B. Methylnaphtaline)

⁵ Summe AKW: in der Regel Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol

⁶ Zusätzlich gelten die Prüfwerte für Benzol und Toluol. Der zuerst überschrittene Wert ist maßgeblich.

⁷ Je nach Tongehalt bzw. Ausgangsgestein

⁸ pH-Wert > 5

⁹ pH-Wert > 6

¹⁰ Einzelfallentscheidung: möglichst Staubexposition gegen kanzerogenes Cr(VI) beachten

Bei der Festlegung von Sanierungszielen wird mit der Berücksichtigung aller P-Werte ein weitgehendes Maß an Sanierung angestrebt. Ist dieses Ziel nur mit einem rechtlich unverhältnismäßigen Aufwand zu erreichen bzw. wenn aufgrund negativer Sekundärfolgen der

Sanierung eine ungünstige Umweltbilanz entsteht, können ausnahmsweise höhere Restbelastungen hingenommen werden. Innerhalb der weiteren Schutzzone von festgesetzten und geplanten Wasserschutzgebieten müssen alle P-Werte um 50 % unterschritten oder die H-Werte eingehalten werden. Im Fassungsbereich und in der engeren Schutzzone von geplanten und festgelegten Wasserschutzgebieten ist eine Wiedereinleitung von gereinigtem Grundwasser oder der Wiedereinbau von Bodenmaterial nicht zulässig.

5.2.4 Niederlande

In den Niederlanden sind Prüfwerte (Referenz- und Interventionswerte) gesetzlich verbindlich festgelegt. Die Bodenprüfwerte beziehen sich auf einen "Standardboden" mit 25 % Tonanteil und 10 % organischem Material. In der "Holland-Liste" (VROM-NL, 1994) sind folgende Richtwerte ausgewiesen:

	Boden [mg/kg TS]	
	S	I
Mineralöl ¹	50	5.000
PCB ² (Summe von 7)	0,02	1
PAH ³ (Summe von 10)	1	40
Benzol	0,05 (d)	1
Ethylbenzol	0,05 (d)	50
Toluol	0,05 (d)	130
Xylole	0,05 (d)	25
Blei	85	530
Cadmium	0,8	12
Chrom	100	380
Kupfer	36	190
Nickel	35	210
Quecksilber	0,3	10
Zink	140	720

Tab 5.4: Holland-Liste (1994) - Prüfwerte für Bodenverunreinigungen

S Referenzwert

I Interventionswert

(d) Nachweisgrenze

¹ "Mineralöl" bezieht sich auf die Summe der verzweigten und nicht verzweigten Alkane. Wenn Gemische gemeint sind (z.B. Benzin oder Heizöl) müssen neben den Alkan-Gehalten auch die Gehalte an aromatischen und/oder polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen bestimmt werden.

² Unter Polychlorbiphenyle (Summe) wird die Summe von PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 und 180 verstanden

³ Unter PAH (Summe von 10) wird die Summe von Anthracen, Benzo(a)anthracen, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Chrysen, Phenantren, Fluoranthren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Naphtalin und Benzo(ghi)perylen verstanden.

5.2.5 Das "Drei-Bereiche-System" nach EIKMANN-KLOKE für die Bewertung von Böden mit Schadstoffbelastung

Zur Bewertung von belasteten Böden wurde von EIKMANN und KLOKE ein "Drei-Bereiche-System" entwickelt, in dem - unter Einbeziehung urbaner Böden - auch andere Schutzgüter neben dem Schutzgut "Pflanze" berücksichtigt wurden. Insbesondere wird der Mensch in die Betrachtung miteinbezogen. In einem Stufenmodell werden dabei verschiedene Nutzungsarten berücksichtigt (KLOKE 1988, 1990).

Die drei Bereiche des Bewertungssystems ordnen die fließenden Übergänge der Schadstoffbelastungen in Böden und werden wie folgt definiert (vgl. Abb. 7):

Bereich A: "Unbedenklichkeitsbereich"

- "normale", seit altersher vorhandene Gehalte, bisher (weitgehend) frei von anthropogen bedingten Einflüssen, die es zu bewahren gilt.

Bereich B: "Toleranzbereich"

- schutzgut- und nutzungsbezogene Gehalte, die den Schutzgütern (Menschen, Tiere, Pflanzen, Ökosystemen ...) keinen Schaden zufügen und die es zu tolerieren gilt.

Bereich C: "Toxizitätsbereich"

- Gehalte, die Schutzgütern Schaden zufügen. Bei diesen Gehalten ist zu sanieren.

Der Bereich A wird vom Bereich B durch den Bodenwert (BW I), der Bereich B vom Bereich C durch den BW III abgegrenzt. Der BW II liegt im Bereich B und ist jener schutzgut- und nutzungsbezogene Gehalt, der trotz dauernder Einwirkung auf die jeweiligen Schutzgüter deren "normale" Lebens- und Leistungsqualität auch langfristig nicht negativ beeinträchtigt. Er hat einen deutlichen Sicherheitsabstand zum BW III.

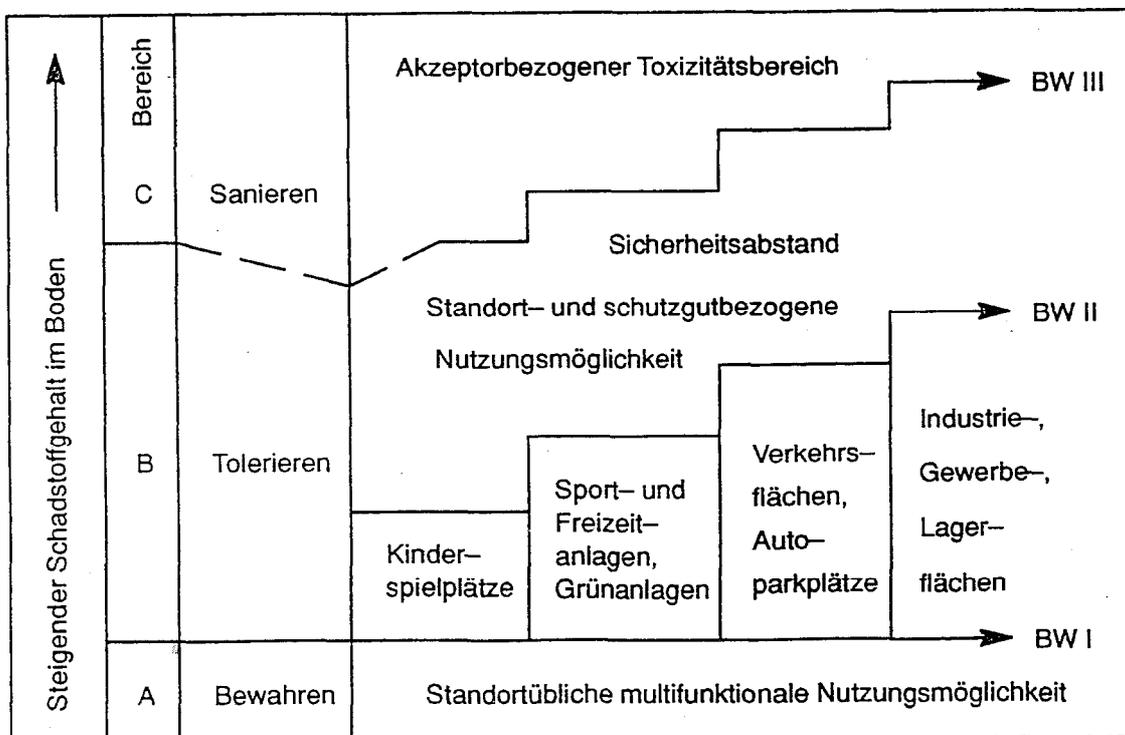


Abb. 7: Stufenmodell für die Nutzungsmöglichkeit urbaner Böden mit Schadstoffbelastung (KLOKE, 1990)

Tabelle 5.5 zeigt die nutzungs- und schutzgutbezogenen Orientierungswerte (Eikmann-Kloke-Werte; KLOKE und EIKMANN 1991)

	BW I	BW II	BW III
PCB	0,2	5	15
Benz(a)pyren	1,0	5	10
Blei	100	1.000	2.000
Cadmium	1	10	20
Chrom	50	200	800
Kupfer	50	500	200
Nickel	40	200	500
Quecksilber	0,5	10	50
Zink	150	1.000	3.000

Tab. 5.5 Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-)Stoffe in Böden - Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen (Bodentiefe je nach Standort bis 35 cm) - Prüfwerte in mg/kg Boden

¹.....Summe 6 Ballschmitter PCB-Kongenere

5.2.6 Altlastenausschuß der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (BRD)

Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen und der Arbeitsgemeinschaft "Prüfwerte" des Altlastenausschusses (ALA) der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) wurden von EWERS und VIERECK-GÖTTE Vorschläge für nutzungs- und schutzgutbezogene Bodenprüfwerte erarbeitet, die in der BRD länderübergreifend angewendet werden sollen. Die vorgeschlagenen Prüfwerte für Gewerbe- und Industrieflächen sind in Tabelle 5.6 dargestellt.

	Boden [mg/kg TS]	
	Prüfwert	Maßnahmenschwelienwert
PCB (gesamt)	3	-
Benzo(a)pyren	10	-
Blei	2.000	-
Cadmium	60	-
Kupfer	3.000	-
Nickel	600	-
Quecksilber	40	-

Tab. 5.6: Vorschlag für die Festlegung von Bodenprüfwerte für Gewerbe- und Industriegebiete; EWERS; VIERECK-GÖTTE (1994)

Ein Prüfwert kennzeichnet den Gehalt eines Schadstoffes im Boden, bei dessen Überschreitung weitere Sachverhaltsermittlungen angezeigt sind, um Art und Umfang im Einzelfall bestehender Gefährdungen zu klären.

5.2.7 ÖNORM L 1075

Die ÖNORM L 1075 "Anorganische Schadelemente landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden" gibt Richtwerte zur Beurteilung der Belastung landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzter Böden mit anorganischen Schadelementen an. In Tabelle 5.7 ist eine Auswahl von Richtwerten zusammengestellt.

Element	Boden [mg/kg TS]	
	Belastungsverdacht ¹	Richtwert
Blei	50	100
Cadmium ²	0,5	1
Chrom ³	50	100
Kupfer	50	100
Nickel ³	40	60
Quecksilber ²	0,2	1
Zink	150	300

Tab. 5.7: Richtwerte für anorganische Elemente in landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden

¹ Verdacht auf anthropogen bedingte Belastung

² International ist ein deutlicher Trend zu diesem niederen Richtwert von 1 mg Cd/kg und 1 mg Hg/kg festzustellen, allerdings werden in einzelnen Richtlinien und gesetzlichen Vorschriften höhere Werte genannt.

³ Die Werte von 100 mg Cr/kg und 60 mg Ni/kg können geogen bedingt örtlich deutlich überschritten werden

5.3 Orientierungswerte und Grenzwerte für Eluate

5.3.1 Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Nach Kapitel 7.3.2 der "Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden" der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) sind die Prüfwerte der Tabelle 5.8 "Prüf- und Maßnahmenschwelienwerte für einige Leitparameter der Hauptuntersuchung von Grundwasser" auch auf Eluate anzuwenden.

	Prüfwert [µg/l]	Maßnahmenschwelienwert [µg/l]
Kohlenwasserstoffe ¹	100 - 200	400 - 1.000
Blei	10 - 40	80 - 200
Cadmium	1 - 5	10 - 20
Chrom, gesamt	10 - 50	100 - 250
Kupfer	20 - 50	100 - 250
Nickel	15 - 50	100 - 250
Quecksilber	0,5 - 1	2 - 5
Zink	100 - 300	500 - 2.000

Tab. 5.8: Prüf- und Maßnahmenschwelienwerte für einige Leitparameter der Hauptuntersuchung von Grundwasser/Eluate

¹.....Bestimmung mittels IR-Spektroskopie nach DIN 38.409-H18

5.3.2 Baden-Württemberg

In der gemeinsamen Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Sozialministeriums von Baden-Württemberg vom 16. September 1993 (UM-DW, 1993) werden allgemeine Hintergrundwerte (H-W) und Prüfwerte (P-W) für Grundwasser sowie Werte zur Abgrenzung sanierungsbedürftiger Bereiche (P_{\max} -W) angegeben. Diese Werte sind auch auf Eluate anzuwenden und sind in Tabelle 5.9 dargestellt.

Schadstoff	Eluat/Grundwasser [µg/l]		
	H-W	P-W	P_{\max} -W
Kohlenwasserstoffe (H18) ¹	10 ²	50 ²	300
Blei	4	10	40
Cadmium	1	3	8
Chrom, gesamt	2	40	200
Kupfer	5	100	250
Nickel	3	20	75
Quecksilber	0,05	0,7	2
Zink	150	1.500	3.400

Tab. 5.9: Baden-Württemberg - Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen

¹.....Kohlenwasserstoffe gem. DIN 38.409-H18

².....Bei Überschreitung der sensorischen Wahrnehmungsschwelle gilt auch der Prüfwert als überschritten

5.3.3 ÖNORM S 2072

In der ÖNORM S 2072 "Eluatklassen (Gefährdungspotential) von Abfällen" werden Grenzwerte für Eluate festgelegt.

- Das Eluat der Eluatklasse I läßt ein Sickerwasser erwarten, das Grundwasser hinsichtlich seiner Nutzbarkeit als Trinkwasser nicht nachteilig beeinflussen kann.
- Das Eluat der Eluatklasse II läßt ein Sickerwasser erwarten, das nach einfacher Behandlung (z.B. Absetzbecken) einen Vorfluter zugeführt werden kann.
- Das Eluat der Eluatklasse III läßt ein Sickerwasser erwarten, das gegebenenfalls nach entsprechender Vorbehandlung in eine Kanalisation mit angeschlossener biologischer Abwasserreinigungsanlage eingeleitet werden kann.

Die Grenzwerte der ÖNORM S 2072 sind in Tabelle 5.10 zusammengefaßt.

Parameter	Ic	Ib	IIa	IIb	IIIa	IIIb
KW, gesamt	0,1	0,2	1,0	5,0	50 ²	100 ³
Blei	0,05	0,1	0,5	- ¹	2,0	10,0
Cadmium	0,005	0,05	0,005	- ¹	0,5	- ⁴
Chrom, gesamt	0,05	0,1	1,0	- ¹	10,0	40,0
Kupfer	0,1	1,0	1,0	- ¹	10,0	- ⁴
Nickel	0,1	0,1	0,5	- ¹	10,0	50,0
Quecksilber	0,001	0,002	0,005	- ¹	0,05	- ⁴
Zink	3,0	3,0	3,0	- ¹	10,0	100

Tab. 5.10: Grenzwerte für die Eluatklassen gem. ÖNORM S 2072 (in mg/l)

¹keine Erhöhung gegenüber Grenzwert IIa zulässig

²KW gesamt (z.B. Hexanextrakt) zusätzlich begrenzt mit 0,5 % der Masse (TS)

³KW gesamt (z.B. Hexanextrakt) zusätzlich begrenzt mit 3 % der Masse (TS)

⁴keine Erhöhung gegenüber Grenzwert IIIa zulässig

6 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

6.1 Beurteilung der Analyseergebnisse der Bodenproben

6.1.1 Kohlenwasserstoffgehalte der Bodenproben

Unter Anlehnung an die im Kapitel 5.2 dargestellten Orientierungswerte und Berücksichtigung der am Betriebsgelände der Firma Kovac-Schrott gegebenen Standortverhältnisse wird für den Parameter Kohlenwasserstoffe, gesamt folgende Einteilung vorgeschlagen:

- stark verunreinigt > 5.000 mg/kg TS (Abb. 8 rot)
- verunreinigt > 1.000 mg/kg TS (Abb. 8 gelb)
- Verunreinigungsverdacht > 200 mg/kg TS (Abb. 8 blau)
- keine Verunreinigung < 200 mg/kg TS (Abb. 8 grün)

Die Beurteilung der Ergebnisse der Kohlenwasserstoffanalysen (sh. Kap. 4.5.2) erfolgt unter Anwendung dieser Einteilung. Daraus ergibt sich, daß bei den Probenahmepunkten KOB1, KOB2 und KOB4 oberflächennah Verunreinigungen gegeben sind. Insbesondere am Probenahmepunkt KOB1 sind oberflächennah hohe KW-Belastungen zu beobachten. Diese Verunreinigungen konnten auch noch in einer Tiefe bis 2 m unter Gelände eindeutig nachgewiesen werden (Probe KOB/1/1,40-2,00). Die Ergebnisse der Analysen der Bodenproben auf ihre Kohlenwasserstoffgehalte sind in Abbildung 8 übersichtsmäßig dargestellt.

6.1.2 PCB-Gehalte der Bodenproben

Für den Parameter PCB (Summe der 6 Kongenere nach Ballschmiter) wird unter Anlehnung an die im Kapitel 5.2 dargestellten Orientierungswerte und unter Berücksichtigung der am Betriebsgelände der Fa. Kovac-Schrott gegebenen Standortverhältnisse folgende Einteilung vorgeschlagen:

- stark verunreinigt > 5 mg/kg TS (Abb. 8 rot)
- verunreinigt > 1 mg/kg TS (Abb. 8 gelb)
- Verunreinigungsverdacht > 0,1 mg/kg TS (Abb. 8 blau)
- keine Verunreinigung < 0,1 mg/kg TS (Abb. 8 grün)

Die Beurteilung der Ergebnisse der PCB-Analysen (sh. Kap. 4.5.2) erfolgt unter Anwendung dieser Einteilung. Daraus ergibt sich, daß an allen drei analysierten oberflächennahen Bodenproben Hinweise auf PCB-Verunreinigungen gegeben sind bzw. an den Probenahmepunkten KOB2 und KOB4 PCB-Kontaminationen vorhanden sind. Am Probenahmepunkt KOB1 war aufgrund der geringen Probenmenge der oberflächennahen Bodenprobe (KOB/1/0,00-0,30) eine Durchführung von PCB-Analysen nicht möglich. Die Ergebnisse der PCB-Analysen sind in Abbildung 8 übersichtsmäßig dargestellt.

Auffällig ist auch das Verteilungsmuster der einzelnen PCB-Kongenere besonders jenes der Bodenproben der Probenahmepunkte KOB2 und KOB4 (vgl. Anhang Prüfbericht-Nr. 9502/001; Seite 9). Mit Ausnahme von lokalen Schadensfällen überwiegen in belasteten Böden die Anteile an höherchlorierten PCB (PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180) gegenüber den Anteilen an niedrigchlorierten PCB (PCB 28, PCB 52) (KAMPE, 1987; WITTE et al., 1989; WEISS et al., 1994). Dies hängt insbesondere mit den unterschiedlichen chemisch-physikalischen Eigenschaften infolge unterschiedlicher Chlorierungsgrade zusammen. Höherchlorierte PCB zeichnen sich gegenüber niedrigchlorierten PCB durch eine vergleichsweise höhere Persistenz in den Umweltmedien aus und sind an weniger empfindlich gegenüber Veränderungen bei Transportvorgängen sowie Verlagerungen zwischen den Umweltmedien. Angesichts dieser Tatsachen weisen die aus den höherbelasteten Proben gefundenen PCB-Verteilungsmuster eindeutig auf eine lokale Kontamination jüngeren Datums (wenige Jahre) hin, die durch Produkte oder Abfälle

verursacht wurden, die PCB-hältige Flüssigkeiten mit einem höheren Anteil niedrigchlorierter PCB enthalten.

6.1.3 PAH-Gehalte der Bodenproben

Unter Anlehnung an die im Kapitel 5.2 dargestellten Orientierungswerte und Berücksichtigung der am Betriebsgelände der Firma Kovac-Schrott gegebenen Standortverhältnisse wird für den Parameter PAH (16 Einzelsubstanzen gemäß EPA) folgende Einteilung vorgeschlagen:

- | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|
| - stark verunreinigt | > 50 mg/kg TS | (Abb. 9 rot) |
| - verunreinigt | > 10 mg/kg TS | (Abb. 9 gelb) |
| - Verunreinigungsverdacht | > 1 mg/kg TS | (Abb. 9 blau) |
| - keine Verunreinigung | < 1 mg/kg TS | (Abb. 9 grün) |

Die Beurteilung der Ergebnisse der PAH-Analysen (sh. Analysenergebnisse Kap. 4.5.2) erfolgt unter Anwendung dieser Einteilung. Daraus ergibt sich, daß an allen drei oberflächennahen Bodenproben PAH-Verunreinigungen festgestellt wurden. Die gefundenen PAH-Verteilungsmuster in den Proben KOB/2/0,00-0,35, KOB/3/0,15-0,50 und KOB/4/0,00-0,40 (sh. Anhang Prüfbericht-Nr. 9502/001, Seite 11) weisen eine große Ähnlichkeit mit den PAH-Verteilungsmustern mineralölverunreinigter Böden auf (vgl. PREUSS & KLÄSCHEN, 1994). Bemerkenswert ist insbesondere, daß am Probenahmepunkt KOB3 im südlichen Betriebsgelände die höchsten PAH-Gehalte gegeben sind. An diesem Probenahmepunkt konnten beim Parameter Kohlenwasserstoffe (gesamt) jedoch keine erhöhten Konzentrationen nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der PAH-Analysen der Bodenproben sind in Abbildung 9 übersichtsmäßig dargestellt.

6.1.4 BTEX-Gehalte der Bodenproben

Aufgrund der Probenahme und insbesondere der Probenteilung mittels "Cooning-Quartering" ist davon auszugehen, daß die gezogenen Proben für die Parametergruppe BTEX nicht als repräsentativ gewertet werden können. Durch das "Cooning-Quartering" wurde ein verstärktes Ausgasen dieser leichtflüchtigen Schadstoffe verursacht, sodaß alle Analyseergebnisse grundsätzlich als Minderbefunde zu betrachten sind. Aufgrund dieser Tatsache und unter Anlehnung an die im Kapitel 5.2 dargestellten Orientierungswerte für BTEX wird für die Beurteilung der Analysenergebnisse folgende Einteilung vorgeschlagen:

- | | | |
|---------------------------|---------------------|---------------|
| - Verunreinigungsverdacht | > 0,1 mg BTEX/kg TS | (Abb. 9 blau) |
| - keine Verunreinigung | < 0,1 mg BTEX/kg TS | (Abb. 9 grün) |

Aufgrund dieser Einteilung ist davon auszugehen, daß an den Probenahmepunkten KOB1, KOB2 und KOB4 (im Bereich der Scherenanlage und im Bereich der Schrottlagerfläche) oberflächennah ein Verunreinigungsverdacht mit BTEX besteht. An den Probenahmepunkten KOB1 und KOB4 ist dieser Verunreinigungsverdacht bis in 2 m Tiefe gegeben. Die Ergebnisse der Bodenproben auf BTEX sind in Abb. 9 übersichtsmäßig dargestellt.

6.1.5 Schwermetallgehalte der Bodenproben

Schwermetallgehalte konnten aufgrund des Problems der allgemein geringen Probenmengen (sh. Kap. 4.4) lediglich an der Bodenprobe KOB/3/0,15-0,50 bestimmt werden. Unter Anlehnung an die im Kapitel 5.2 dargestellten Orientierungswerte werden für Schwermetalle folgende Gehalte als Hinweis auf Verunreinigungen (Verunreinigungsverdacht) angesehen: Blei > 100 mg/kg TS; Cadmium > 1 mg/kg TS; Chrom > 100 mg/kg TS; Kupfer > 100 mg/kg TS; Nickel > 50 mg/kg TS; Quecksilber > 0,5 mg/kg TS; Zink > 200 mg/kg TS

Die Ergebnisse der Analyse der Bodenprobe KOB/3/0,15-0,50 (sh. Kap. 4.5.3) zeigen somit, daß aufgrund der erhöhten Konzentrationen bei Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink ein Hinweis auf Schwermetallbelastungen gegeben ist (sh. Abb. 9).

6.2 Beurteilung der Analysenergebnisse der Eluate

6.2.1 Kohlenwasserstoffgehalte der Eluate

Zur Beurteilung der Kohlenwasserstoffgehalte der Eluate der Bodenproben wird unter Anlehnung an die in Kapitel 5.3 dargestellten Orientierungs- und Grenzwerte und unter Berücksichtigung der im Bereich des Betriebsgeländes der Fa. Kovac-Schrott gegebenen Standortverhältnisse folgende Einteilung vorgeschlagen:

- | | | |
|---------------------------|---------------|----------------|
| - stark verunreinigt | > 1,0 mg KW/l | (Abb. 10 rot) |
| - verunreinigt | > 0,4 mg KW/l | (Abb. 10 gelb) |
| - Verunreinigungsverdacht | > 0,1 mg KW/l | (Abb. 10 blau) |
| - keine Verunreinigung | < 0,1 mg KW/l | (Abb. 10 grün) |

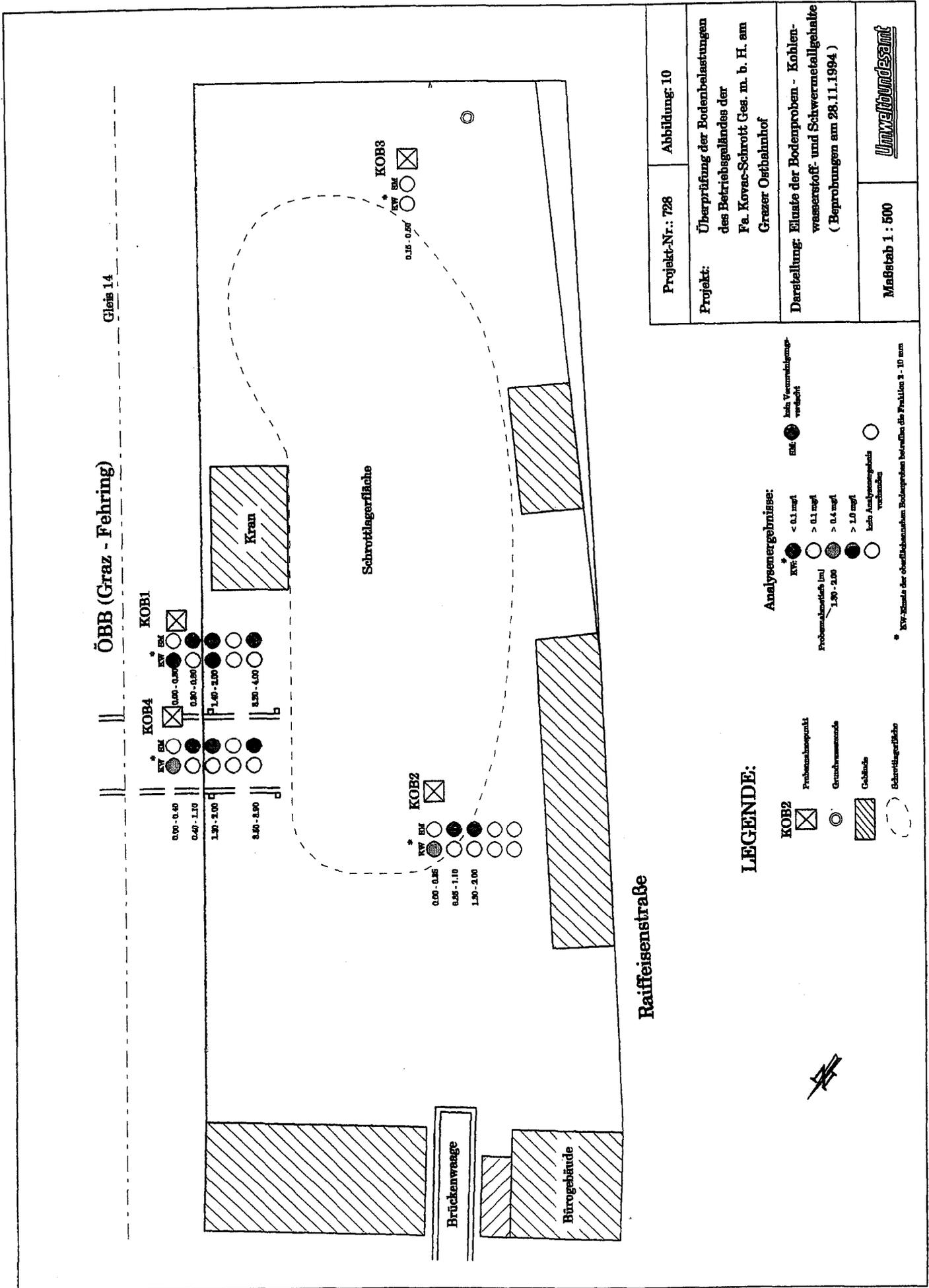
Da im Eluat aller Proben Kohlenwasserstoffgehalte über der Nachweisgrenze (0,1 mg/l) zu beobachten waren, ist bei allen Proben ein Verdacht auf Verunreinigungen gegeben. Bemerkenswert sind vor allem zwei Tatsachen:

- Die Eluate der Fraktion 2 bis 10 mm der drei oberflächennahen Bodenproben der Probenmepunkte KOB1, KOB2 und KOB4 zeigen, korrespondierend mit den Ergebnissen der Bodenproben (sh. Kap. 4.5.2 und 6.1.1) deutliche Gehalte an Kohlenwasserstoffen (0,57 bis 1,35 mg/l). Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß bei einer Analyse der gesamten Fraktion < 10 mm die Kohlenwasserstoffgehalte der Eluate deutlich höher gewesen wären.
- Das Eluat der Bodenprobe KOB/1/1,40-2,00 zeigt, daß im Bereich der Scherenanlage auch noch in rund 1,5 bis 2 m Tiefe ein deutlich erhöhter KW-Gehalt im Eluat der Fraktion < 10 mm gegeben ist. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang auch der an der Fraktion < 2 mm festgestellte Gesamtgehalt von 1.781 mg KW/kg TS. Dieser Vergleich bestätigt die oben getroffene Aussage, daß an den oberflächennahen Bodenproben für die gesamte Fraktion < 10 mm noch höhere KW-Gehalte im Eluat gegeben wären, als in den analysierten Eluaten der Fraktion 2 bis 10 mm.

Die Ergebnisse der Eluate der Bodenproben sind in Abbildung 10 übersichtsmäßig dargestellt.

6.2.2 Schwermetallgehalte der Eluate

Die Analysenergebnisse der Eluate der Bodenproben auf Schwermetalle sind insgesamt als unauffällig zu beurteilen. An keiner der analysierten Proben waren erhöhte Schwermetallgehalte festzustellen. Im Vergleich der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (sh. Kap. 5.3.2) und den Grenzwerten der Eluatklasse Ib der ÖNORM S 2072 sind keine Überschreitungen feststellbar. Zu beachten ist jedoch, daß bei den oberflächennahen Bodenproben aufgrund der geringen Probenmengen eine Analyse von Eluaten oberflächennaher Bodenproben auf Schwermetalle nicht möglich war. Die Ergebnisse der Analysen der Eluate der Bodenproben sind in Abbildung 10 übersichtsmäßig dargestellt.



6.3 Zusammenfassende Beurteilung

In die zusammenfassende Beurteilung des Umweltbundesamtes werden sämtliche Analysergebnisse folgender Berichte einbezogen:

- Untersuchungsbericht über die Entnahme und Analyse von Bodenproben auf dem Betriebsareal der Firma Kovac in Graz; Intergeo G.m.b.H. (GZ 8657) - Salzburg, den 9. Mai 1994 (sh. Anlage 3)
- Untersuchungsbefunde von Univ.-Doz. Dipl.Ing. Dr. Ernst Lankmayr vom 4. Juni 1994 und vom 20. Juli 1994 (sh. Anlage 5)
- Prüfbericht-Nr. 9502/001; Umweltbundesamt (sh. Anhang)

6.3.1 Abgrenzung verunreinigter Bereiche

Aufgrund der bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse lassen sich am Betriebsgelände der Firma Kovac-Schrott folgende Bereiche unterscheiden:

- Nordwestlicher Betriebsbereich: An die am nordwestlichen Rand des Schrottplatzes bestehenden Betriebsgebäude der Firma Kovac-Schrott schließt ein ca. 15 bis 20 m breiter Geländestreifen an, in dessen Bereich die Geländeoberfläche befestigt ist bzw. oberflächennah stark verdichtete grobkörnige Anschüttungen bestehen. Aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit ist eine repräsentative Beprobung dieses Bereiches nicht möglich. Die Beprobung tieferer Bodenschichten an den Probenahmepunkten B6 und IG1 zeigte Hinweise auf Verunreinigungen.
- Schrottlagerfläche: Die Schrottlagerfläche nimmt den zentralen Bereich der Betriebsfläche ein. Der Großteil dieser Fläche ist aufgrund der Schrottlagerung für Beprobungen nicht zugänglich. Lediglich am nördlichen Rand des jeweils bestehenden Schrotthaufens konnten zwei Probenahmepunkte (B7 und KOB2) angelegt werden. An beiden Probenahmepunkten sind Verunreinigungen des Bodens durch Mineralölprodukte gegeben. Aufgrund der Ergebnisse an den beiden Probenahmepunkten ist davon auszugehen, daß im gesamten Bereich der Schrottlagerfläche Bodenkontaminationen bestehen.
- Südöstlicher Betriebsbereich: In diesem Teil des Firmengeländes besteht eine ca. 15 m breite, nicht genutzte Ruderalfläche. Am einzigen bisher durchgeführten Probenahmepunkt (KOB3) konnte eine Verunreinigung des Bodens festgestellt werden.
- Geländestreifen entlang des ÖBB-Gleises 14: Im Zwischenbereich zwischen dem Schrottplatz und dem östlich gelegenen ÖBB-Gleis 14 wurden bei allen Probenahmepunkten Verunreinigungen des Bodens nachgewiesen. Die Kontaminationen sind entlang des gesamten Betriebsgeländes der Firma Kovac-Schrott gegeben. Im Bereich der Scherenanlage wurden bei allen Beprobungen die stärksten Kontaminationen festgestellt.

6.3.2 Art der Verunreinigungen

Nordöstlicher Betriebsbereich

Das Gelände im nördlichen Betriebsbereich ist zum Teil befestigt. Bei der Probenahme am 28. November 1994 wurde ein geplanter Probenahmepunkt in diesem Bereich nach zweimaligem Ansatz der Rammkernsonde abgebrochen (sh. Kap. 4.2.1). Eine repräsentative Probenahme war aufgrund der Art des anstehenden Bodens (große Steine, Beton) nicht möglich. Auch für die Probenahmepunkte IG1 und B6 liegen keine Ergebnisse von oberflächennahen Bodenproben vor.

Im Bereich der Probenahmepunkte IG1 und B6 zeigten sich jeweils an tieferliegenden Bodenproben (IG2: 0,50-1,00 m bzw. B6: 3,5 bis 3,7 m) erhöhte PCB-Konzentrationen (0,242 bzw. 0,17 mg/kg TS).

Geländestreifen ÖBB-Gleis 14, Schrottlagerfläche

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß im Bereich des Geländestreifens entlang des ÖBB-Gleises 14 (Probenahmepunkte B5, B8, B10, IG2, KOB1 und KOB4) und im Bereich der Schrottlagerfläche (Probenahmepunkte B7 und KOB2) Verunreinigungen des Bodens bestehen. Vor allem für die Parameter Kohlenwasserstoffe (KW max. 20.371 mg/kg TS) und polychlorierte Biphenyle (PCB max. 6,0 mg/kg TS) konnten zum Teil stark erhöhte Konzentrationen nachgewiesen werden. Daneben wurden durch die Untersuchungen des Umweltbundesamtes auch für den Parameter polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) Verunreinigungen nachgewiesen sowie beim Parameter leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) Hinweise auf erhöhte Gehalte festgestellt. Die nachgewiesenen Schadstoffe und die jeweils festgestellten Konzentrationen bzw. Konzentrationsverhältnisse können als charakteristisch für Bodenkontaminationen durch Mineralöle angesehen werden.

Für Schwermetalle liegen keine Untersuchungsergebnisse von oberflächennahen Bodenproben vor. Aufgrund der Tatsache, daß die im südöstlichen Bereich des Betriebsgeländes am Probenahmepunkt KOB3 festgestellten erhöhten Gehalte bei verschiedenen Schwermetallen einen Hinweis auf Verunreinigungen darstellen (sh. Kap. 6.1.5), muß ein Verunreinigungsverdacht für Schwermetalle fortbestehen.

Südöstlicher Betriebsbereich

In der Geländemulde am südöstlichen Ende des Schrottplatzes wurde bisher lediglich eine oberflächennahe Bodenprobe entnommen. Die Analysenergebnisse zeigen einen Hinweis auf Verunreinigungen durch Schwermetalle (Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) und polychlorierte Biphenyle (PCB) sowie deutliche Verunreinigungen durch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH). Da keine erhöhten Kohlenwasserstoffgehalte zu beobachten waren, scheint es sich nicht um die im übrigen Betriebsbereich festgestellte Mineralölkontamination des Bodens zu handeln.

6.3.3 Vertikale Ausdehnung der Verunreinigungen

Nordwestlicher Betriebsbereich

Der Großteil ist oberflächlich befestigt. Für tieferliegende Bodenschichten besteht ein Verunreinigungsverdacht (sh. Kap. 6.3.2). Im Bereich der Probenahmepunkte IG1 und B6 zeigten sich jeweils an tieferliegenden Bodenproben (IG2: 0,50-1,00 m bzw. B6: 3,5 bis 3,7 m) erhöhte PCB-Konzentrationen (0,242 bzw. 0,17 mg/kg TS).

Schrottlagerfläche

Aufgrund der Ergebnisse der Analysen der Bodenproben an den Probenahmepunkten B7 und KOB2 (sh. Kap. 6.1) ist davon auszugehen, daß zumindest oberflächennah (ca. bis 0,5 m unter Gelände) eine Verunreinigung des Bodens durch Mineralölprodukte (KW > 1.000 mg/kg TS) gegeben ist. Die Ergebnisse der Analysen von Eluaten am Probenahmepunkt KOB2 (sh. Kap. 6.2) zeigen außerdem, daß eine Auswaschung von Kohlenwasserstoffen stattfindet. An allen drei analysierten Proben bis in 2 m Tiefe konnten im Eluat erhöhte Gehalte an Kohlenwasserstoffen (KW > 0,1 mg/l) nachgewiesen werden. Da Probenahmepunkte nur am Rand des jeweils bestehenden Schrotthaufens angelegt werden konnten, ist nicht auszuschließen, daß die Verunreinigungen des Bodens in den zentralen Bereichen der Schrottlagerfläche tieferreichend (> 0,5 m unter Gelände) sind.

Der Verunreinigungsverdacht in Zusammenhang mit Schwermetallen ist aufgrund der Tatsache, daß in den Eluaten tiefergelegener Bodenproben (unter 0,35 m) keine erhöhten

Konzentrationen zu beobachten waren, auf die oberflächennahen Bodenschichten zu beschränken.

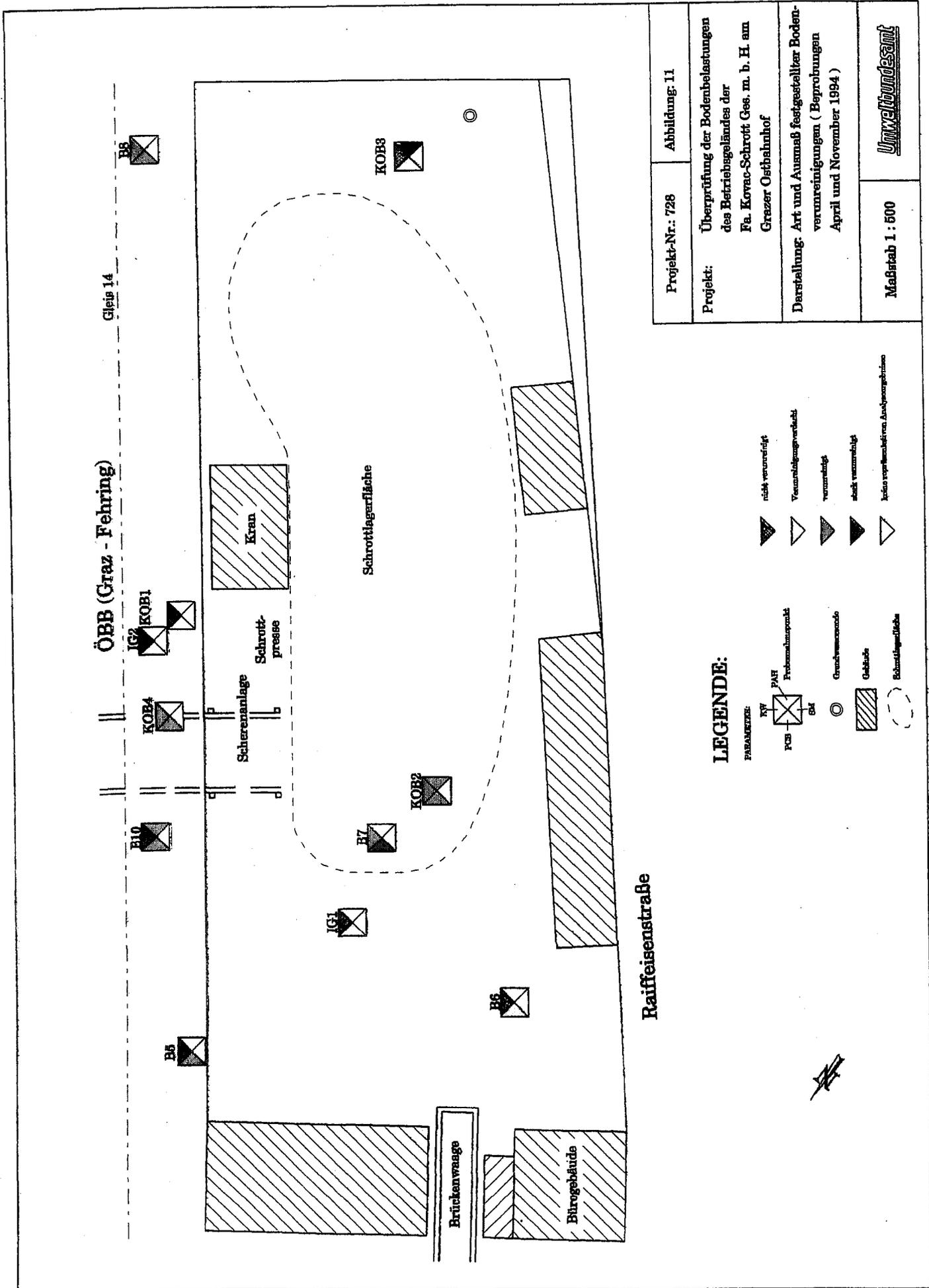
Südöstlicher Betriebsbereich

Da in diesem Bereich nur Analysenergebnisse einer oberflächennahen Bodenprobe vorhanden sind, können keine Aussagen über die vertikale Ausdehnung der Verunreinigung gemacht werden.

Geländestreifen ÖBB-Gleis 14

Aufgrund der Ergebnisse der Analysen der Bodenproben an den Probenahmepunkten IG2 und KOB1 ist davon auszugehen, daß die Mineralölverunreinigungen (KW > 1.000 mg/kg TS) des Bodens zumindest in Teilbereichen des Geländestreifens am ÖBB-Gleis 14 (z.B. Scherenanlage) bis in 2 m Tiefe reichen. Die Ergebnisse der Analysen von Eluaten an den Probenahmepunkten IG2 und KOB1 zeigen außerdem, daß eine Auswaschung von Kohlenwasserstoffen stattfindet. An vier von fünf analysierten Proben bis in 2 m Tiefe konnten im Eluat stark erhöhte Gehalte an Kohlenwasserstoffen (KW > 1,0 mg/l) nachgewiesen werden. An den Probenahmepunkten KOB1 und KOB4 konnten außerdem noch an Proben in der Tiefenstufe 3 bis 4 m Kohlenwasserstoffe in erhöhten Konzentrationen (> 0,1 mg/l) beobachtet werden.

Der Verunreinigungsverdacht in Zusammenhang mit Schwermetallen ist aufgrund der Tatsache, daß in den Eluaten tiefergelegener Bodenproben (unter 0,30 m) keine erhöhten Konzentrationen zu beobachten waren, auf die oberflächennahen Bodenschichten zu beschränken.



Projekt-Nr.: 728	Abbildung: 11
Projekt: Überprüfung der Bodenbelastungen des Betriebsgeländes der Fa. Kovac-Schrott Ges. m. b. H. am Grazer Ostbahnhof	
Darstellung: Art und Ausmaß festgestellter Bodenverunreinigungen (Beprobungen April und November 1994)	
Maßstab 1 : 500	

LEGENDE:

- PARAMETER:
- NY
 - PAH
 - PCB
 - GM
 - Problemnahpunkt
 - Grundwasserprobe
 - Gebäude
 - Schrottlagerfläche
- Contamination levels:
- nicht verunreinigt
 - Verunreinigungswert
 - verunreinigt
 - stark verunreinigt
 - keine weitere Maßnahmen Analyseergebnisse

7 Vorschläge des Umweltbundesamtes zum weiteren Vorgehen - notwendige Maßnahmen

Aufgrund der im Kapitel 6 zusammenfassend beurteilten Untersuchungsergebnisse ergibt sich, daß zumindest im Bereich der Schrottlagerfläche und des Geländestreifens entlang des ÖBB-Geländes 14 eine Bodenverunreinigung gegeben ist, deren Behandlung (Sanierung) zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Umwelt und des Naturhaushaltes notwendig ist. Neben Maßnahmen zur Sanierung verunreinigter Bodenschichten (sh. Kap. 7.1) ist die Durchführung einer Grundwasserbeweissicherung (sh. Kap 7.2) notwendig.

7.1 Bodensanierung

Das Umweltbundesamt empfiehlt die Durchführung folgender Maßnahmen:

Nordwestlicher Betriebsbereich

Da Hinweise auf Verunreinigungen in tieferen Bodenschichten bestehen, wäre eine Durchführung weiterer Beprobungen zur Klärung des Sachverhaltes notwendig. Es sollte zumindest an zwei weiteren Probenahmepunkten eine tiefengestaffelte Beprobung (je eine Bodenprobe je Tiefenmeter ab 1 m Tiefe) bis mindestens 4 m Tiefe stattfinden. Die Bodenproben sollten auf die Parameter Kohlenwasserstoffe und PCB untersucht werden. Zusätzlich sollten Eluate der Bodenproben auf den Parameter Kohlenwasserstoffe untersucht werden.

Schrottlagerfläche

Aufgrund der derzeit vorliegenden Untersuchungsergebnisse wird vorgeschlagen, jedenfalls die oberflächennahen Bodenschichten bis in 0,5 m Tiefe zu sanieren. Da der Großteil der Schrottlagerfläche aufgrund der aktuell bestehenden Schrottlagerung einer Beprobung nicht zugänglich ist, sollten im Zuge der Sanierung die tieferliegenden Bodenschichten (0,5 bis 4 m) rasterförmig beprobt werden (z.B. 10 m Raster). Die Bodenproben sollten auf die Parameter Kohlenwasserstoffe und PCB untersucht werden. Zusätzlich sollten Eluate der Bodenproben auf den Parameter Kohlenwasserstoffe untersucht werden. Zur Abgrenzung sanierungsbedürftiger Bodenbereiche können folgende Konzentrationen der Leitparameter der Verunreinigungen herangezogen werden:

- Boden:	Kohlenwasserstoffe	1.000 mg/kg TS
	PCB	1 mg/kg TS
- Eluat:	Kohlenwasserstoffe	0,2 mg/l

Südöstlicher Betriebsbereich

Da in einem Probenahmepunkt Verunreinigungen nachgewiesen wurden, sollten weitere Untersuchungen zur Abgrenzung (horizontal und vertikal) der Verunreinigungen durchgeführt werden. Es sollten an einem Probenahmepunkt in der Nähe des Probenahmepunktes KOB3 und an zwei weiteren Probenahmepunkten tiefengestaffelt Bodenproben genommen werden. An den oberflächennahen Bodenproben sollten die Gehalte an Kohlenwasserstoffen, PCB, PAH und Schwermetallen festgestellt werden. Bodenproben aus Tiefen unterhalb von 0,5 m sollten zumindest in ähnlicher Weise untersucht werden, wie die Bodenproben aus dem Bereich der Schrottlagerfläche (Boden: Kohlenwasserstoffe und PCB; Eluat: Kohlenwasserstoffe).

Geländestreifen entlang des ÖBB-Gleises 14

Aufgrund der derzeit vorliegenden Untersuchungsergebnisse wird eine ähnliche Vorgangsweise wie im Bereich der Schrottlagerfläche vorgeschlagen, wobei im Bereich der Scherenanlage (Probenahmpunkt B7 bis südlich des stationären Kranes) eine Sanierung der Bodenschichten bis 2 m Tiefe stattfinden sollte.

7.2 Grundwasserbeweissicherung

Aufgrund der festgestellten Bodenverunreinigungen besteht die Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers. Es sind deshalb Untersuchungen des Grundwassers notwendig. Die Beweissicherung des Grundwassers sollte in folgender Form durchgeführt werden:

- Erhebung von Grundwasserentnahmestellen in der Umgebung (bis zu 500 m)
- Einmessung der Grundwasserstände an ausgewählten Grundwasserentnahmestellen zur Feststellung der lokalen Grundwasserfließverhältnisse
- Positionierung von drei weiteren Grundwassersonden im An- und Abstrom des Betriebsareales unter Beachtung der Ausführungen in Kapitel 2.4 sowie der festgestellten lokalen Grundwasserfließverhältnisse (1 Sonde im Grundwasseranstrom z.B. Nordosteck des Betriebsareales; 2 Sonden im Grundwasserabstrom des Betriebsareales z.B. Südosteck des Betriebsareales und in der Mitte der südwestlichen Betriebsgrenze)
- Herstellung der Grundwassersonden unter Beachtung des DVGW-Merkblattes W 121 "Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen" und des ÖWAV-Regelblattes 208 "Bohrungen zur Grundwassererkundung"
- Errichtung der Grundwassersonden mit einem Mindestdurchmesser von 125 mm bis zum Grundwasserstauer
- Vierteljährliche Beprobung der bestehenden und der drei neu errichteten Grundwassersonden (Pumpproben mit Mindestentnahme des doppelten Sondenvolumens bzw. bis zur Einstellung der Leitfähigkeitskonstanz) über den Zeitraum eines Jahres
- Einmessung der Grundwasserstände vor der Probenahme zur Feststellung der aktuellen Grundwasserfließverhältnisse
- Die Behandlung und Untersuchung der Grundwasserproben hat entsprechend der Anlage B der Wassergüte-Erhebungsverordnung (BGBl. 338/91) zu erfolgen. Als Parameter sind der Parameterblock 1 und folgende ausgewählte Parameter der Parameterblöcke 2 und 3 der Wassergüte-Erhebungsverordnung (BGBl. 338/91) vorzusehen:
 - AOX, Summe der Kohlenwasserstoffe (aliphatische), Phenolindex
 - Metalle (gelöst): Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink
 - Summe nachstehender leichtflüchtiger Halogenkohlenwasserstoffe mit Angabe der Einzelsubstanzen: Trichlorethen, Tetrachlorethen, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlormethan, Tetrachlormethan, 1,1-Dichlorethen, 1,2-Dichlorethan
 - Benzol, Ethylbenzol, Toluol, Xylol
 - Polychlorierte Bi- und Terphenyle (PCB)
 - Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

Aufgrund der Ergebnisse der ersten beiden Beprobungen des Grundwassers kann der Parameterumfang für die weiteren Beprobungsdurchgänge gegebenenfalls reduziert werden (z.B. Schwermetalle, PCB und PAH). Die erste Probenahme sollte soweit möglich vor Beginn der Bodensanierung erfolgen.

8 Verwendete Unterlagen

- [1] AWG: Abfallwirtschaftsgesetz, BGBl. 325/1990 i.d.g.F
- [2] Berliner Liste - Amtsblatt für Berlin, Jg. 40 Nr. 65 (AfB, 1990): Bewertungskriterien für die Beurteilung kontaminierter Standorte in Berlin; Berlin 1990
- [3] EWERS, U., VIERECK-GÖTTE, L. (1993): Ableitung von wissenschaftlich begründeten nutzungs- und schutzgutbezogenen Prüfwerten für Bodenverunreinigungen; Gelsenkirchen, im Dezember 1993
- [4] EWERS, U., VIERECK-GÖTTE, L. (1993): Ableitung und Begründung von wissenschaftlich begründeten nutzungs- und schutzgutbezogenen Prüfwerten für Bodenverunreinigungen; Altlasten-Spektrum 4/94
- [5] FISCHER, B., KÖCHLING, P. (1994): Praxisratgeber Altlastensanierung; Augsburg, Dezember 1994
- [6] Geotechnisches Institut Bern (1979): Bericht Wasserwerk Feldkirchen, Hydrogeologie I (im Auftrag der Grazer Stadtwerke, unveröffentlicht)
- [7] Geotechnisches Institut Bern (1981): Bericht Wasserwerk Feldkirchen, Hydrogeologie II (im Auftrag der Grazer Stadtwerke, unveröffentlicht)
- [8] HINZ, E., HOPPE, J. (1993): Die neuen vorgeschlagenen C-Prüfwerte der "Holland-Liste" - Kommentierung aus der Sicht der umweltgeologischen Praxis; altlasten-spektrum 3/93
- [9] KAMPE, W. (1987): Chlorkohlenwasserstoffe und polychlorierte Biphenyle in Ackerböden von Rheinland-Pfalz und des Saarlandes. Wissenschaft und Umwelt, 3/1987, 143-147
- [10] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA, 1991), Hrsg.: Informationsschrift Altablagerungen und Altlasten; Berlin 1991
- [11] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, 1994), Hrsg.: Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden - Stuttgart, 1994
- [12] Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Niederlande (VROM-NL, 1988): Leidrad Bodensanering, Deel II, Technisch-Inhondelijk Deel - Afl. 4.- 's-Gravenhage: Sdu uitgeverij.- (auch in deutscher Übersetzung im Auftrag des BMU: Leitfaden Bodensanierung, Teil 2. - Bonn: BMU).
- [13] ÖNORM L 1075: Anorganische Schadelemente in landwirtschaftlich und gärtnerische genutzten Böden, Ausgewählte Richtwerte; Wien, 1. Juni 1993
- [14] ÖNORM S 2072: Eluatklassen (Gefährdungspotential von Abfällen; Wien, 1. November 1990
- [15] OTT, R., SCHICKOR, G.: Quantifizierung der Ausbreitung von leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen (CKW) im Grundwasser mit Hilfe eines numerischen Modells, erläutert am Beispiel des Grazerr Feldes; Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, 41; S 149-178; Graz 1990
- [16] PREUSS, E.; KLÄSCHEN, G. (1994): PAK-Profile zur Ursachenermittlung bei Bodenbelastungen. Wasser & Boden, 1/1994, 30-34
- [17] Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (RSU, 1989): Sondergutachten Altlasten; Wiesbaden 1989
- [18] RIPPEN - Handbuch Umweltchemikalien - 8. Erg.Lfg. 10/90 (1990): Altlastenanalytik

-
- [19] Umweltbundesamt (UBA, 1992): Bericht über die Umweltsituation an ausgewählten langjährigen Industriestandorten, Wien, September 1992
- [20] UM-BW (1993), Umweltministerium Baden-Württemberg: Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen; Stuttgart, 16. September 1993
- [21] VROM-NL (1994): Neue Interventions- und Referenzwerte in den Niederlanden; TerraTech 6/1994
- [22] WEISS, P.; RISS, A.; GSCHEIDER, E.; SCHENTZ, H. (1994): Investigation of heavy metal, PAH, PCB Patterns and PCSS/F Profiles of soil samples from an industrialized urban area (Linz, Upper Austria) with multivariate statistical methods. Chemosphere, Vol. 29, Nos. 9-11, 2223-2236
- [23] WITTE, H.; LANGENOHL, T.; OFFENBÄCHER, G. (1989): Untersuchungen zum Eintrag von organischen Schadstoffen in Boden und Pflanze durch die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung. Umweltbundesamt Texte 26/89, Berlin

Anhang

Prüfbericht-Nr. 9502/001

**Überprüfung der Bodenbelastungen des
Betriebsgeländes der Fa. Kovac-Schrott Ges.m.b.H
am Grazer Bahnhof**

Prüfbericht -Nr. 9502/001

Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

INHALTSVERZEICHNIS

1.	AUFTRAGGEBER	3
2.	BESCHREIBUNG UND BEZEICHNUNG DER PROBEN.....	3
2.1.	Probenahme.....	3
2.2.	Probeneingangsdatum	3
2.3.	Beschreibung der überbrachten 12 Frischproben (vor Siebung).....	3
3.	ANALYSEN.....	4
3.1.	Analysenauftrag	4
3.2.	Analysenzeitraum	4
3.3.	Analysenschema	4
4.	PRÜFERGEBNISSE	5
4.1.	Wassergehalt der Böden.....	5
4.2.	Summe der Kohlenwasserstoffe (KW) in Böden und Eluaten	6
4.3.	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	8
4.4.	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH).....	10
4.5.	Benzol, Toluol, Xylole und Ethylbenzol (BTEX).....	12
4.6.	Schwermetalle Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Blei, Zink (SM)	12
5.	PRÜFVERFAHREN	13
5.1.	Aufteilung des Probenmaterials.....	13
5.2.	Methoden für Bodenuntersuchungen	14
5.2.1.	Bestimmung des Wassergehaltes	14
5.2.2.	Summe der Kohlenwasserstoffe (KW).....	14
5.2.3.	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	14
5.2.4.	Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH).....	16
5.2.5.	Benzol, Toluol, o-Xylol, Summe p,m-Xylole und Ethylbenzol (BTEX).....	18
5.2.6.	Schwermetalle (SM)	19
5.3.	Methoden für Eluatuntersuchungen.....	22
5.3.1.	Summe der Kohlenwasserstoffe (KW) im Eluat.....	23
5.3.2.	Schwermetalle (SM) im Eluat	22

1. AUFTRAGGEBER

Dietmar Müller
 Gruppe IV/ Abteilung Altlasten
 Umweltbundesamt - im Hause

Die Analytik umfaßt gemäß Auftrag die Untersuchung von 12 Bodenproben und deren Wassereleuat auf die Summe der Kohlenwasserstoffe (KW) und teilweise auf Polychlorierte Biphenyle (PCB), Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol (BTEX), Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) und Schwermetalle (SM).

2. BESCHREIBUNG UND BEZEICHNUNG DER PROBEN

2.1. Probenahme

Die Entnahme der Bodenproben erfolgte durch die Firma Harress Pickel Consult im Auftrag des MA Graz im Beisein eines Mitarbeiters der Abteilung Altlasten am 28.11.1994. Dem Labor wurden von vier verschiedenen Probenahmestellen zwölf Proben übergeben.

2.2. Probeneingangsdatum

30. November 1994

2.3. Beschreibung der überbrachten 12 Frischproben (vor Siebung)

Bezeichnung der Probe	Probe mit Labor-Nr.	Menge Frischprobe in g	Beschreibung aller Proben
KOB/1/0,00-0,30	B 94 11 2443	280	Steine, Kies, sandig
KOB/1/0,30-0,80	B 94 11 2444	360	Kies, sandig, steinig, KW-Geruch
KOB/1/1,40-2,00	B 94 11 2445	450	Sand, Kies, Ziegelbruchstücke, erdfeucht
KOB/1/3,20-4,00	B 94 11 2446	800	Sand, rostbraun mit Ziegelstücke, Schlacke
KOB/2/0,00-0,35	B 94 11 2447	930	Kies, Sand, nass, schwarz
KOB/2/0,35-1,10	B 94 11 2448	880	Sand, kiesig, braun, kein KW-Geruch
KOB/2/1,30-2,00	B 94 11 2449	700	Sand, Kies, schluffig, erdfeucht, Ziegel
KOB/3/0,15-0,50	B 94 11 2450	460	Sand, schluffig, kiesig, erdfeucht, Bauschuttmat.
KOB/4/0,00-0,40	B 94 11 2451	765	Sand, kiesig, Steine, Schlackenstücke
KOB/4/0,40-1,10	B 94 11 2452	640	Sand, Kies, auffälliger Geruch
KOB/4/1,20-2,00	B 94 11 2453	950	Sand, Kies, gering schluffig, schwarz, locker
KOB/4/3,50-3,90	B 94 11 2454	520	Sand / Feinsand, schluffig, braun

3. ANALYSEN

3.1. Analysenauftrag

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick, welche Parameter aufgrund des Auftrages und aufgrund der geringen überbrachten Probenmenge unter Berücksichtigung der Prioritätenreihung (KW, PCB, PAH, BTEX, SM) in den einzelnen Proben zu analysieren waren:

Bezeichnung der Probe	Probe mit Labor-Nr.	KW Boden	PCB Boden	PAH Boden	BTEX Boden	SM Boden	SM Eluat	KW Eluat
KOB/1/0,00-0,30	B9411 2443	X	--	--	--	--	--	X
KOB/1/0,30-0,80	B9411 2444	X	--	--	--	--	X	X
KOB/1/1,40-2,00	B9411 2445	X	--	--	--	--	X	X
KOB/1/3,20-4,00	B9411 2446	X	X	--	--	--	X	X
KOB/2/0,00-0,35	B9411 2447	X	X	X	--	--	--	X
KOB/2/0,35-1,10	B9411 2448	X	X	--	--	--	X	X
KOB/2/1,30-2,00	B9411 2449	X	X	--	--	--	X	X
KOB/3/0,15-0,50	B9411 2450	X	X	X	X	X	--	X
KOB/4/0,00-0,40	B9411 2451	X	X	X	--	--	--	X
KOB/4/0,40-1,10	B9411 2452	X	--	--	--	--	X	X
KOB/4/1,20-2,00	B9411 2453	X	X	--	--	--	X	X
KOB/4/3,50-3,90	B9411 2454	X	--	--	--	--	X	X

3.2. Analysenzeitraum

Dezember 1994 bis Februar 1995

3.3. Analysenschema

Analysenschema für die Bestimmung der Parameter in Böden:

- * Schrittweises Sieben von 12 überbrachten Frischproben auf eine Korngröße kleiner 10 mm und 2mm (Stahlsieb)
- * Bestimmung von KW und BTEX aus Frischproben (Korngröße < 2 mm)
- * Lyophilisieren der verbleibenden Frischproben (Korngröße < 2 mm)
- * Analytik der lyophilisierten Proben auf PCB, PAH, Schwermetalle
- * Wassergehaltbestimmung bei 105°C der Frischproben (Korngröße < 2 mm)
- * Bestimmung des Trockenverlustes beim Lyophilisieren

Analysenschema für die Bestimmung der Parameter in Eluaten:

- * Entnahme der Teilproben für die Eluate aus den Frischprobenfraktionen (8 Proben mit einer Korngröße < 10 mm, 4 Proben mit einer Korngröße zwischen 10 mm und 2 mm; siehe 4.2 und 5.1)
- * Nach Wasserauszug Untersuchung auf KW und Schwermetalle
- * Wassergehaltbestimmung bei 105°C der Frischproben (Korngröße zwischen 10 und 2mm)

4. PRÜFERGEBNISSE

Sämtliche Analysenergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.
Alle Angaben wurden auf die Trockensubstanz bei 105°C (TS) bezogen.

Der Variationskoeffizient wurde - wenn nötig - bei den einzelnen Ergebnissen angegeben.
 Variationskoeffizient in % = (Standardabweichung von n-Meßwerten : Mittelwert von n- Messungen x 100).

4.1. Wassergehalt der Böden

Probe mit Bezeichnung	Probe mit Labor-Nr.	Frakt. < 10mm 105° C	Frakt. 10-2mm 105° C	Frakt. < 2 mm 105° C
KOB/1/0,00-0,30	B94 11 2443	--	4%	11,22%
KOB/1/0,30-0,80	B94 11 2444	13,08%	--	15,16%
KOB/1/1,40-2,00	B94 11 2445	14,74%	--	17,06%
KOB/1/3,20-4,00	B94 11 2446	20,45%	--	22,49%
KOB/2/0,00-0,35	B94 11 2447	--	6,69%	12,54%
KOB/2/0,35-1,10	B94 11 2448	10,20%	--	12,98%
KOB/2/1,30-2,00	B94 11 2449	17,97%	--	15,67%
KOB/3/0,15-0,50	B94 11 2450	--	10,06%	25,12%
KOB/4/0,00-0,40	B94 11 2451	--	6,01%	12,03%
KOB/4/0,40-1,10	B94 11 2452	13,20%	--	17,01%
KOB/4/1,20-2,00	B94 11 2453	15,61%	--	18,20%
KOB/4/3,50-3,90	B94 11 2454	18,06%	--	20,05%

4.2. Summe der Kohlenwasserstoffe (KW) in Böden und Eluaten

Bestimmungsgrenze: Boden 200 mg/kg TS; Eluat 0,4 mg/l

Nachweisgrenze: Boden 70 mg/kg TS; Eluat 0,1 mg/l

Probe mit Bezeichnung	Probe mit Labor-Nr.	KW/Boden mg/ kg TS Fraktion < 2mm	KW/Eluat mg/l Fraktion < 10 mm
KOB/1/0,00-0,30	B94 11 2443	20371 (± 6%)	1,35°
KOB/1/0,30-0,80	B94 11 2444	6658 (± 7%)	nicht auswertbar*
KOB/1/1,40-2,00	B94 11 2445	1781 (± 5%)	1,03
KOB/1/3,20-4,00	B94 11 2446	n.n.	<0,4
KOB/2/0,00-0,35	B94 11 2447	2077 (± 8%)	0,98°
KOB/2/0,35-1,10	B94 11 2448	n.n.	<0,4
KOB/2/1,30-2,00	B94 11 2449	n.n.	<0,4
KOB/3/0,15-0,50	B94 11 2450	<200	<0,4°
KOB/4/0,00-0,40	B94 11 2451	2226 (± 3%)	0,57°
KOB/4/0,40-1,10	B94 11 2452	<200	<0,4
KOB/4/1,20-2,00	B94 11 2453	<200	<0,4
KOB/4/3,50-3,90	B94 11 2454	n.n.	<0,4

(± %) = Variationskoeffizient in %

* = nicht auswertbar, da die Probe zu inhomogen ist

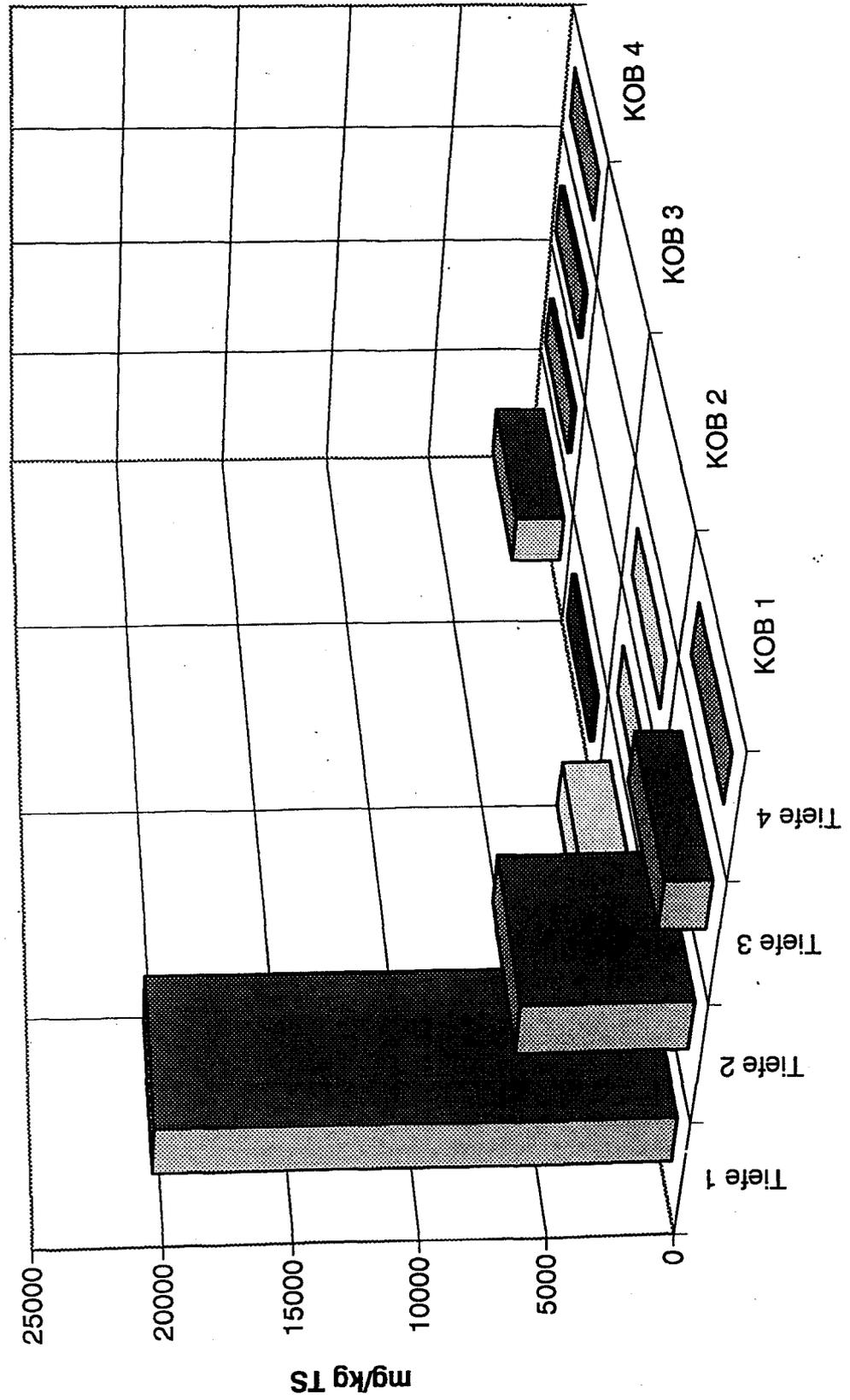
° = Fraktion < 10 und > 2 mm

Weiters wurden die Proben B94 11 2443, B94 11 2445, B94 11 2447, B94 11 2450, B94 11 2451, B94 11 2452, B94 11 2453 und B94 11 2454 auf nachträglichen Wunsch des Auftraggebers auch auf das Vorhandensein von Petrolether untersucht. Mittels Screening (GC-MSD, Headspace) wurde festgestellt, daß in den Proben B94 11 2450, B94 11 2452, B94 11 2453 und B94 11 2454 der Gehalt an Petrolether unter 10 mg KW /kg TS liegt, in den Proben B94 11 2443, B94 11 2445, B94 11 2447 und B94 11 2451 unter 100 mg KW /kg TS liegt.

Im folgenden Diagramm werden die Gehalte an Kohlenwasserstoffen der einzelnen Proben gegenübergestellt, wobei die oberflächennächste Probe jeder Probenahmestelle als Tiefe 1 bezeichnet wird.

Summe der Kohlenwasserstoffe in Böden

Tiefenprofile

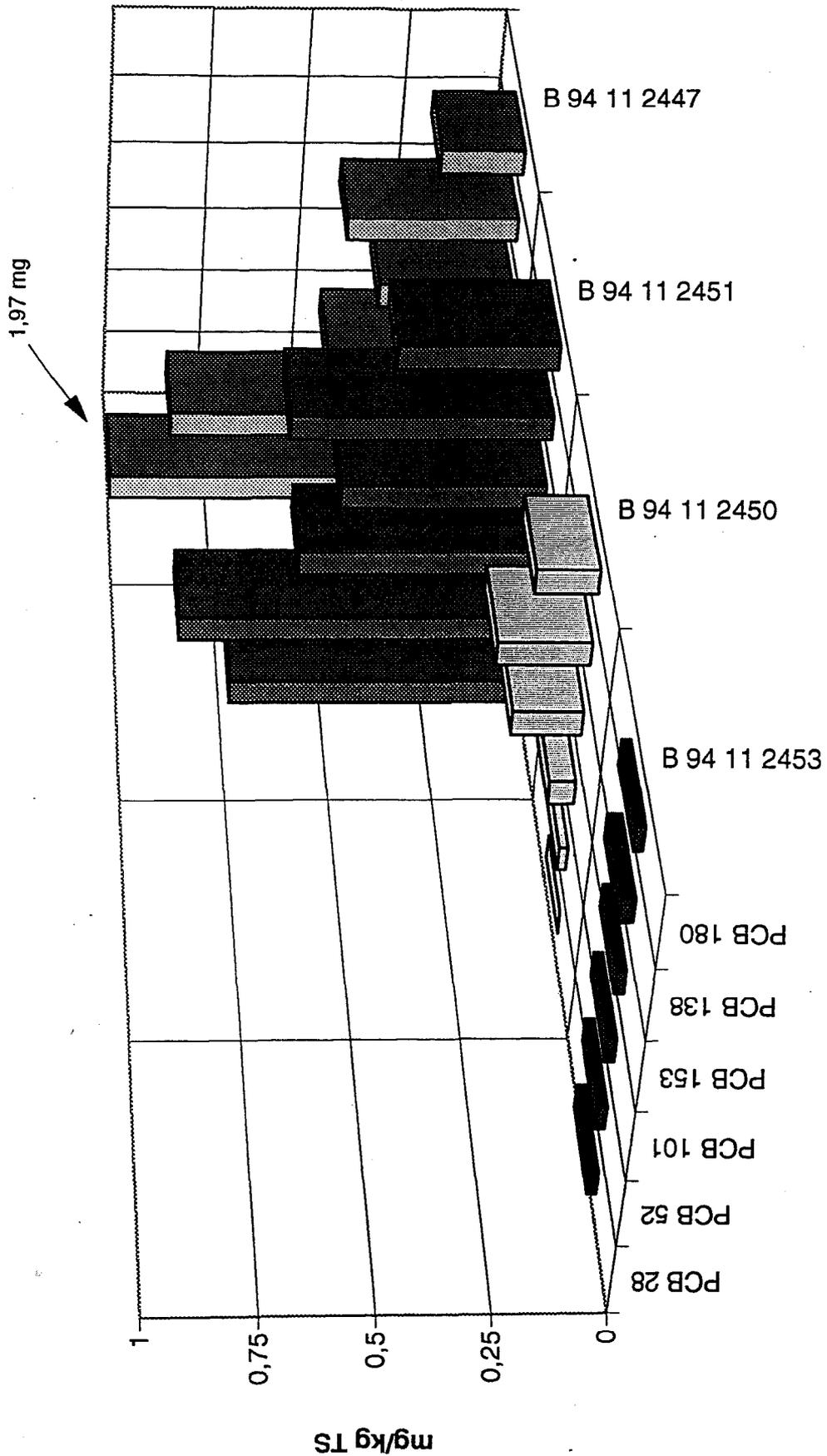


4.3. Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Ergebnisse angegeben als Mittelwert der n-Aufarbeitungen in mg/kg TS

Labornummer Bezeichnung	B94 11 2446 KOB/1,3,20-4,00	B94 11 2447 KOB/2,0,00-0,35	B94 11 2448 KOB/2,0,35-1,10	B94 11 2449 KOB/2,1,30-2,00	B94 11 2450 KOB/3,0,15-0,50	B94 11 2451 KOB/4,0,00-0,40	B94 11 2453 KOB/4,1,20-2,00
Mittelwert aus n-Einzelansätzen	n=1	n=2	n=1	n=2	n=3	n=3	n=2
PCB 28*	< 0,01	1,97	< 0,01	0,01	0,01	0,77	0,02
PCB 52*	< 0,01	0,91	< 0,01	0,01	0,02	0,92	0,02
PCB 101*	< 0,01	0,49	< 0,01	< 0,01	0,06	0,62	0,02
PCB 81	n.n.						
PCB 77	n.n.						
PCB 153*	< 0,01	0,36	< 0,01	< 0,01	0,16	0,52	0,02
PCB 138*	< 0,01	0,46	< 0,01	0,01	0,21	0,66	0,03
PCB 126	n.n.						
PCB 180*	< 0,01	0,23	< 0,01	< 0,01	0,14	0,4	0,02
PCB 169	< 0,01	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe 6 Ballschmitter* [mg/kg TS]	< 0,1	4,42	< 0,1	< 0,1	0,6	3,89	0,13
Variationskoeffizient in %	-	±23%	-	-	±31%	±17%	±17%

Verteilungsmuster PCB



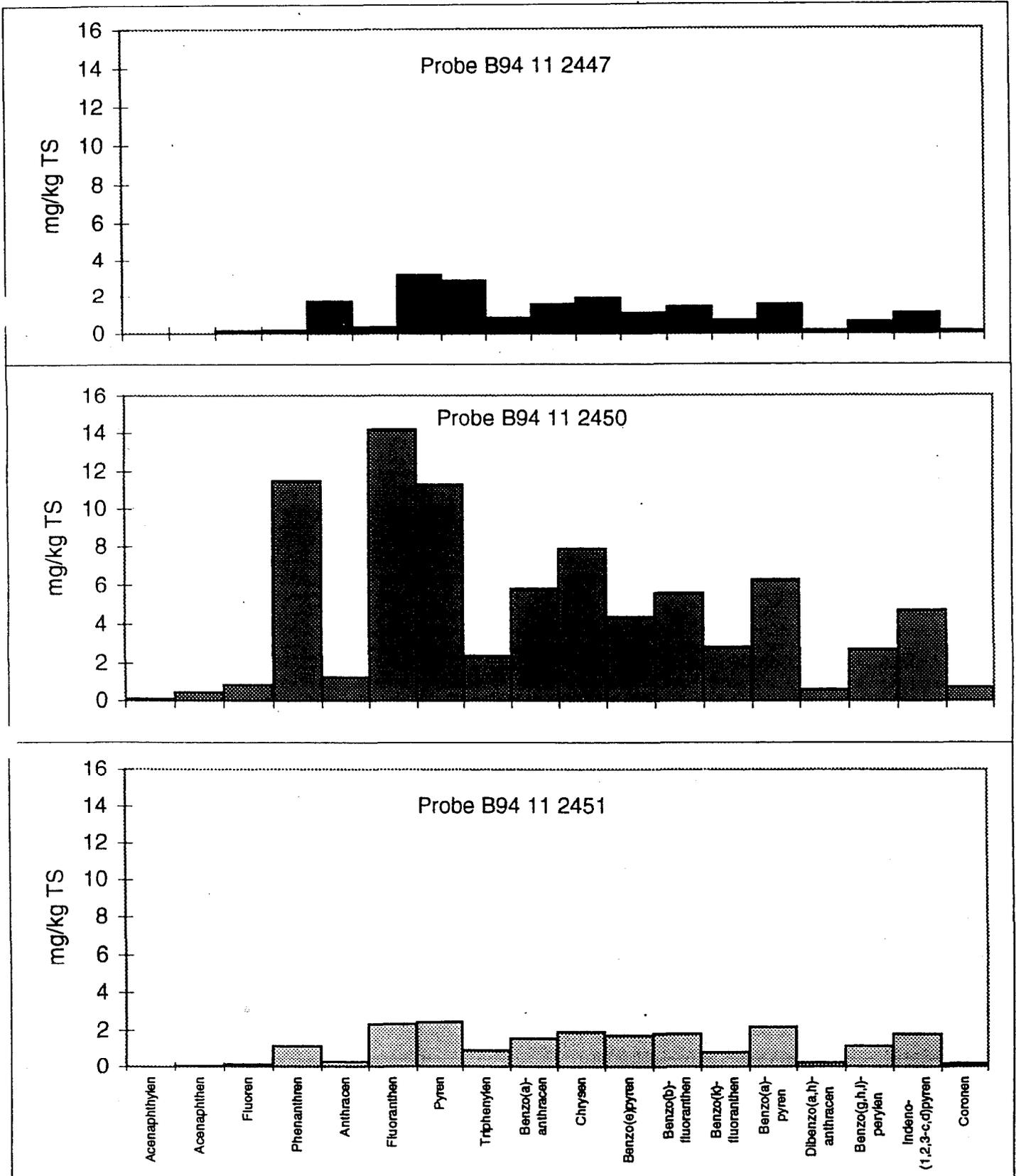
4.4. Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

Ergebnisse angegeben als Mittelwert der n-Aufarbeitungen in mg/kg TS

Probe m. Bezeichnung			KOB/2/0,00-0,35	KOB/3/0,15-0,50	KOB/4/0,00-0,40
Probe mit Labor-Nr.			B94 11 2447	B94 11 2450	B94 11 2451
Mittelwert aus n-Einzelansätzen			n = 3	n = 2	n = 2
	EPA-PAH	DIN-PAH	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Acenaphthylen	X		n.n.	0,108	n.n.
Acenaphthen	X		0,138	0,423	0,051
Fluoren	X		0,157	0,818	0,119
Phenanthren	X		1,68	11,5	1,15
Anthracen	X		0,331	1,25	0,280
Fluoranthen	X	X	3,16	14,2	2,34
Pyren	X		2,85	11,3	2,42
Triphenylen			0,813	2,37	0,929
Benzo(a)anthracen	X		1,52	5,81	1,57
Chrysen	X		1,89	7,87	1,92
Benzo(e)pyren			1,05	4,37	1,71
Benzo(b)fluoranthen	X	X	1,36	5,59	1,82
Benzo(k)fluoranthen	X	X	0,660	2,81	0,826
Benzo(a)pyren	X	X	1,48	6,30	2,15
Dibenzo(a,h)anthracen	X		0,141	0,572	0,230
Benzo(g,h,i)perylene	X	X	0,594	2,69	1,16
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	X	X	1,04	4,71	1,79
Coronen			0,120	0,687	0,176
Summe PAH			19,0 (± 6%)	83,4 (± 3%)	20,6 (± 13%)
Summe PAH (EPA)			17,0 (± 6%)	76,0 (± 3%)	17,8 (± 13%)
Summe PAH (DIN)			8,29 (± 6%)	36,3 (± 2%)	10,1 (± 14%)

(± %) = Variationskoeffizient in %

Verteilungsmuster PAH



4.5. Benzol, Toluol, Xylole und Ethylbenzol (BTEX)

Ergebnisse angegeben als Mittelwert von drei Bestimmungen in µg/kg TS

Probe mit Bezeichnung	Probe mit Labornr.	Benzol µg/kg TS	Toluol µg/kg TS	o-Xylol µg/kg TS	m-,p-Xylol µg/kg TS	Ethylbenzol µg/kg TS
KOB/3/0,15-0,50	B 94 11 2450	<1	<1	1,17 (± 11%)	2,44 (± 22%)	5,4 (± 20%)

(± %) = Variationskoeffizient in %

Zusätzlich zum Auftrag wurden - soweit noch Probenmaterial vorhanden war - auch von den folgenden acht Proben BTEX-Einzelbestimmungen durchgeführt:

Probe mit Bezeichnung	Probe mit Labornr.	Benzol µg/kg TS	Toluol µg/kg TS	o-Xylol µg/kg TS	m-,p-Xylol µg/kg TS	Ethylbenzol µg/kg TS
KOB/1/0,00-0,30	B 94 11 2443	<1	13,2	41,4	69,0	85,2
KOB/1/0,30-0,80	B 94 11 2444	8,6	36,7	18,6	50,4	86,8
KOB/1/0,40-2,00	B 94 11 2445	1,1	23,1	30,9	103,7	86,4
KOB/2/0,00-0,35	B 94 11 2447	2,1	2,1	17,5	46,8	39,2
KOB/4/0,00-0,40	B 94 11 2451	25,6	96,6	108,4	>300	>300
KOB/4/0,40-1,10	B 94 11 2452	3,0	19,9	5,3	14,8	23,5
KOB/4/1,20-2,00	B 94 11 2453	<1	5,3	5,7	37,2	100,9
KOB/4/3,50-3,90	B 94 11 2454	n.n.	<1	1,0	1,9	<1

4.6. Schwermetalle Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Blei, Zink (SM)

Eluatanalysen:

Probe mit Bezeichnung	Probe mit Labor-Nr.	Cd µg/l	Cr* µg/l	Cu µg/l	Hg µg/l	Ni* µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l
KOB/1/0,30-0,80	B9411 2444	<0,05	0,7	4,5	<0,1	1,6	1,2	7
KOB/1/1,40-2,00	B9411 2445	<0,05	0,9	3,6	<0,1	<1,0	1,4	6
KOB/1/3,20-4,00	B9411 2446	<0,05	3,1	4,9	<0,1	<1,0	<1,0	14
KOB/2/0,35-1,10	B9411 2448	<0,05	1,0	5,8	<0,1	<1,0	1,5	<5
KOB/2/1,30-2,00	B9411 2449	<0,05	0,7	2,0	<0,1	<1,0	<1,0	<5
KOB/4/0,40-1,10	B9411 2452	<0,05	2,6	5,8	<0,1	<1,0	1,8	5
KOB/4/1,20-2,00	B9411 2453	<0,05	2,2	9,8	<0,1	1,0	5,8	15
KOB/4/3,50-3,90	B9411 2454	<0,05	0,7	2,9	<0,1	<1,0	<1,0	<5

Bodenanalyse:

Probe mit Bezeichnung	Probe mit Labor-Nr.	Cd mg/kg TS	Cr* mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Hg mg/kg TS	Ni* mg/kg TS	Pb mg/kg TS	Zn mg/kg TS
KOB/3/0,15-0,50	B9411 2450	1,37	81,6	169	0,55	60,6	266	683

* = Siebung mit Stahlsieb in Absprache mit dem Auftraggeber

5. PRÜFVERFAHREN

5.1. Aufteilung des Probenmaterials

Große Unterschiede bei den einzelnen Probenmengen machten eine differenzierte Vorgangsweise unter Absprache mit dem Auftraggeber bei der Aufarbeitung der einzelnen Proben erforderlich. Die Mengenverteilung der Frischprobenfraktionen ist in der folgenden Tabelle ersichtlich.

Probe mit Bezeichnung	Probe mit Labor-Nr.	Menge über- brachte Frisch- probe in g	Menge/Frischpr. Frakt. <10 mm in g	Menge/Frischpr. Frakt. <10 und >2mm in g	Menge/Frischpr. Frakt. < 2mm in g
KOB/1/0,00-0,30	B94 11 2443	280	--	73	74
KOB/1/0,30-0,80	B94 11 2444	360	102	50	92
KOB/1/1,40-2,00	B94 11 2445	450	101	80	95
KOB/1/3,20-4,00	B94 11 2446	800	116	173	178
KOB/2/0,00-0,35	B94 11 2447	930	--	341	188
KOB/2/0,35-1,10	B94 11 2448	880	218	191	170
KOB/2/1,30-2,00	B94 11 2449	700	133	299	157
KOB/3/0,15-0,50	B94 11 2450	460	--	49	308
KOB/4/0,00-0,40	B94 11 2451	765	--	210	196
KOB/4/0,40-1,10	B94 11 2452	640	168	109	91
KOB/4/1,20-2,00	B94 11 2453	950	83	348	157
KOB/4/3,50-3,90	B94 11 2454	520	173	37	93

5.2. Methoden für Bodenuntersuchungen

5.2.1. Bestimmung des Wassergehaltes

Gemäß ÖNORM M 6270; Bestimmung des Wassergehaltes bei 105°C mit IR-Trockner Thermo Control YTC 01 L. der Fa. Sartorius.

5.2.2. Summe der Kohlenwasserstoffe

Probenvorbereitung:

20g der feuchten Probe (Korngröße < 2mm) werden eingewogen, mit 1ml 25% Salzsäure und 20g Magnesiumsulfat-Hydrat als Trocknungsmittel versetzt. Die so behandelte Probe wird in einer Glasfaserhülse vier Stunden lang mit einer Soxhletapparatur mit 1,1,2-Trichlortrifluorethan (in Folge TTE genannt) extrahiert. Der Extrakt wird in einen 250ml Meßkolben überführt und auf 250ml aufgefüllt. Sodann wird er einer IR-Messung zugeführt. Ist die ermittelte Konzentration an Kohlenwasserstoffen (bezogen auf Squalan) in einem Extrakt größer als die Bestimmungsgrenze, werden 50ml desselben Extraktes über eine Aluminiumoxidsäule (2g) gereinigt - um lipophile Stoffe abzutrennen - und erneut einer IR-Messung zugeführt.

Analytik gemäß ÖNORM M 6608 -1

Sämtliche Analysen werden mit einem FTIR 1750 der Fa. Perkin Elmer durchgeführt. Es wird über das Gesamtverfahren - bezogen auf mit Squalan dotierte Böden - quantifiziert.

Meßbereich: 200 - 6000 mg/kg TS (lineare Kalibration)

Bestimmungsgrenze: 200 mg/kg TS

Nachweisgrenze: 70mg/kg TS

Alle Bodenproben wurden mindestens doppelt, meist jedoch dreifach auf die Summe der Kohlenwasserstoffe untersucht (Probenvorbereitung und Analytik). Die Ergebnisse werden als Mittelwerte, unter Angabe des Variationskoeffizienten, ermittelt aus der Mehrfachanalyse und wiederfindungskorrigiert, angegeben.

5.2.3. Polychlorierte Biphenyle

Die Bestimmung der PCB-Gehalte im Boden wurde nach der Isotopenverdünnungsmethode durchgeführt. Zur Abschätzung der für die Dotierung nötigen Mengen an 9^{13}C markierten PCB-Standards (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 77, PCB 126, PCB 169, PCB 138, PCB 153, PCB 180) wurde von jeder zu untersuchenden Probe eine Aufarbeitung für die GC-ECD Screeninguntersuchung durchgeführt.

Anhand der GC-ECD Bestimmungen wurden in den Proben B94 11 2448 und B94 11 2449 elementarer Schwefel nachgewiesen.

Bei PCB-belasteten Proben wurden Doppel- bzw. Dreifachanalysen (Probenvorbereitung und Messung) durchgeführt.

Für die Meßwertermittlung wurden ausschließlich wiederfindungskorrigierte Ergebnisse der Isotopenverdünnungsanalysen herangezogen.

Der PCB-Gehalt wurde als Mittelwert, unter Angabe des Variationskoeffizienten, ermittelt aus den Mehrfachanalysen, angegeben. Die in Prozent angegebenen Variationskoeffizienten liegen aufgrund der Probeninhomogenität höher als die analytische Verfahrensstandardabweichung von maximal 14%.

Differierende Ergebnisse der Mehrfachanalysen sind auf inhomogene Probenzusammensetzung (Erde, Steine), die trotz der unter Pkt. 3.3 beschriebenen Probenbehandlung bestand, zurückzuführen.

Probenaufbereitung:

15, 10 bzw 5 g lyophilisierte Bodenprobe (Korngröße < 2mm) wird mit 9 ¹³C markierten PCB-Standards dotiert und mit 300 ml Toluol 8 Stunden am Soxhlet extrahiert. Das Toluol-Extrakt wird anschließend am Rotavapor auf ca 2 ml eingengt und auf eine Alox Säule, welche mit 25 g Aluminiumoxid und 25 g Natriumsulfat befüllt ist und vor Verwendung mit 150 ml n-Hexan konditioniert wurde, aufgebracht. Anschließend wird mit 100 ml Benzol eluiert. Aus dem Eluat wird unter Zusatz von Decachlorbiphenyl als interner Standard die Meßlösung hergestellt.

GC-Massenspektroskopie-Messung

Unter Berücksichtigung der Isotopenverhältnisse wurden zur Identifizierung der PCB's folgende Massenspuren herangezogen:

	Molekülmassen C 12	Molekülmassen C 13
PCB 28	255,96 / 257,96 / 259,96	267,96 / 269,96 / 271,96
PCB 52	289,92 / 291,92 / 293,92	301,92 / 303,92 / 305,92
PCB 101	323,88 / 325,88 / 327,88	335,88 / 337,88 / 339,88
PCB 81	289,92 / 291,92 / 293,92	
PCB 77	289,92 / 291,92 / 293,92	301,92 / 303,92 / 305,92
PCB 153	357,84 / 359,84 / 361,84	369,84 / 371,84 / 373,84
PCB 138	357,84 / 359,84 / 361,84	369,84 / 371,84 / 373,84
PCB 126	323,88 / 325,88 / 327,88	335,88 / 337,88 / 339,88
PCB 180	393,80 / 395,80 / 397,80	405,80 / 407,80 / 409,80
PCB 169	357,84 / 359,84 / 361,84	369,84 / 371,84 / 373,84

Die Quantifizierung erfolgte nach der internen Standardmethode. Für die Erstellung der Kalibrationskurven wurde das intensivste Molekülisotop herangezogen.

MS-Bedingungen

Transferline: 290°C
Ionenquelle: 220°C
Analysenart: Selected Ion Recording
Gerät: Fisons Trio 1000

GC-Bedingungen

DB5-Säule: 60 m, 0,25 µm Film, 0,25 mm ID
Trägergas: Helium 1.5 bar
Injektor: 270°C Injektion 1 µl 60 Sek. Splitless
Temperaturprogramm: 60(1)/20/197(3)/2.5/300(20)

Bestimmungsgrenze:

Bestimmungsgrenze liegt für alle Substanzen bei 0,01 mg/kg Trockensubstanz.

Nachweisgrenze:

Die Nachweisgrenze liegt bei allen Substanzen bei 0,005 mg/kg Trockensubstanz.

5.2.4. Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Probenvorbereitung:

5 g der lyophilisierten Bodenprobe (Korngröße < 2mm) werden im Soxhlet-Extraktor (30 ml) mit 200 ml n-Hexan 5 Stunden extrahiert. Das Lösemittel wird am Rotostat entfernt (25 min. bei 215 mbar und anschließend 1 min. bei 200 mbar; Badtemperatur 34°C). Der Trockenrückstand wird in 4 ml n-Hexan aufgenommen. Dieser Bodenextrakt wird über eine Silica-Festphasenextraktionssäule (1 g Säulenfüllung, Baker 7086-07) vorgereinigt. Die Säule wird mit 5 ml Dichlormethan und 2 x mit je 5 ml n-Hexan gereinigt und aktiviert. 2 ml des Bodenextraktes werden auf die Säule aufgebracht. Nach dem Durchfließen des Extraktes wird die Säule mit 3.5 ml n-Hexan nachgespült. Die PAH werden 3 x mit je 2.5 ml n-Hexan/Dichlormethan (50/50 v/v) eluiert. Nach Zugabe von 3 ml Acetonitril wird das Eluat mit Hilfe des Stickstoffkonzentrators bei einem Druck von 1 bar und einer Temperatur von 28°C auf 500 µl eingeengt (= Probenextrakt).

Analytik:

Die Analysen werden mit einem HPLC-System (Waters) mit einem Fluoreszenz- und Photodiodearray-Detektor durchgeführt:

Vorsäule: Vorsäulenkartusche Bakerbond PAH 16-Plus, 20 mm x 3.0 mm ID (Baker 7505-00)
Trennsäule: Bakerbond PAH 16-Plus, 250 mm x 3.0 mm ID (Baker 7504-00)
Säulentemperatur: 30 °C

Gradientenelution: Linearer Gradient			Schaltung Fluoreszenzdetektor:			
Zeit (min.)	Acetonitril (%)	Wasser (%)	Zeit (min.)	Excitation (nm)	Emission (nm)	Verstärkung
0.0	50	50	0.0	273	337	10
5.0	50	50	7.0	273	337	
37.0	100	0	13.5	290	320	
60.0	100	0	18.2	251	365	
66.0	50	50	21.1	252	378	
82.0	50	50	23.5	286	461	
			25.6	334	373	
			27.3	258	353	
			30.9	268	384	
			35.5	278	421	
			39.2	297	405	
			43.5	299	406	
			46.0	297	499	100
			51.5	302	444	10
			60.0	Programmende		

Flußrate: 0.5 ml/min.
 Injektionsvolumen: 10 µl Probenextrakt

- Detektion: 1) Fluoreszenzdetektion mit selektivem Anregungs (Excitation)- und Emissionswellenlängenprogramm (Schaltung siehe oben):
- Messung aller PAH außer Acenaphthylen
 - Excitation-Slit : 18 nm Emission-Slit : 18 nm
- 2) Photodiodearray-Detektion:
- Messung von Acenaphthylen: bei 229 nm
 - Absicherung durch Spektrenvergleich mit Referenzsubstanzen

Kalibrierung:

Die Kalibrierung wird mit externen Standards durchgeführt.

- Arbeitsbereiche: siehe nachfolgende Tabelle
- Kalibrierpunkte: 8
- Bezugsfunktion: linear
- Meßwert: Peakfläche

Die Proben wurden mindestens zweimal auf PAH untersucht (Probenvorbereitung und Messung). Die wiederfindungskorrigierten Ergebnisse werden als Mittelwerte, ermittelt aus den Mehrfachanalysen, angegeben. Bei den Summen der PAH wurden zusätzlich die Variationskoeffizienten angeführt.

In der nachfolgenden Tabelle sind Arbeitsbereich, Bestimmungsgrenze und Nachweisgrenze angeführt:

	analyt. Arbeitsbereich (µg/kg Boden TS)	Bestimmungsgrenze (µg/kg Boden TS)	Nachweisgrenze (µg/kg Boden TS)
Acenaphthylen	39.6 - 1266	39.6	19.8
Acenaphthen	28.1 - 900	28.1	14.1
Fluoren	15.2 - 487	15.2	7.61
Phenanthren	7.79 - 249	7.79	3.90
Anthracen	1.32 - 42.3	1.32	0.66
Fluoranthen	22.5 - 720	22.5	11.2
Pyren	15.3 - 488	15.3	7.63
Triphenylen	7.72 - 247	7.72	3.86
Benzo(a)anthracen	12.6 - 403	12.6	6.30
Chrysen	3.24 - 104	3.24	1.62
Benzo(e)pyren	42.9 - 1371	42.9	21.4
Benzo(b)fluoranthen	6.56 - 210	6.56	3.28
Benzo(k)fluoranthen	4.10 - 131	4.10	2.05
Benzo(a)pyren	4.43 - 142	4.43	2.22
Dibenzo(a,h)anthracen	7.70 - 246	7.70	3.85
Benzo(g,h,i)perylen	7.69 - 246	7.69	3.84
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	8.06 - 258	8.06	4.03
Coronen	17.7 - 565	17.7	8.83

5.2.5. Benzol,Toluol,o-Xylol,Summe p,m-Xylole und Ethylbenzol (BTEX)

Probenvorbereitung:

5g der feuchten Probe (Korngröße < 2mm) wurden in 20ml HS Probenflaschen eingewogen. Diese Flaschen wurden mit teflonbeschichteten Hochtemperaturseptas, 20mm Durchmesser und mit Aluminiumbördelkappen verschlossen.

Analytik:

Gerät:

Headspace Sampler 7694 Fa. HP
GC 5890 Serie II
MSD 5971A

Set Points

Oven Temperature 90°C
Loop Temperature 140°C
Transfer Line Temperature 140°C

Event Times

GC Cycle Time	40min
Vial Eq. Time	40min
Pressuriz. Time	0.13min
Loop Fill Time	0.15min
Loop Eq. Time	0.05min
Inject Time	0.1min

Vial Parameters

First Vial	1
Last Vial	*
Shake	high

Pressures

Carrier	30.2psi
Vial Pressurization	18.0psi

GC Parameters

Injector split/splitless	
Temp. 250°C	
Column	Rtx-5, 60 m, 0.25 mm ID, 0,25 µm df
Oven temperature	13°C/2min./70°C/min/310°C/50°C/min/13°C flow rate 3,0psi Helium, constant flow

MS Parameter

Mode Sim
Ions monitored Benzol 78, 77 Toluol 91, 65 Xylole und Ethylbenzol: 91, 106

Dwell time 100ms/ions

Es wird über das Gesamtverfahren mit externen Standards kalibriert.

Nachweisgrenzen:	0,4 µg/kg TS für alle Substanzen
Bestimmungsgrenzen:	1 µg/kg TS für alle Substanzen

Bei der Probe B94 11 2450 wurde der Mittelwert der Dreifachbestimmung angegeben. Alle anderen Proben wurden aufgrund des geringen Probenmaterials nur einfach bestimmt.

5.2.6. Schwermetalle

Aufschluß:

0,5 g lyophilisierte Probe wird mit 3 ml Königswasser (HNO₃:HCl 1:3) in einem Quarzgefäß einem Druckaufschluß im Hochdruckverascher unterzogen). Dabei wird die Probe 3 Stunden bei 230° C gehalten.

Analytik:

Sämtliche Analysen wurden auf einem 5100 Zeeman AAS-Gerät der Fa. Perkin Elmer durchgeführt. Beim Element Zink wurde die Flammtechnik (FAAS), bei den Elementen Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei die Graphitofentechnik (GFAAS) und beim Element Quecksilber die Hydridtechnik mit Probenanreicherung am Gold/Platinnetz (Fias 200-Zusatz mit Amalgamsystem) angewandt. Details sind der nachfolgenden Aufstellung zu entnehmen:

CADMIUM

Meßverfahren: GFAAS
 Strahlungsquelle: EDL System 2 (Perkin Elmer)
 Probenmodifikation: 120 µg PO₄³⁻ + 6 µg Mg (NO₃)₂ je Injektion
 Probenvolumen: 20 µl Eluat bzw. Aufschlußlösung je Injektion
 (Verdünnungsstufen: pur bzw. 1:100)
 Probenvorbehandlung: 850° C
 Atomisierung: 1600° C
 Auswertung: Kalibrationsmethode; lineare Eichung,
 Meßbereich 0,1-0,4 bzw. 0,2 - 2 µg Cd/l
 Nachweisgrenze: 0,05 µg Cd/l - Eluat
 0,01 mg/kg Boden

CHROM

Meßverfahren: GFAAS
 Strahlungsquelle: Hohlkathodenlampe (Perkin Elmer)
 Probenmodifikation: 50 µg Mg (NO₃)₂ je Injektion
 Probenvolumen: 20 µl Eluat bzw. Aufschlußlösung je Injektion
 (Verdünnungsstufen: pur bzw. 1:100)
 Probenvorbehandlung: 1600° C
 Atomisierung: 2500° C
 Auswertung: Kalibrationsmethode; lineare Eichung;
 Meßbereich 1-4 bzw. 1 - 10 µg Cr/l
 Nachweisgrenze: 0,2 µg Cr/l - Eluat
 0,05 mg/kg Boden

KUPFER

Meßverfahren: GFAAS
 Strahlungsquelle: Hohlkathodenlampe (Perkin Elmer)
 Probenmodifikation: keine
 Probenvolumen: 20 µl Eluat bzw. Aufschlußlösung je Injektion
 (Verdünnungsstufen: pur bzw. 1:250)
 Probenvorbehandlung: 850° C
 Atomisierung: 2500° C
 Auswertung: Kalibrationsmethode; lineare Eichung; Meßbereich 1-10 µg Cu/l
 Nachweisgrenze: 0,5 µg Cu/l - Eluat
 0,1 mg/kg Boden

NICKEL

Meßverfahren: GFAAS
Strahlungsquelle: Hohlkathodenlampe (Perkin Elmer)
Probenmodifikation: keine
Probenvolumen: 20 µl Eluat bzw. Aufschlußlösung je Injektion
(Verdünnungsstufen: pur bzw. 1:20)
Probenvorbehandlung: 1450° C
Atomisierung: 2600° C
Auswertung: Kalibrationsmethode; lineare Eichung; Meßbereich: 4-20 µg Ni/l
Nachweisgrenze: 1 µg Ni/l - Eluat
0,2 mg/kg Boden

BLEI

Meßverfahren: GFAAS
Strahlungsquelle: EDL System 2 (Perkin Elmer)
Probenmodifikation: 120 µg PO₄³⁻ + 6 µg Mg (NO₃)₂ je Injektion
Probenvolumen: 20 µl Eluat bzw. Aufschlußlösung je Injektion
(Verdünnungsstufen: pur bis 1:250)
Probenvorbehandlung: 850° C
Atomisierung: 1800° C
Auswertung: Kalibrationsmethode; lineare Eichung; Meßbereich: 1-10 µg Pb/l
Nachweisgrenze: 0,5 µg Pb/l - Eluat
0,1 mg/kg Boden

QUECKSILBER

Meßverfahren: Hydridtechnik
Strahlungsquelle: EDL System 2 (Perkin Elmer)
Analysevorgang: kontinuierliche Freisetzung des Quecksilbers aus online
angesäuerter Probelösung mittels Natriumborhydrid und
anschließender Anreicherung am Gold/Platinnetz
Verdünnungsstufen: pur bzw. 1:10
Gerätekonfiguration: 5100 AAS mit FIAS 200 und Amalgamsystem
Auswertung: Kalibrationsmethode; lineare Eichung;
Meßbereich: 0,1-1 µg Hg/l
Nachweisgrenze: 0,1 µg Hg/l - Eluat
0,02 mg/kg Boden

ZINK

Meßverfahren: FAAS
Strahlungsquelle: Hohlkathodenlampe (Perkin Elmer)
Probenmodifikation: keine
Probenvermessung: pur bzw. 1:50
Auswertung: Kalibrationsmethode; lineare Eichung;
Meßbereich: 10 - 100 bzw. 50 - 300 µg Zn/l
Nachweisgrenze: 5 µg Zn/l - Eluat; 0,5 mg/kg Boden

Die Bodenprobe wurde mindestens zweimal auf Schwermetalle analysiert und als Mittelwerte angegeben.

5.3. Analysenmethoden für Eluatuntersuchungen

Für die Eluatuntersuchungen wurden Frischproben der Fraktion (Korngröße < 10 mm bzw. <10 und > 2 mm) herangezogen. In nachfolgender Tabelle werden diese Bodenproben beschrieben:

Probennummer	Labornummer	Beschreibung
KOB/1/0,00-0,30°	B 94 11 2443	Steine, Siebrückstand
KOB/1/0,30-0,80	B 94 11 2444	Steine, Erde, Metall, Glas, Plastik
KOB/1/1,40-2,00	B 94 11 2445	wenig Steine, viel Erde
KOB/1/3,20-4,00	B 94 11 2446	Erde, Steine, Ziegel
KOB/2/0,00-0,35°	B 94 11 2447	kleine Steine, Siebrückstand
KOB/2/0,35-1,10	B 94 11 2448	Sand, Erde, Steine
KOB/2/1,30-2,00	B 94 11 2449	Erde, Steine
KOB/3/0,15-0,50°	B 94 11 2450	Steine, Erde, teils Siebrückstand
KOB/4/0,00-0,40°	B 94 11 2451	Steine, Erde, teils Siebrückstand
KOB/4/0,40-1,10	B 94 11 2452	Erde, Steine
KOB/4/1,20-2,00	B 94 11 2453	Erde, Steine
KOB/4/3,50-3,90	B 94 11 2454	Sand, Lehm, Steine

°= Fraktion zwischen 10 und 2 mm

5.3.1. Summe der Kohlenwasserstoffe (KW) im Eluat

Probenvorbereitung:

Herstellung Eluate gemäß ÖNORM S 2072 mit Abweichungen bei den Probenmengen

Die Frischprobe (Korngröße < 10 mm bzw. zwischen 10 mm und 2 mm; siehe Pkt. 4.2) wird - einer Trockenmasse von 25g entsprechend - eingewogen und in einem dichtverschlossenen 500ml Erlmeyerkolben mit 250ml Reinstwasser versetzt, 24h mit Überkopfschüttler bei 6 U/min eluiert, in einer Kühlzentrifuge bei 5000 U/min und 5°C in Polycarbonatgefäßen abzentrifugiert. Die Klarfiltration erfolgt mittels Faltenfilter. Die klaren Eluatproben werden in Glasflaschen übergeführt.

Weitere Probenvorbereitung:

200ml des Eluats werden in einen 1l Scheidetrichter überführt, mit verdünnter Schwefelsäure auf pH 1 gebracht und 20ml Trichlortrichfluorethan (TTE) zugegeben; nun wird 15 Min. am Überkopfschüttler geschüttelt. Die TTE-Phase wird danach über ca. 10g Natriumsulfat in einen 25ml Meßkolben abfiltriert, der Meßkolben auf Nennvolumen aufgefüllt und der Gesamt-extrakt zur IR-Mesung gebracht. Wenn die ermittelte Konzentration der Kohlenwasserstoffe größer als die Bestimmungsgrenze (bezogen auf Squalan) ist, wird derselbe Extrakt über ein Aluminiumoxid-Säulchen gereinigt - um lipophile Stoffe abzutrennen - und erneut zur Messung am Infrarotspektrometer gebracht.

Analytik gemäß ÖNORM M 6608-1:

Es wird über Squalanstandards in TTE (Konzentrationsverdünnungsreihe - lineare Regression) quantifiziert. Die Ergebnisse werden als Mittelwerte in mg/l Eluat angegeben, wobei belastete Proben mindestens zweimal eluiert und analysiert wurden.

Meßbereich: 0,4 - 5,0 mg/l
Bestimmungsgrenze: 0,4 mg/l
Nachweisgrenze: 0,1 mg/l

5.3.2. Schwermetalle (SM) im Eluat

Elution: gemäß ÖNORM S2072 mit Abweichungen bei den Probenmengen

Die Frischprobe (Korngröße < 10 mm) wird - einer Trockenmasse von 10 g entsprechend - eingewogen und in einem dichtverschließbaren 250 ml Glasgefäß mit 100 ml Reinstwasser versetzt, 24 h mittels Überkopfschüttler bei 10 U/min eluiert und anschließend in PE-Gefäßen bei 3600 U/min zentrifugiert. Die Klarfiltration erfolgt mit handelsüblichen 0,2 µm PTFE-Membranfiltern. Die analysenfertigen, klaren und farblosen Eluatproben werden in PET-Flaschen gelagert.

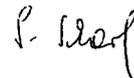
Analytik:

Sämtliche Analysen wurden auf einem 5100 Zeeman AAS-Gerät der Fa. Perkin Elmer durchgeführt.

Beim Element Zink wurde die Flammentechnik (FAAS), bei den Elementen Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei die Graphitofentechnik (GFAAS) und beim Element Quecksilber die Hydridtechnik mit Probenanreicherung am Gold/Platinnetz (Fias 200-Zusatz mit Amalgamsystem) angewandt. Details sind unter Pkt. 5.2.6. zu entnehmen.

Datum

für den Inhalt verantwortlich



(Laboroordination)

Dieser Prüfbericht darf ohne Genehmigung des Prüflabors nicht auszugsweise vervielfältigt werden.





