



Projekt 93003

Altlastenerkundungsprogramm Baden-Württemberg  
Stufe E<sub>0-1</sub>: Standortsspezifische historische Erkundung  
Stufe E<sub>1-2</sub>: Orientierende Erkundung

Gefährdungsabschätzung

Kommunale Verdachtsfläche "Ob der Halde"  
Ostfildern-Scharnhausen

- Abschlußbericht -

Auftraggeber: Stadt Ostfildern

ENMOTEC  
Ingenieurgesellschaft mbH  
Bismarckstr. 80  
72072 Tübingen

29. August 1994

Ingenieur-  
geologie

Altlasten

Wasser-  
wirtschaft

Hydro-  
geologie

Umwelt-  
verträglich-  
keitsstudien

Standort-  
findung

Öko-Audit  
Öko-Bilanzen

Umweltradio-  
aktivität

Abfall-  
wirtschaft

Rohstoff-  
erkundung



<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
0 Zusammenfassung	1
1.0 Vorbemerkungen	3
<b>I Historische Erkundung (Stufe E<sub>0-1</sub>)</b>	<b>4</b>
1.0 Zielsetzung	4
2.1 Informationsquellen	4
3.0 Lage und Situation des Untersuchungsgebietes	5
3.1 Topographie und Morphologie	5
3.2 Geologischer Aufbau, Schichtenfolge	5
4.0 Hydrogeologische Situation	7
5.0 Standortbeschreibung	8
5.1 Topographie und Morphologie	8
5.1.1 Aktuelle und geplante Nutzungen am Standort und in der Umgebung	10
5.2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse am Standort	11
5.3 Chronologie der Akten- und Rechtsvorgänge	13
5.4 Ablagerungszeitraum, Nutzungsdauer und Stoffinventar	13
5.5 Betriebstechnische Sicherheitseinrichtungen	14
5.6 Durchgeführte Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen	14
6.0 Mögliche Auswirkungen	14
6.1 Bewertung	15
6.1.1 Schutzgut Luft (Atmosphären/Raumluft)	15
6.1.2 Boden: Schutzgut Mensch	18
6.1.3 Schutzgut Grundwasser	18
<b>II Orientierende (technische) Erkundung (Stufe E<sub>1-2</sub>)</b>	<b>19</b>
1.0 Einleitung und Zielsetzung	19
2.0 Bearbeitungsunterlagen	20
3.0 Durchgeführte Untersuchungen	20
3.1 Geländearbeiten	20
3.1.1 Rammkernsondierungen, Entnahme von Bodenproben	20
3.1.2 Bodenluftprobennahme	21



3.1.3 Stichtagsmessung, Entnahme einer Grundwasserprobe	21
3.2Analytik	22
3.2.1 Bodenluftanalytik	22
3.2.2 Feststoffanalytik	22
4.0Lage und Situation des Untersuchungsgebietes	23
5.0Geologische und hydrogeologische Verhältnisse im Standortbereich	23
5.1Geologie und Schichtaufbau	23
5.2Hydrogeologischer Aufbau, Grundwasserhydraulik	25
6.0Darstellung der Analysenergebnisse	26
6.1Feststoffanalytik	26
6.1.1 Gesamtgehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC)	26
6.1.2 Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)	30
6.1.3 Kohlenwasserstoffe nach DIN 38409 H18 (KW)	30
6.1.4 Phenolindex nach DIN 38409 H16	30
6.1.5 Schwermetalle	31
6.1.6 Cyanide gesamt	33
6.2Bodenluftanalytik	33
6.2.1 Deponie- und Permanentgaskomponenten	33
6.2.2 Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW)	35
6.2.3 Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)	35
7.0Bewertung und Gefährdungsabschätzung, Handlungsempfehlungen	36

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 TOC-/Corg und -Konzentrationen, Referenzbereich und Vergleichssubstrate	31
Tabelle 2 Schwermetallkonzentrationen, Statistik Standort und Vergleichsdaten	35
Tabelle 3 Hintergrund- und Prüfwerte Boden des UM/SM BaWü (1993)	41



## 0 Zusammenfassung

Die im Bereich der Verdachtsfläche "Ob der Halde" in Ostfildern-Scharnhausen durchgeführten Untersuchungen erbrachten im wesentlichen folgende Ergebnisse:

### 1. Historische Erkundung (Stufe E<sub>0.1</sub>)

Bei der Verdachtsfläche handelt es sich um einen ehemaligen Steinbruch, in dem bis in die 20-er Jahre dieses Jahrhunderts Kalksandsteine des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  (Hauptsandsteinserie) abgebaut wurden. Bereits während des Steinbruchbetriebes erfolgte eine sukzessive Verfüllung der aufgelassenen Bereiche mit Abraummateriale.

Im Zeitraum 1948/49 bis spätestens 1953 wurden die restlichen, bis zu diesem Zeitpunkt noch offenen Bereiche verfüllt. Nach Zeitzeugenangaben ist die Zusammensetzung des abgelagerten Stoffinventars in etwa mit 90% Erdaushub und ca. 10% Bauschutt sowie Hausmüll- und hausmüllähnlichen Abfällen zu charakterisieren. Anhaltspunkte für die Ablagerung von kritischen Industrie- und/oder Gewerbeabfällen liegen nicht vor.

Lage und Ausdehnung der Ablagerungsfläche konnten für den Zeitraum 1928 bis ca. 1953 durch multitemporale Luftbildauswertung in Verbindung mit der Auswertung von Zeitzeugenangaben eingegrenzt werden. Basierend auf den Zeitzeugenangaben läßt sich ein Volumen der Altablagerung von ca. 11 000 bis maximal 13 000 m<sup>3</sup> abschätzen.

Die Verdachtsfläche unterlag zum Zeitpunkt der Untersuchungen keinen Nutzungen. Nach den vorliegenden Informationen ist eine Folgenutzung als Siedlungsfläche (Wohnbebauung etc.) geplant. Ausgehend von den standortspezifischen Verhältnissen werden Gefährdungsmöglichkeiten der expositions- und emissionsrelevanten Schutzgüter Luft (Atmosphären/Raumluft), menschliche Gesundheit (Boden, Altablagerung) und Grundwasser bewertet.

### 2. Orientierende (technische) Erkundung (Stufe E<sub>1.2</sub>)

Durch technische Erkundungsmaßnahmen (Sondierungen, Entnahme und Analytik von Boden- und Bodenluftproben) wurde die Abschätzung des Gefährdungspotential hinsichtlich der relevanten Schutzgüter konkretisiert.

Mit den Sondierungen wurden Lage und Ausdehnung der Altablagerung verifiziert, wobei in westlicher und südlicher Richtung keine Abgrenzung erreicht wurde. Die Auffüllungsmächtigkeiten betragen im untersuchten Bereich zwischen 4.9 m und maximal 6.2 m; mit den Daten läßt sich ein Ablagerungsvolumen von ca. 17 000 m<sup>3</sup> berechnen.

Die Auffüllung ist in der ungesättigten Zone lokalisiert; bei entsprechenden hydrologischen Randbedingungen kann eine temporäre Einbindung der tieferen Auffüllungshorizonte in die gesättigte bis teilgesättigte Zone (Kapillarbereich) nicht ausgeschlossen werden.



Die Zusammensetzung der Auffüllung in den Sondierprofilen bestand im wesentlichen aus schluffig-sandigem Material mit hohen Anteilen an Verwitterungsrelikten des unterlagernden Schwarzen Jura (Kalksand- und Tonsteinreste). Punktuell waren Einlagerungen von Ziegelresten und geringmächtigen Horizonten aus überwiegend mineralischen Hausmüllkomponenten (Glas-, Keramik- und Metallreste) zu beobachten. Die Auffüllung kann aufgrund ihrer Zusammensetzung als bindiges Bodenmaterial (Erdaushub) mit lokal geringen Anteilen an weiteren Baurestmassen (Ziegelbruchstücke) und mineralischen Hausmüllkomponenten charakterisiert werden.

Die Feststoffanalytik zeigt generell relativ hohe TOC-Konzentrationen. Mit Hilfe einer statistischen Auswertung sowie aus Vergleichen mit Referenzproben und Literaturdaten ist abzuleiten, daß es sich hierbei um geogen/pedogen bedingte Hintergrundkonzentrationen handelt. Die im Verdachtsflächenbereich analysierten Schwermetallkonzentrationen (Pb, Cr ges., Cu, Ni, Zn) bewegen sich ebenfalls im Bereich der geogenen/pedogenen Hintergrundkonzentrationen. Belastungen durch andere organische und anorganische Kontaminanten wie EOX, Phenole oder Cyanide wurden nicht nachgewiesen.

Lediglich in einer Probe wurden Mineralölkohlenwasserstoffe mit einer Konzentration von 400 mg/kg TS nachgewiesen.

Die Analytik der Gasphase (Bodenluft) erbrachte bei den Deponiegaskomponenten lokal Bereiche mit geringfügig erhöhten CO<sub>2</sub>-Gehalten; die maximale Konzentration lag bei 2.5 Vol%. CH<sub>4</sub> wurde in keiner Probe nachgewiesen. Durch vergleichende Referenzmessungen im Standortbereich sind die CO<sub>2</sub>-Gehalte als geogene/pedogene Hintergrundkonzentration einzustufen. Die Untersuchung auf Deponiegasspurenstoffe umfaßte die Stoffgruppen leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW) und monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX). LCKW (6 Einzelparameter) lagen in allen Proben unterhalb der stoffspezifischen Nachweisgrenze. Von den BTEX-Einzelstoffen wurden in Einzelproben Toluol und Xylol nachgewiesen; die Konzentrationen lagen mit maximal 1.0 mg/m<sup>3</sup> Toluol bzw. 0.9 mg/m<sup>3</sup>  $\Sigma$  Xylol im Bereich bzw. geringfügig über den stoffspezifischen Nachweisgrenzen.

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse sind im Untersuchungsbereich punktuelle Belastungen der Feststoff-(Boden) und Gasphase (Bodenluft) mit insgesamt geringen Konzentrationsniveaus festzustellen. In Verbindung mit möglichen Expositions- bzw. Emissionspfaden ist nach Einschätzung des Gutachters jedoch kein relevantes Gefährdungspotential für die einzelnen Schutzgüter (s. o.) im Verdachtsflächenbereich abzuleiten.

Nach Ansicht des Gutachters besteht kein Handlungsbedarf hinsichtlich weiterführender Erkundungsmaßnahmen im Bereich der Verdachtsfläche; Sicherungs- und/oder Sanierungsmaßnahmen sind nicht erforderlich.



## 1.0 Vorbemerkungen

Im Rahmen des Altlastenuntersuchungsprogramms des Landes Baden-Württemberg wurde für eine Altlastverdachtsfläche in Ostfildern-Scharnhausen, Landkreis Esslingen, die standortspezifische historische und orientierende (technische) Erkundung durchgeführt. Anlaß der Erkundungsmaßnahmen ist die geplante Folgenutzung in Teilbereichen der Verdachtsfläche durch Wohnbebauung. Aufgrund der vermuteten langjährigen Nutzung als Hausmülldeponie ist im Bezug auf den Standort von einer Altlastenrelevanz mit einem entsprechenden Gefährdungspotential auszugehen; der Standort ist somit als altlastverdächtige Fläche zu bewerten.

Am 14.01.1994 erhielt die ENMOTEC Ing.ges. mbH von der Stadt Ostfildern, vertreten durch Herrn Fahrlaender (Bürgermeister), den Auftrag zur Erkundung der Verdachtsfläche "Ob der Halde" in Scharnhausen. Grundlage der Auftragserteilung ist das Angebot 93003 der ENMOTEC vom 08.04.1993. Die Beauftragung erfolgte nach Erteilung des Zuwendungsbescheides gem. Förderrichtlinien Altlasten Baden-Württemberg durch das RP Stuttgart (Datum 06.12.1993).

Der vorliegende Bericht faßt die Ergebnisse der historischen und orientierenden Erkundungsphase zusammen, die in Kombination durchgeführt wurden. Für die im Bereich der Verdachtsfläche relevanten Schutzgüter wird in der Phase E<sub>0-1</sub> eine erste Bewertung des Gefährdungspotentials vorgenommen. Phase E<sub>1-2</sub> enthält eine detaillierte Gefährdungsabschätzung auf Basis der Untersuchungsergebnisse aus den technischen Maßnahmen (Sondierungen, Analytik); ferner werden Handlungsempfehlungen sowie Vorschläge für eventuelle weiterführende Maßnahmen ausgearbeitet.



## I Historische Erkundung (Stufe E<sub>0.1</sub>)

### 1.0 Zielsetzung

Die standortspezifische historische Erkundung ist nach dem von der LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) KARLSRUHE erarbeiteten Bewertungsverfahren die erste Stufe zur Ermittlung des Gefährdungspotentials und damit des erforderlichen Handlungsbedarfs am Einzelobjekt. Sie hat zum Ziel, über eine bekannte gefahrverdächtige Fläche (Altablagerung oder Altstandort) alle verfügbaren Informationen, die über die vorliegenden Verhältnisse und insbesondere die historische Entwicklung Aufschluß geben können, möglichst umfassend zu sammeln. Grundlage hierfür ist im wesentlichen die Auswertung von Akten staatlicher und kommunaler Stellen; zusätzlich kann eine Befragung ortskundiger Personen weitere wichtige Hinweise über Art und Inhalt des potentiellen Schadstoffinventars der betreffenden Verdachtsfläche liefern.

Altlastverdächtige Flächen sind nach § 22 Landesabfallgesetz (LAbfG) vom 08.01.1990 Altablagerungen und Altstandorte, soweit die Besorgnis besteht, daß durch sie das Wohl der Allgemeinheit (§ 2 Abs. 1 Bundesabfallgesetz) beeinträchtigt ist oder künftig beeinträchtigt wird. Altablagerungen sind nach § 22 Abs. 2 Landesabfallgesetz (LAbfG) Flächen, auf denen vor dem 01.03.1972

- Anlagen zum Ablagern von Abfällen betrieben wurden, die vor Inkrafttreten des Gesetzes stillgelegt wurden.
- Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert wurden.

Als Altablagerungen werden auch sonstige vor Inkrafttreten des Gesetzes geschlossene Aufhaldungen und Verfüllungen definiert.

Die standortspezifische historische Erkundung wurde mit der Zielsetzung durchgeführt, die Datenbasis für nachfolgende technische Erkundungsschritte (orientierende Erkundung) zu schaffen. Insbesondere sollten Lage, Ausdehnung und kritische Bereiche der Verdachtsfläche, die in Verbindung mit den geplanten Folgenutzungen resultieren, abgegrenzt sowie ein Überblick über das potentiell altlastenrelevante Stoffinventar erhalten werden.

### 2.1 Informationsquellen

Bei der Bearbeitung der Verdachtsfläche wurden folgende Quellen ausgewertet:

- Akten des Landratsamtes (LRA) Esslingen (Umweltschutzamt)
- Akten der Stadt Ostfildern (Tiefbauamt, Stadtarchiv)



Weitere Informationen zur Verdachtsfläche wurden durch die Auswertung von Karten im Maßstab 1 : 25 000 (topographische, geologische) und Flurkarten im Maßstab 1 : 2 500 gewonnen. Zusätzlich wurde eine multitemporale Auswertung ziviler und militärischer Luftbilder durchgeführt. Die Daten zum ausgewerteten Karten- und Luftbildmaterial sind im einzelnen dem Anhang A zu entnehmen.

Die Beurteilung der Verdachtsfläche stützt sich zusätzlich auf Informationen aus der Zeitzeugenbefragung sowie aus der Begehung vor Ort.

Die Begehung mit photographischer Dokumentation und die Zeitzeugenbefragung wurde am 03.02.1993 durchgeführt. Die nachfolgend genannten Zeitzeugen waren freundlicherweise bereit, Angaben zur Verdachtsfläche zu machen. Die Adressen der befragten Personen werden aus Gründen des Datenschutzes nicht veröffentlicht:

- Hr. Koutny, Hr. Froeschle, Hr. Kögler, Hr. K. Kaiser

### **3.0 Lage und Situation des Untersuchungsgebietes**

#### **3.1 Topographie und Morphologie**

Das Gebiet der Stadt Ostfildern erstreckt sich südöstlich von Stuttgart im Bereich der Filderebene und des Körschtales. Naturräumlich ist dieses Gebiet dem nördlichen Teil der Filderhochfläche im Übergangsbereich zum Neckartal zuzuordnen. Die Morphologie ist im wesentlichen durch die geringen Reliefunterschiede im Bereich der Filderhochfläche und das tief eingeschnittene Tal der Körsch gekennzeichnet. Die höchsten Erhebungen sind mit ca. 420 m üNN im Nordteil des Untersuchungsgebietes lokalisiert, während nach Süden infolge des Schichtfallens eine Reduktion auf Höhenlagen um 350 m ü NN vorhanden ist. Im Talbereich der Körsch werden ca. 300 bis 320 m üNN erreicht.

#### **3.2 Geologischer Aufbau, Schichtenfolge**

Regionalgeologisch gehört das Untersuchungsgebiet zur Südwestdeutschen Keuper- und Jura-Schichtstufenlandschaft. Der Aufbau besteht weitgehend aus Festgesteinen des mittleren und oberen Keupers sowie des tieferen Schwarzen Juras ( $\alpha_1$  bis  $\alpha_3$ ).

Die Knollenmergel (km5) bestehen aus einer ca. 30 m mächtigen Serie ungeschichteter, rötlich-violetter bis grünlicher Tonsteine. Charakteristisch ist der hohe Anteil an weißen und rötlichen Karbonatkonkretionen, die unregelmäßig im Gestein verteilt sind.



Der obere Keuper (ko, "Rät") setzt sich im wesentlichen aus feinkörnigen Sandsteinen zusammen, die in der Regel erosiv in die unterlagernden Knollenmergel eingetieft sind. Lateral und vertikal sind Fazieswechsel zu tonflaserigen Sandsteinen oder sandigen Tonsteinen vorhanden. Die Gesamtmächtigkeiten der Serie betragen maximal 5 m.

Das Profil des Schwarzen Jura  $\alpha_1$  (he1) besteht überwiegend aus dunkelgrauen Ton- und Tonmergelsteinen. Charakteristisch sind Einschaltungen geringmächtiger, sandiger Kalksteine sowie Pyritführung. Vereinzelt treten auch mächtigere Sandsteinkomplexe ("Eßlinger Sandstein") auf. Das Profil des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  (he2) umfaßt im wesentlichen sandige Ton- und Tonmergelsteine. Kennzeichnend sind mehrere Komplexe feinkörniger, grauer Kalksandsteine (Angulatensandsteine i.w.S.). Der "Hauptsandstein" zeigt um Plochingen maximale Mächtigkeiten von 8 m und kann in 4 Sandsteinhorizonte gegliedert werden. Der Schwarze Jura  $\alpha_3$  (si1) setzt sich aus einer Wechsellagerung fossilreicher Kalksteine mit schiefrigen, bereichsweise bituminösen Ton- und Tonmergelsteinen zusammen. Die Gesamtmächtigkeit des Schwarzen Jura  $\alpha$  kann im Untersuchungsgebiet mit ca. 28 m angegeben werden, wobei die höheren Teile des  $\alpha_3$  weitgehend erodiert sind.

Nordwestlich von Scharnhausen tritt im Körschtal die nördlichste Schlotfüllung des tertiären (Miozän) Urach-Kirchheimer-Vulkangebietes auf. Sie besteht aus xenolithischen Tuffen mit basaltischem Charakter.

Die Festgesteinsserien sind großflächig von quartären Abfolgen überdeckt. Im Bereich der Filderhochfläche bestehen diese hauptsächlich aus sog. Filderlehmen, geringmächtigen Löß- und Lößlehmfolgen, die durch periglaziale Frostbodenbildung teilweise mit tonigen Verwitterungsprodukten des anstehenden Schwarzen Jura  $\alpha$  verzahnt wurden. Die Talhänge sind durch die Verbreitung von überwiegend pleistozänen Schuttdecken, im Ausstrichsbereich der Knollenmergel (km5) zusätzlich durch das Auftreten von Massenverlagerungen (Rutschungen) charakterisiert.

Die Talauenbereiche der größeren Vorfluter wie der Körsch werden von überwiegend holozänen Auenablagerungen eingenommen. Diese bestehen hauptsächlich aus tonig-schluffigen Abfolgen (Auelehme), denen lokal geringmächtige sandig-kiesige Horizonte eingelagert sein können. Die Auensedimente zeigen Mächtigkeiten von ca. 3 bis 4 m.

Strukturgeologisch ist das Untersuchungsgebiet im wesentlichen durch die Lage im Zentralbereich des Fildergrabens, einem Südost-Nordwest verlaufenden Bruchschollensystem, gekennzeichnet. Das Schichtfallen ist generell mit ca. 1 bis 3° nach Südosten gerichtet. Die Schichtlagerung wird durch Störungszonen und Schichtverbiegungen, wie z. B. "Körsch-Mulde" und



"Sulzbach-Mulde" überprägt und zeigt bereichsweise kleinräumige Variationen.

#### 4.0 Hydrogeologische Situation

Hydrogeologisch können im Untersuchungsgebiet zwei Typen von Grundwasserleitern unterschieden werden:

##### 1. Festgesteinsgrundwasserleiter

Im Untersuchungsgebiet bedingt der großflächige Ausstrich von Serien des Schwarzen Jura  $\alpha$  die Ausbildung von mehreren schichtgebundenen Grundwasserstockwerken im Bereich der Hochfläche. Die Festgesteine des Schwarzen Jura  $\alpha$  sind insgesamt als Kluf Grundwasserleiter zu bezeichnen; insbesondere die Sand- und Kalksteinfolgen im  $\alpha_1$  (Pylonotenbank),  $\alpha_2$  (Sandsteine) und  $\alpha_3$  (Arietenkalke) fungieren als Aquifers. Sind im Liegenden Sandsteine des oberen Keupers (Rät) vorhanden, bilden diese einen weiteren Aquifer. Da die genannten Abfolgen jedoch geringe Mächtigkeiten und ein geringes Speichervolumen besitzen, sind meist geringe Ergiebigkeiten vorhanden. An der Basis der Aquifers, insbesondere im Übergang zu den liegenden Knollenmergeln, treten vielfach Quellhorizonte auf; in der Regel weisen diese jedoch geringe Schüttungen auf.

Die mächtige Tonsteinfolge der Knollenmergel ist insgesamt als Geringleiter (nach DIN 18130) zu betrachten. Die Gesteinsdurchlässigkeiten sind als sehr gering einzuordnen (Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f \approx 10^{-7}$  bis  $10^{-8}$  m/s). Im Gegensatz hierzu kann jedoch die Gebirgsdurchlässigkeit in den Tonsteinfolgen aufgrund des Trennflächengefüges (Klüfte) bereichsweise deutlich erhöht sein ( $k_f$  ca.  $10^{-5}$  bis  $10^{-6}$  m/s).

##### 2. Porengrundwasserleiter

Hierzu zählen die im Untersuchungsgebiet vorkommenden quartären Serien in den Talauenbereichen der größeren Vorfluter. Bedingt durch ihren Aufbau aus überwiegend feinkörnigen Abfolgen weisen diese in der Regel geringe Durchlässigkeiten auf. Im Vergleich zu den Festgesteinsgrundwasserleitern weisen die Auensedimente aufgrund ihrer geringen Mächtigkeiten und ihrer kleinräumigen Ausdehnungen als Aquifers nur untergeordnete Bedeutung auf.

Die Grundwasserfließrichtungen werden im wesentlichen durch das Schichtfallen sowie die jeweilige Vorflutsituation bestimmt.

Die Oberflächenentwässerung des Untersuchungsgebietes erfolgt im wesentlichen durch die Körsch. Sie bildet den lokalen Vorfluter für zahlreiche kleinere Nebengewässer wie Höfel- und Krähenbach; Hauptvorfluter ist der



Neckar.

## 5.0 Standortbeschreibung

### 5.1 Topographie und Morphologie

Die Verdachtsfläche liegt ca. 500 m nordnordöstlich der Ortsmitte von Ostfildern-Scharnhausen im Flurbezirk "Ob der Halde" (Anlagen 1, 2). Sie erstreckt sich über das heutige Flurstück 2969/1; der südöstliche Eckpunkt kann durch die GAUSS-KRÜGER-Koordinaten R <sup>35</sup>19730 und H <sup>53</sup>97060 festgelegt werden. Die südliche Begrenzung wird durch die Jahnstraße, die westliche vermutlich durch Sportanlagen (Tennisplätze) vorgegeben. In nördlicher und nordöstlicher Richtung grenzt die Verdachtsfläche an einen Wirtschaftsweg (Flst. 2969), der im Kreuzungsbereich Jahnstraße/Silcherstraße abzweigt.

Morphologisch ist die Verdachtsfläche durch ihre Lage im Übergangsbereich der Filderhochfläche zum Nordhang des Körschtales gekennzeichnet. Die Geländehöhen betragen im südlichen Randbereich ca. 358 m üNN, im nördlichen ca. 360 m üNN. Die heutige Geländeoberfläche zeigt einen von Süden nach Norden leicht ansteigenden Hang; die Hangneigungen können mit durchschnittlich 3° angegeben werden. Nahezu die gesamte südliche Seite der Verdachtsfläche schließt mit einer maximal ca. 1.5 m hohen Böschung zur Jahnstraße hin ab. Das Gelände im Westteil des Flst. 2929/1 wurde durch die Anlage einer Parkfläche für PKW's umgestaltet. Die Parkfläche ist als Verebnung angelegt; das Aushubmaterial wurde in Form eines ca. 2 bis 3 m hohen Walls am Ostrand der Parkfläche abgelagert.

Der Ablagerungsbereich stellte vor Beginn der Auffüllungen einen in Nordwest-Südost-Richtung verlaufenden Steinbruch dar, in dem Kalksandsteine des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  (Hauptsandsteine) abgebaut wurden. Anhaltspunkte zum Betriebszeitraum des Steinbruchs können nur nach Zeitzugeangaben wiedergegeben werden. Danach datiert der Beginn des Steinbruchbetriebes in etwa ins letzte Viertel des 19. Jahrhunderts, das Nutzungsende ca. in die 20-er Jahre dieses Jahrhunderts.

Gegen Ende des Betriebszeitraums erfolgte der Sandsteinabbau entlang der nordöstlichen Längsseite; das anfallende Abraummateriale wurde sukzessive in den ausgeräumten Bereichen abgelagert, so daß bereits während des Betriebes eine Teilverfüllung des Steinbruchs vorgenommen wurde. Durch weitere Ablagerungen nach Ende der Abbautätigkeit sowie abschließende Rekultivierungsmaßnahmen (Abdeckung mit bindigem Bodenmaterial) wurde die Ablagerungsfläche nahezu vollständig an das Niveau des umliegenden Geländes angeglichen. Rückschlüsse hinsichtlich Lage und Ausdehnung der



Verdachtsfläche sind daher aufgrund der heutigen Standortmorphologie nur in Teilbereichen möglich. So zeichnet sich die Begrenzung des ehemaligen Steinbruchs innerhalb des Flst. 2969/1 im Nordbereich entlang des Wirtschaftsweges sowie im östlichen Bereich durch Geländedepressionen ab (vgl. Anlage 4, Abb. 2). Die südliche Begrenzung ist bis zum Beginn der Parkfläche durch die Böschung entlang der Jahnstraße vorgegeben.

Die weitere Rekonstruktion von Lage und Ausdehnung der Verdachtfläche stützt sich auf die Auswertung von Karten und Luftbildern sowie Zeitzeugenangaben.

Nach Aktenlage erfolgte im Juni 1928 die Einzäunung des Sportplatzgeländes von Scharnhausen. Maße und Form der Einzäunung sind identisch mit denen der topographischen Karte (1 : 25 000) aus dem Jahr 1930, so daß eine exakte Lokalisierung des ehemaligen Sportplatzgeländes möglich ist (vgl. Anlage 3). Das ehemalige Sportplatzgelände erstreckte sich zum großen Teil über die heutigen Flst. 2969/1 und 2969/2. Ausnahme bildete der östliche, keilförmige Teil des Flst. 2969/1 zwischen Jahnstraße und Wirtschaftsweg (Flst. 2969), der außerhalb der Umzäunung und damit des Sportgeländes lag.

Das Luftbild (Schrägaufnahme) vom Oktober 1928 zeigt das eingezäunte Gelände; im westlichen Teil ist eine Nutzung als Sportplatz erkennbar. Im östlichen Teil sind deutliche morphologische Unregelmäßigkeiten vorhanden, die unter Einbeziehung der Informationen aus der Zeitzeugenbefragung als Abbauwände des ehemaligen Steinbruchs interpretiert werden können.

Auf den Luftbildern der Befliegungsjahre 1943, 1944 und 1945 ist unverändert eine Nutzung als Sportgelände erkennbar. In Teilbereichen, insbesondere in der Westhälfte des Sportplatzes sowie östlich der Umzäunung existieren Vegetationsanomalien, die als fehlender Bewuchs oder starke Reliefunterschiede interpretiert werden können. Auf Basis der Luftbildbefunde sind Rückschlüsse auf die Existenz eines unverfüllten Steinbruchs, insbesondere im keilförmigen Bereich östlich der Umzäunung, möglich. Aufgrund negativer Einflußfaktoren wie schlecht auszuwertender Graustufen und Aufnahmetechnik (Orthophoto) kann jedoch eine eindeutige Interpretation und Ableitung nicht mit Sicherheit vorgenommen werden.

Die Auswertung der Luftbilder der Befliegungen 1959 und 1968 ergibt hingegen nur für den keilförmigen Bereich des Flst. 2969/1 östlich des Sportgeländes wesentliche Änderungen. Im Gegensatz zu den Luftbildern 1943 - 1945 zeichnet sich der betreffende Bereich eindeutig als Fläche ohne Auffälligkeiten, insbesondere Reliefunterschiede, aus. Im Luftbild des Befliegungsjahres 1968 ist zusätzlich am Rand des US-Kasernengeländes unmittelbar nördlich der Verdachtsfläche ein ausgedehnter Schrottplatz für militärisches Gerät zu



erkennen.

Die befragten Zeitzeugen lokalisierten die Lage des ehemaligen Steinbruchs übereinstimmend im Bereich der Osthälfte des Flst. 2269/1 (vgl. Anlage 3). Der Steinbruch wies eine Längenausdehnung in West-Ost-Richtung von ca. 50 bis 60 m bei einer Breite von ca. 20 m auf. Die Angaben zur Tiefe bewegten sich zwischen 5 m und maximal 8 m.

Im Vergleich zu den Befunden der Luftbildinterpretation ist eine deutliche Korrelation mit den Zeitzeugenangaben festzustellen. Auf Basis dieser Erkenntnisse kann die Lage des ehemaligen Steinbruchs und damit der Verdachtsfläche für den Zeitraum 1928 bis ca. 1950 auf die östliche Hälfte des Flst. 2969/1 eingegrenzt werden. Mit den vorliegenden Daten errechnet sich für den genannten Zeitraum eine Ablagerungsfläche von ca. 2 200 m<sup>2</sup>.

Die ursprüngliche Morphologie sowie die Tiefenlage der Basis des ehemaligen Steinbruchs und damit auch die Mächtigkeiten des Auffüllungskörpers können zunächst nur anhand von Zeitzeugenangaben rekonstruiert werden. Weitere Anhaltspunkte ergeben sich durch die Einbeziehung der gegenwärtigen Geländemorphologie. Entsprechend dem Charakter eines Steinbruchs ist unter Einbeziehung des Abbaumaterials (Sandsteine) davon auszugehen, daß insgesamt steile Felsböschungen (80 - 90°) vorhanden waren. Durch die Hanglage ist für den Auffüllungskörper in südlicher Richtung insgesamt eine Mächtigkeitsreduktion anzunehmen. Die Volumenberechnung basiert zusätzlich auf der Annahme, daß eine mehr oder weniger horizontale und ungegliederte Abbausohle vorhanden war. Mit einer durchschnittlichen Tiefe von 5 bis 6 m (Zeitzeugenangaben) kann ein Ablagerungsvolumen von ca. 11 000 bis 13 000 m<sup>3</sup> abgeschätzt werden.

#### **5.1.1 Aktuelle und geplante Nutzungen am Standort und in der Umgebung**

Der überwiegende Teil der Verdachtsfläche in der östlichen Hälfte des Flurstücks 2969/1 unterlag zum Zeitpunkt der Untersuchungen keinen Nutzungen (Brachland), die Oberfläche war mit Wildwuchs (Gräsern) bestanden. Teile der Westhälfte des Flst. 2969/1 wurden als Parkfläche genutzt, die nach Osten durch einen mit Sträuchern und Bäumen bewachsenen Erdwall begrenzt ist. Die restliche Fläche des Flst. wird von Sport- und Freizeitanlagen (Tennisplätzen) und weiteren Parkflächen eingenommen.

Die unmittelbar nordöstlich an die Verdachtsfläche angrenzenden Bereiche sind mit Streuobstwiesen bestanden. Auf den nördlich und nordwestlich gelegenen Flurstücken (Nr. 2961 - 2963, 2969/2) befinden sich in Entfernungen von 10 bis 30 m ebenfalls Sport- und Freizeitanlagen (Vereinsheim mit Gaststätte, Tennisplätze).



Entlang der Südseite der Verdachtsfläche verläuft die Jahnstraße. Unmittelbar südlich der Jahnstraße sowie etwa 50 m von der östlichen Begrenzung der Verdachtsfläche entfernt beginnen Wohngebiete von Scharnhäuser. Ca. 50 m nördlich der Verdachtsfläche beginnt das Gelände eines ehemaligen Stützpunktes der US-Streitkräfte (Scharnhäuser Park).

Nach den vorliegenden Informationen ist im Standortbereich eine Folgenutzung als Siedlungsfläche (Wohngebäude, Kindergarten, Freiflächen) vorgesehen.

## 5.2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse am Standort

Die Verdachtsfläche erstreckt sich im Übergangsbereich der Filderhochfläche zu den angrenzenden Hangbereichen des Körschtales. Nach der geologischen Karte (Anlage 2) sind hier Serien des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  (he2) verbreitet. Durch Einbeziehung der durchschnittlichen Schichtmächtigkeiten in Kombination mit den generellen Lagerungsverhältnissen kann die Lage auf den Profilabschnitt des Hauptsandsteins eingegrenzt werden (vgl. Anlage 2.1).

Detaillkenntnis zum Schichtaufbau am Standort liefert das Profil der Bohrung B4. Diese wurde mit 3 weiteren Bohrungen (B1 bis B3, vgl. Anlage 6) 1991 im Rahmen der Baugrunderkundung nördlich der Verdachtsfläche abgeteufelt; sämtliche Bohrungen wurden als Grundwassermeßstellen DN 125 (5") ausgebaut. Das Bohrprofil in B4 beginnt mit 2.2 m mächtigen feinsandigen Schluffen, die in den tieferen Teilen zunehmend verwitterte Ton- und Sandsteinrelikte führen. Die Abfolge ist genetisch als Filderlehme zu typisieren. Bis 4.2 m unter GOK folgt eine Wechsellagerung geringmächtiger Sandsteine mit Tonmergelsteinen, die in eine ungegliederte Serie von Kalksandsteinen übergeht. Die Kalksandsteine zeigten bereichsweise starke Klüftung, bis 4.2 m war eine deutliche Entfestigung bzw. Verwitterung zu beobachten. Die Festgesteinsfolge kann der Hauptsandsteinserie innerhalb des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  zugeordnet werden.

Zusammenfassend besteht der geologische Aufbau am Standort aus Festgesteinen des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  (Hauptsandstein), die von quartären Serien (Filderlehmen) überdeckt werden.

Hydrogeologisch ist der Schwarze Jura  $\alpha_2$  insgesamt als Klüftgrundwasserleiter zu betrachten. Ausgehend vom Schichtaufbau ist ein Aquifer in den Festgesteinen der Hauptsandsteinserie zu erwarten. Prinzipiell ist bei den Sandsteinserien hinsichtlich der Aquifereigenschaften von einer Doppelporosität, d. h. von einer Matrix- (Poren der Sandsteine) und einer Trennflächenporosität (Klüfte) auszugehen. Da es sich in der Regel um feinkörnige Sandsteine mit karbonatischem Bindemittel handelt, kommt der



Matrixporosität nur im Bereich der Verwitterungszone Bedeutung zu. Für die Sandsteinserien läßt sich näherungsweise ein Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  (Gebirgsdurchlässigkeit) von ca.  $10^{-5}$  bis  $10^{-6}$  m/s abschätzen.

Weiterführende Informationen zu den hydrogeologischen Verhältnissen können durch die Auswertung von Stichtagsmessungen in B4 und den benachbarten Meßstellen B1 bis B3 gewonnen werden. Die Messungen umfassen den Zeitraum Dezember '91 bis Februar '94. Nach den Schichtenverzeichnissen wurde in B4 während des Bohrvorgangs bis zur Endteufe von 8.0 m unter Gelände kein Grundwasser angetroffen. Betrachtet man die Grundwasserganglinie in B4 (Anlage 6.1), traten während des Beobachtungszeitraumes nur vereinzelt meßbare Grundwasserspiegel auf, insbesondere unter entsprechenden hydrologischen Randbedingungen (Niederschlags-, Tauperioden). Die restlichen Meßstellen B1 bis B3 sind durch starke Grundwasserspiegeldifferenzen gekennzeichnet; in B1 und B3 wurde periodisch kein Grundwasserstand registriert. Die Grundwasserganglinien mit deutlichen Spiegeldifferenzen sind als typisch für einen Kluftgrundwasserleiter mit geringer Speicherkapazität zu werten. Das periodische Trockenfallen einzelner Meßstellen ist zusätzlich auf die Meßstellenposition in den Aquiferrandbereichen in Verbindung mit der jeweiligen Ausbautiefe zurückzuführen. Im Aquifer der Hauptsandsteinserie ist insgesamt von freien Grundwasserverhältnissen auszugehen.

Mit den Daten der Stichtagsmessung vom 03.02.94 ergibt sich im Standortbereich eine nach Südwesten in Richtung Körsch einfallende Grundwasseroberfläche mit einem durchschnittlichen hydraulischen Gradienten von  $i \approx 0.025$ . Östlich der Verdachtsfläche ist eine Änderung der Grundwasserfließrichtung nach Südosten in Richtung Krähenbach vorhanden; gleichzeitig erhöht sich der hydraulische Gradient auf  $i \approx 0.10$ . Die abweichenden Grundwasserfließrichtungen im Standortbereich und der Umgebung werden von morphologischen Faktoren (Körschtal, Krähenbachtal) in Verbindung mit den Vorflutverhältnissen und dem Schichtfallen dominiert.

Ausgehend von der maximalen Grundwasserspiegelhöhe in B4 innerhalb des Meßzeitraumes (354.53 m üNN, 27.11.92) kann die Mächtigkeit der ungesättigten Zone bzw. der Grundwasserflurabstand mit mindestens 6 m angegeben werden. Da jedoch erhebliche Spiegeldifferenzen auftreten (s. o.), ist eine Mächtigkeitszunahme der ungesättigten Zone auf Beträge  $> 7$  m möglich. Die Distanz des Grundwasserspiegels, bezogen auf die vermutete Basis der Ablagerung, ist daher ebenfalls starken Schwankungen unterworfen. Basierend auf den Daten des Beobachtungszeitraumes ist im Mittel von einer Grundwasserspiegellage unterhalb der Ablagerungsbasis auszugehen. Dies ist auch zu erwarten, da die Grundwasseroberfläche sicherlich als limitierender Faktor für die Tiefe des Gesteinsabbaus fungierte. Bei



entsprechenden hydrologischen Randbedingungen mit extremen Grundwasserständen (Bsp. 03.02.93, vgl. Anlage 5.1) ist ein temporärer Einstau bzw. eine Durchströmung tieferer Teile des Ablagerungskörpers jedoch nicht auszuschließen.

Die Verhältnisse im Standortbereich können in Anlehnung an das **ALTLASTENHANDBUCH, TEIL 2**, mit dem **hydrogeologischen Standorttyp 8** verglichen werden. Die Grundwasserführung erfolgt in einem uneinheitlichen Festgesteinsgrundwasserleiter; es ist ein hoher Grundwasserstand bei einer freien Grundwasseroberfläche vorhanden.

### 5.3 Chronologie der Akten- und Rechtsvorgänge

Im Zusammenhang mit der zeitlichen Entwicklung der Verdachtsfläche liegen keine relevanten Akten- oder Rechtsvorgänge vor. Ein chronologischer Ablauf ist daher nicht rekonstruierbar.

### 5.4 Ablagerungszeitraum, Nutzungsdauer und Stoffinventar

Die Angaben zum Ablagerungszeitraum und Stoffinventar im Bereich der Verdachtsfläche basieren im wesentlichen auf Zeitzeugenangaben, da entsprechende Akten nicht dokumentiert sind. Nach den vorliegenden Informationen aus der Zeitzeugenbefragung wurde die Verdachtsfläche im Zeitraum 1948/49 bis spätestens 1953 verfüllt. Die Angaben zum Ablagerungszeitraum korrelieren weitgehend mit den Befunden der Luftbildauswertung; die Luftbilder der Befliegungsjahre 1943 - 45 zeigen die Verdachtsfläche in unverfülltem Zustand (Steinbruch?), während 1959 bereits eine Folgenutzung existiert. Für den Zeitraum vor 1948/49 bzw. nach Stilllegung des Steinbruchbetriebes ist nach den vorliegenden Erkenntnissen lediglich von einer temporären Nutzung als Ablagerungsfläche auszugehen.

Auf Basis der vorhandenen Informationen kann die Nutzungsdauer zur Ablagerung von Abfällen in etwa mit 5 Jahren angegeben werden.

Entsprechend den unterschiedlichen Ablagerungszeiträumen ist eine Differenzierung des Stoffinventars möglich. Nach Zeitzeugenangaben wurden bis 1948/49 nur vereinzelt und in geringen Mengen Haus- und Sperrmüll abgelagert. Im Zeitraum 1948/49 bis 1953 wurde die gesamte Verdachtsfläche sukzessive mit Erdaushub, teilweise Bauschutt, verfüllt; untergeordnet wurden in Teilbereichen Hausmüll und hausmüllähnliche Stoffe eingebracht. Zieht man den zeitlichen Hintergrund der Ablagerungen in Betracht, ist davon auszugehen, daß die Zusammensetzung des Hausmülls überwiegend aus mineralischen Komponenten (Glas, Keramik, Metall) bestand.



Nach den gegenwärtig vorliegenden Erkenntnissen (Zeitzeugenbefragung) ergeben sich keine Anhaltspunkte für die Ablagerung von Industrie- und/oder Gewerbeabfällen. Nach Einschätzung der Gewerbe- und Industriestruktur im Einzugsbereich der Verdachtsfläche und im bekannten Ablagerungszeitraum sind im Stoffinventar der Altablagerung gefährdende branchentypische Abfälle weitgehend auszuschließen.

Weiterführende Erkenntnisse zum Stoffinventar der Verdachtsfläche ergeben sich aus den Untersuchungen der orientierenden Erkundung und sind in Teil II, Kap. 5 des vorliegenden Berichts dargestellt.

### **5.5 Betriebstechnische Sicherheitseinrichtungen**

Der Ablagerungszeitraum läßt sich nach den vorliegenden Informationen im wesentlichen auf 1948/49 bis maximal 1953 eingrenzen. Ausgehend von diesen Zeitpunkten ist mit einiger Sicherheit vom Betrieb einer ungeordneten Deponie ("Müllkippe") auszugehen. Entsprechend deren Charakter ist zu erwarten, daß keine betriebstechnischen Sicherheitseinrichtungen wie z. B. Einbau einer Basisabdichtung, Sohlentwässerung oder lagenweiser Einbau und Verdichtung der Abfälle existieren.

Zum Zeitpunkt der Begehung waren im Bereich der Verdachtsfläche keine Bestandteile aus dem vermuteten Stoffinventar sichtbar. Die gesamte Ablagerungsfläche ist heute frei zugänglich.

### **5.6 Durchgeführte Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen**

Nach den vorliegenden Erkenntnissen wurden bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen durchgeführt.

### **6.0 Mögliche Auswirkungen**

Die Ergebnisse der standortspezifischen historischen Erkundung sind Grundlage für die Erstbewertung des Standorts zur Ermittlung des Gefährdungspotentials und des weiteren Handlungsbedarfs.

Für die Beurteilung und Gefährdungsabschätzung von Verdachtsflächen ist generell eine einzelfallspezifische Bewertung zugrundezulegen, d. h. es müssen verschiedene Bewertungskriterien angewandt werden. Priorität besitzt die Schutzgutbetrachtung (Schutzgüter menschliche Gesundheit, Grundwasser, Boden, Luft), die in der Regel eng mit dem Nutzungsbezug verknüpft ist. Weiterhin sind standortspezifische Parameter (Geologie, Hydrogeologie) sowie der Schadstoffbezug im einzelnen zu berücksichtigen.



Wesentliches Merkmal der Bewertung in der historischen Erkundung und der Ableitung von möglichen Folgemaßnahmen ist die potentielle Beeinflussung von Schutzgütern im Bereich oder im Umfeld der Verdachtsfläche. In Abhängigkeit von den Randbedingungen sind für den Einzelfall weitere Parameter wie Schadstoffaustrag, -eintrag sowie Schadstofftransport, -wirkung und Schutzgutbedeutung abzuschätzen.

Ausgehend von den vorhandenen einzelfallspezifischen Daten bestehen für die Verdachtsfläche in Abhängigkeit von weiteren Standortparametern wie beispielsweise Geologie/Hydrogeologie, Stoffinventar oder Folgenutzungen Kriterien, die Gefährdungsmöglichkeiten für einzelne relevante Schutzgüter bewirken können.

Unter Berücksichtigung der genannten Kriterien und Einbeziehung der standortspezifischen Verhältnisse wird die bearbeitete Verdachtsfläche nachfolgend einer Erstbewertung unterzogen. Bei Vorliegen eines relevanten Gefährdungspotentials bzw. Gefährdungsmöglichkeiten für relevante Schutzgüter werden diese kurz dargestellt.

## 6.1 Bewertung

Unter Einbeziehung aller vorhandenen Informationen sind im vorliegenden Fall Gefährdungsmöglichkeiten der expositions- und emissionsrelevanten Schutzgüter **Luft** (Atmosphären/Raumluft), **menschliche Gesundheit** (Boden, Altablagerung) und **Grundwasser** zu bewerten.

### 6.1.1 Schutzgut Luft (Atmosphären/Raumluft)

Gefährdungsmöglichkeiten ergeben sich im wesentlichen aus dem Auftreten sowie potentiellen Emissionen und/oder Immissionen von Deponiegas. Die Zusammensetzung von Deponiegas ist überwiegend durch deponiespezifische Komponenten wie  $\text{CH}_4$  und  $\text{CO}_2$  charakterisiert; zusätzlich können Deponiegasspurenstoffe, meist leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe (LCKW, BTEX) auftreten. Das Gefährdungspotential resultiert bei den deponiespezifischen Parametern aus der Brand- und Explosionsgefahr (Bildung eines explosionsfähigen Gemisches bei  $\text{CH}_4$ -Konzentrationen zwischen 5 und 15 Vol%) bzw. Erstickungsgefahr. Die Deponiegasspurenstoffe sind in Abhängigkeit von den Einzelstoffen als (human)toxikologisch relevant einzustufen.

Die Gasproduktion ist der entscheidende Faktor zur Prognostizierung des Langzeitverhaltens bzw. für die Gefährdungsabschätzung einer Altablagerung. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Deponiegasentstehung und -haushalt primär von internen Faktoren wie Milieubedingungen, Wassergehalt und Temperatur



gesteuert wird. Externe Faktoren wie Luftdruck, Außentemperatur, hydrologische Bedingungen oder Abdeckung der Altablagerung beeinflussen zusätzlich die Emissionssituation.

Der zeitliche Verlauf der Gasproduktion zeigt in Abhängigkeit vom mikrobiellen Abbau der organischen Substanz sowohl qualitativ als auch quantitativ spezifische Zusammensetzungen des Deponiegases. Für das Langzeitverhalten der Deponiegasproduktion bei Altablagerungen können nach Literaturangaben einzelne charakteristische Entwicklungsphasen definiert werden (vgl. Leitfaden Deponiegas, LFU 1992). Grundlage der Erstbewertung und Gefährdungsabschätzung einer Altablagerung im Hinblick auf Deponiegasemissionen ist zunächst eine "Typisierung". Ziel der "Typisierung" ist es, einen Zusammenhang zwischen den standortspezifischen Daten und dem Zustand einer Altablagerung (Deponie) herzustellen. Eine detaillierte Bewertung hinsichtlich des Gefährdungspotentials von Deponiegasemissionen ist jedoch nur unter Einsatz technischer Erkundungsmaßnahmen zu gewährleisten.

Die Charakterisierung des Gashaushaltes erfolgt über die Zuordnung zu einer Entwicklungsphase (s. o.). Es wird davon ausgegangen, daß der Gashaushalt einer Altablagerung im wesentlichen eine Funktion der Merkmalsgrößen Alter, Zusammensetzung (Stoffinventar), Volumen und Einbauart darstellt. Mit Hilfe einer Quantifizierung einzelner Merkmalskombinationen kann der Altablagerung die entsprechende spezifische Entwicklungsphase zugeordnet werden. Einzelheiten zum Verfahren sind dem Leitfaden Deponiegas (LFU, 1992) zu entnehmen.

Im Bereich der Verdachtsfläche wurden nach den vorliegenden Erkenntnissen im Zeitraum von ca. 1948 bis ca. 1953 überwiegend Erdaushub, untergeordnet Bauschutt und Hausmüll, abgelagert. Eine Quantifizierung der Anteile der einzelnen Abfallarten ist nur auf Basis der Zeitzeugenangaben möglich und mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Näherungsweise kann der Anteil an Erdaushub mit ca. 90%, der an Hausmüll mit ca. 10% abgeschätzt werden. Kritische Industrie- und/oder Gewerbeabfälle sind beim gegenwärtigen Erkenntnisstand im Stoffinventar nicht zu erwarten.

Unter Einbeziehung der Kriterien Deponiealter (> 40 Jahre), Volumen (maximal 13 000 m<sup>3</sup>) und Höhe (5 - 6 m) ergibt sich eine Zuordnung zur Entwicklungsphase VI (Luftphase). Die Luftphase ist durch abnehmende CO<sub>2</sub> - Konzentrationen bei steigenden Sauerstoffgehalten gekennzeichnet; Methan tritt in der Zusammensetzung des Deponiegases nicht mehr auf. Gasmigrationen ins Umfeld der Altablagerung können nur noch in Ausnahmefällen auftreten. Nach Literaturangaben (Leitfaden Deponiegas, LFU 1992) sind etwa folgende Deponie- und Permanentgaskonzentrationen zu erwarten:



· CH <sub>4</sub>	0 Vol%
· CO <sub>2</sub>	4 Vol%
· N <sub>2</sub>	78 Vol%
· O <sub>2</sub>	18 Vol%

Die Sauerstoffkonzentrationen sind abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit der Altablagerung, d. h. von der Durchlässigkeit gegenüber Atmosphärenluft.

Die Typisierung bezieht sich zunächst ausschließlich auf die Konzentrationen bzw. Konzentrationsverhältnisse der Deponie- und Permanentgaskomponenten CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>. Mögliche Deponiegasspurenstoffe (Schadstoffgase) führen zu einer Erhöhung des Gefährdungspotentials.

Ausgehend vom vermuteten Stoffinventar sind in Verbindung mit dem zeitlichen Hintergrund der Ablagerungen und dem Einzugsgebiet der ehemaligen Deponie relevante Deponiespurengase wie beispielsweise LCKW oder BTEX nicht oder nur in geringen Konzentrationen zu erwarten.

Zur Bewertung des aktuellen und langfristigen Gefährdungspotentials müssen weitere Faktoren berücksichtigt werden. Der Schadstoffaustrag ist aufgrund der Entwicklungsphase (Phase VI) und des vermuteten Stoffinventars in Verbindung mit dem Volumen der Altablagerung insgesamt als gering einzustufen. Hinsichtlich des Schadstoffeintrags, der Schadstoffwirkung sowie der Schutzgutbedeutung sind die geplanten Nutzungen der Verdachtsfläche entscheidend.

Im Standortbereich ist eine Nutzung als Siedlungsfläche (Wohn- und Freizeitgelände) mit teilweise sensiblen Bereichen (Kindergarten, Spielplatz) vorgesehen. Die Verdachtsfläche dient daher zumindest in Teilbereichen dem dauernden oder zeitweisen Aufenthalt von Personen. Potentielle Gefährdungen ergeben sich in Abhängigkeit von der räumlichen Entfernung und von Standortparametern wie Schadstoffinventar oder Oberflächenabdeckung über Deponiegasemissionen. Bei Vorliegen von entsprechenden Kontaminationen können zusätzlich Belastungen der Raumluft in Gebäuden durch Deponiegasimmissionen auftreten, verursacht durch Diffusion oder vorhandene Wegsamkeiten (Leitungen, Schächte).

Zusammenfassend ist nach Ansicht des Gutachters auf Basis der Erstbewertung bezüglich der Schutzgüter Atmosphären- bzw. Raumluft von einem relevanten Gefährdungspotential auszugehen.



### 6.1.2 Boden: Schutzgut Mensch

In Abhängigkeit vom Stoffinventar sowie der Zusammensetzung und Wirksamkeit der Oberflächenabdeckung der Altablagerung sind insbesondere humanrelevante Gefährdungsmöglichkeiten nicht auszuschließen.

Auf Grundlage des vermuteten Stoffinventars (ca. 90% Erdaushub) und der Oberflächenabdeckung (bindiges Bodenmaterial) ist für die Verdachtsfläche zunächst von einem geringen Gefährdungspotential auszugehen. Analog zum Schutzgut Luft führt jedoch die geplante Folgenutzung zu einer Erhöhung des Gefährdungspotentials; bei entsprechenden Nutzungsvarianten (Spielplatz, Kleingärten) kann ein direkter oder indirekter Kontakt mit Schadstoffen auftreten. Die Ausführungen unter 6.1.1 sind daher synonym für das Schutzgut Mensch (Boden) zu betrachten.

### 6.1.3 Schutzgut Grundwasser

Generell ist aufgrund Mächtigkeit und Zusammensetzung der ungesättigten Zone sowie der Existenz eines inhomogenen Kluftaquifers (Sandsteine im Wechsel mit Ton- bzw. Tonmergelsteinen) von einem geringen Potential hinsichtlich einer Grundwassergefährdung auszugehen. Die Gesteinsdurchlässigkeiten der Sand- und Tonmergelsteinserien sind insgesamt als gering zu bezeichnen (Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f \approx 10^{-6}$  bis  $10^{-7}$  m/s). Entscheidend ist jedoch die Gebirgsdurchlässigkeit; diese kann sowohl in den Ton- als auch Sandsteinfolgen aufgrund von Klüftigkeit deutlich erhöht sein (Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f \approx 10^{-5}$  bis  $10^{-6}$  m/s).

Bezüglich des Schadstoffeintrags muß in Betracht gezogen werden, daß die ungesättigte Zone zwar relativ große Mächtigkeiten aufweist, gleichzeitig jedoch die Gebirgsdurchlässigkeit aufgrund Klüftung stark erhöht sein kann (s. o.). In Abhängigkeit von Zusammensetzung, Mächtigkeit und Wirksamkeit der Oberflächenabdeckung ist durch die Infiltration von Oberflächenwasser ein Schadstoffaustrag bzw. -eintrag in die gesättigte Zone über den Sickerwasserpfad nicht auszuschließen. Im Hinblick auf eingetragene Schadstoffe ist von einem hohen Retardationsvermögen in der ungesättigten im Gegensatz zu einem geringen in der gesättigten Zone auszugehen.

Hinsichtlich Schadstofftransport und -wirkung sind in den grundwasserführenden Festgesteinsfolgen geringe Abstandsgeschwindigkeiten (Größenordnung  $< 1$  m/d) zu erwarten. Die Verhältnisse hinsichtlich einer Ausbreitung potentieller Kontaminationen sind nach dem Altlastenhandbuch als "eher ungünstig" zu bewerten.

Aus der Verfüllung des ehemaligen Steinbruchs resultiert in Verbindung mit der



vermuteten Tiefe (Abbausohle) eine geringe Distanz des freien Grundwasserspiegels zur Basis der Altablagerung. Bei entsprechenden hydrologischen Bedingungen bzw. variierenden Grundwasserspiegeln ist nicht auszuschließen, daß tiefere Teile des Deponiekörpers temporär in die gesättigte Zone einbinden. Unter diesen Bedingungen kann durch den Einstau bzw. die Durchströmung ein direkter Schadstoffaus- bzw. -eintrag ins Grundwasser erfolgen.

Aufgrund der Tatsache, daß es sich um einen oberflächennahen Kluftaquifer mit kleinem Einzugsgebiet, geringem Speichervolumen und daher geringen Ergiebigkeiten handelt, ist das Grundwasser in den Serien des Schwarzen Jura  $\alpha$  insgesamt nur als bedingt nutzungswürdig einzustufen.

Nach den vorhandenen Informationen liegt die Verdachtsfläche außerhalb von Einzugsgebieten für Trinkwasserfassungen; entsprechende Schutzzonen sind im Bereich oder im Umfeld des Standortes nicht ausgewiesen. Das Grundwasser im Bereich oder im unmittelbaren Umfeld der Verdachtsfläche wird nicht zur Brauchwasserentnahme genutzt.

## II Orientierende (technische) Erkundung (Stufe E<sub>1-2</sub>)

### 1.0 Einleitung und Zielsetzung

Um eine Datenbasis für die nachfolgende orientierende Erkundung (E<sub>1-2</sub>) zu schaffen, wurden in der standortspezifischen historischen Erkundung (vgl. Teil I) zunächst Lage und Ausdehnung der Altablagerung sowie das altlastrelevante Stoffinventar, soweit dies rekonstruierbar war, erfaßt.

Die technischen Erkundungsmaßnahmen resultieren im wesentlichen aus der geplanten Folgenutzung des Standortes als Siedlungsfläche. Aufgrund der bekannten früheren flächenspezifischen Nutzung ist im Bezug auf die Verdachtsfläche von einer Altlastenrelevanz mit einem entsprechenden Gefährdungspotential auszugehen. Im Zuge einer Verdachtsflächenerkundung sollte daher festgestellt werden, ob im Bereich der Bauflächen potentielle Kontaminationen der Feststoff-(Boden) und/oder Gasphase (Bodenluft) in der ungesättigten Bodenzone vorliegen.

Zielsetzung der Erkundungsmaßnahmen war die Erfassung und Lokalisierung potentieller Kontaminationen der ungesättigten Zone im Bereich der Verdachtsfläche. Durch Beprobung der Medien Bodenluft und Boden bzw. Inhaltsstoffe der Ablagerung und anschließender Analytik auf organische und anorganische Zielparameter sollte eine Bewertung und Abschätzung des



Gefährdungspotentials für die im Bereich der Verdachtsfläche relevanten Schutzgüter vorgenommen werden (vgl. Ausführungen Teil I, 6.1.1 bis 6.1.3). Um Aussagen hinsichtlich einer Gefährdung des Grundwassers im Bereich der Untersuchungsfläche zu treffen, sollten auch mögliche Kontaminationen in der gesättigten Zone untersucht werden.

Die Geländearbeiten (Sondierungen, Entnahme von Boden- und Bodenluftproben) wurden im Zeitraum 22. - 23.03.1994 durchgeführt.

## **2.0 Bearbeitungsunterlagen**

Sämtliche Informationsquellen, die in die Bearbeitung einbezogen wurden, sind dem Anhang A zu entnehmen.

## **3.0 Durchgeführte Untersuchungen**

Folgende Untersuchungen wurden durch die ENMOTEC Ing. ges. mbH durchgeführt:

- 20 Rammkernsondierungen (Durchmesser 50/36 mm) bis maximal 6.5 m Tiefe.
- Erstellen der Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022.
- organoleptische Ansprache des gewonnenen Kernmaterials.
- Entnahme von insgesamt 80 Bodenproben.
- Entnahme von insgesamt 15 Bodenluftproben.
- Nivellement der Sondieransatzpunkte.
- Durchführung einer Stichtagsmessung in den Meßstellen B1 bis B4 (im Rahmen der historischen Erkundung).

## **3.1 Geländearbeiten**

### **3.1.1 Rammkernsondierungen, Entnahme von Bodenproben**

Ausgehend von der Geländeoberfläche wurden insgesamt 20 Rammkernsondierungen (S1 - S18, S20, S21) im Durchmesser 36/50 mm zur Gewinnung von Boden- und Bodenluftproben abgeteuft. Die Ansatzpunkte der Sondierungen liegen im Bereich der Verdachtsfläche, die sich aus der historischen Erkundung ergeben hatte, in einem Raster mit Abständen von ca. 15 m. Die Rasterabmessungen wurden so gewählt, daß mit einzelnen Sondierpunkten (S8, S21, S13) zusätzlich die Erfassung von Referenzbereichen außerhalb der Verdachtsfläche gewährleistet war. Die Sondierungen erreichten in Abhängigkeit von der Lage unterschiedliche Endteufen zwischen 1.5 m in den Referenzbereichen (S2, S21) und maximal 6.5 m innerhalb der Verdachtsfläche (S3, S16).



Aus dem gewonnenen Kernmaterial wurden jeweils Bodenproben als Mischproben über 1 m - Bereiche, bei Schichtwechseln sowie bei organoleptisch erfaßbaren Auffälligkeiten zur anschließenden Analytik entnommen. Das Probenmaterial für die Analytik auf Organika und Anorganika wurde in 250 ml Schraubdeckelgläser eingebracht. Sämtliche Proben wurden als Doppelproben entnommen.

Sämtliche Sondierungen wurden nach Abschluß der Probenahme mit quellfähigem Tonmaterial (Compactonit) verfüllt.

Die Ansatzpunkte der Sondierungen sind im einzelnen der Anlage 5 zu entnehmen. Die Darstellung der Schichtenverzeichnisse und Sondierprofile nach DIN 4022/4023 ist in Anlage 9 enthalten.

### **3.1.2 Bodenluftprobennahme**

Die Entnahme der Bodenluftproben erfolgte in den Lokationen S1, S3 - S11, S14, S15 und S17 bis S20 jeweils in 2.0 m Tiefe, in S12 in 1.5 m Tiefe. Die in S12 im Vergleich zu den übrigen Lokationen geringere Entnahmetiefe ist durch die Mächtigkeit der Verwitterungszone bzw. die Tiefenlage der unverwitterten Festgesteine des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  außerhalb der Verdachtsfläche bedingt.

Die Probenentnahme wurde über eine spezielle Bodenluftsonde (Dräger-Stütz-Sonde), die als temporäre Gasmeß- und -beprobungsstelle fungierte, vorgenommen. Zur Verhinderung von Atmosphärenluftzutritten wurde der Sondenringraum im Bereich der Geländeoberfläche abgedichtet.

Die Proben zur Analytik auf Deponie- und Permanentgase wurden unter Einsatz eines mobilen Meßgerätes entnommen. Das Gerät fördert Bodenluft (Förderrate max. 0.5 l/min, abhängig von der spezifischen Durchlässigkeit des Bodenmaterials) und mißt kontinuierlich die Parameter  $O_2$ ,  $CO_2$  und  $CH_4$  im Förderstrom. Bei Erreichen der Parameterkonstanz wurde aus dem Förderstrom eine Probe in einen evakuierten 120 ml Glaskolben überführt. Das Protokoll mit den Ergebnissen der vor-Ort Messungen ( $O_2$ ,  $CO_2$  und  $CH_4$ ) ist in Anlage 10 enthalten.

Die Bodenluftproben für die Analytik auf LCKW und BTEX wurden durch Anreicherung und Adsorption auf Aktivkohle gewonnen (NIOSH-Aktivkohle).

### **3.1.3 Stichtagsmessung, Entnahme einer Grundwasserprobe**

Zur Ermittlung der Grundwasserfließrichtung wurde an den Grundwassermeßstellen B1 bis B4 am 03.02.1994 im Rahmen der Verdachtsflächenbegehung eine Stichtagsmessung durchgeführt.



Die ursprünglich im Untersuchungskonzept vorgesehene Entnahme einer Grundwasserprobe aus B4, die ca. 8 m nördlich der Verdachtsfläche liegt (vgl. Anlage 5), konnte nicht durchgeführt werden. Zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung betrug der Wasserspiegel ca. 0.19 m über Rohrbasis, während der Geländearbeiten war kein Wasserspiegel meßbar (ca. 0.05 m über Rohrbasis). Die mehrjährige Grundwasserganglinie der Meßstelle zeigt generell nur vereinzelt meßbare Wasserspiegel mit geringen Beträgen (maximal 0.9 m über Rohrbasis). Es ist insgesamt davon auszugehen, daß in B4 keine Anbindung an den Aquifer existiert, die eine repräsentative Beprobung zuläßt.

Weiterhin wird nach Auswertung des Grundwassergleichenplans deutlich, daß die Meßstelle im Zustrom der Verdachtsfläche lokalisiert ist; die Einbindung in das Untersuchungskonzept als Emittentenmeßstelle zur Erfassung möglicher Beeinflussungen des Grundwassers durch die Verdachtsfläche ist daher nicht möglich.

### 3.2 Analytik

An ausgewählten Proben wurden folgende Laborarbeiten ausgeführt:

#### 3.2.1 Bodenluftanalytik

- Deponie- (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) und Permanentgaskomponenten (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) mittels GC-WLD; 9 Analysen.
- Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX n. DIN 38407 F9/GC-MS); 7 Analysen.
- Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW, 6 Einzelparameter; DIN 38407 F9/GC-MS); 7 Analysen.

#### 3.2.2 Feststoffanalytik

- Gesamtgehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC nach DIN 38409 H3); 11 Analysen.
- extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX nach DIN 38414 S17); 10 Analysen.
- Schwermetalle (Cr ges., Cu, Ni, Pb, Zn n. DIN 38406 H22/ICP-MS); 11 Analysen.
- Mineralölkohlenwasserstoffe (KW n. DIN 38409 H18); 3 Analysen.
- Cyanide gesamt (n. DIN 38405 D13); 3 Analysen.
- Phenolindex (n. DIN 38409 H16); 1 Analyse.

Die Aufschlüsse wurden jeweils nach DIN 38414 S7 hergestellt; der Trockenrückstand wurde nach DIN 38414 S2 berechnet.



Die restlichen Proben dienen als Rückstellproben. Sämtliche Analysemethoden, parameterspezifische Nachweisgrenzen sowie Analyseergebnisse sind den Anlagen 8.1 bis 8.3 zu entnehmen. Die Analyseergebnisse der Feststoffanalytik sind jeweils auf Trockensubstanz (TS) bezogen.

#### **4.0 Lage und Situation des Untersuchungsgebietes**

Topographie und Morphologie sowie die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich des Untersuchungsgebietes sind in TEIL I, PKt. 3.0 und 4.0 ausführlich dargestellt.

#### **5.0 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse im Standortbereich**

##### **5.1 Geologie und Schichtaufbau**

Die Sondierungen lassen in Abhängigkeit von ihrer Lage im Bereich oder außerhalb der Verdachtsfläche einen unterschiedlichen und differenzierten Profilaufbau erkennen.

Innerhalb der Verdachtsfläche beginnt das Profil in allen Sondierungen mit einer Auffüllung. In der Zusammensetzung dominiert die Feinkornfraktion; sie bildet eine Matrix aus gelblichen bis graubraunen, sandigen Schluffen. Charakteristisch sind die Einlagerungen an vollständig entfestigten, grauschwarzen Tonsteinrelikten, die in der Matrix als Tonlinsen auftreten. Lateral und vertikal sind zudem wechselnde Anteile (Volumenanteil ca. 10 bis > 40%) an Grobkornkomponenten zu beobachten. Die Komponenten der Grobfraktion bestehen ausschließlich aus verwitterten Sand- und Kalksteinresten des Schwarzen Jura  $\alpha_2$ ; die Korngrößen bewegen sich in der Kies- und Sandfraktion, teilweise sind auch Steine (> 64 mm) vorhanden. Bereichsweise (S4, S7) sind in die Schlufffolgen zusätzlich geringmächtige sandig-kiesige Lagen eingeschaltet.

Vereinzelt treten innerhalb der Profile Beimengungen an Ziegelresten auf; der Volumenanteil läßt sich generell mit ca. < 10% abschätzen. Das Auftreten von Ziegelresten beschränkt sich auf die Nordwestecke der Verdachtsfläche (Bereich S17-S18), den nördlichen Mittelteil (S3-S4) und die Südostecke (S10-S11). Die Sondierungen S9, S11 und S17 sind zusätzlich durch Beimengungen von Glas- und Keramikresten charakterisiert, die in geringmächtigen Horizonten angereichert waren. Der Volumenanteil kann mit maximal ca. 20% beziffert werden. Punktuell waren im Profil der Sondierung S9 zudem Metall- sowie Knochenreste zu beobachten.

Mit Ausnahme von S9 waren in sämtlichen Sondierprofilen innerhalb der



Auffüllung keine organoleptischen Auffälligkeiten zu beobachten. In S9 fiel der Profilhorizont von 1.4 - 2.0 m unter GOK durch lagen- und nesterartige schwarze Verfärbungen sowie deutlichen Geruch nach Mineralölprodukten auf.

Die Mächtigkeiten der Auffüllung variieren innerhalb der Untersuchungsfläche. Die Mächtigkeitsmaxima orientieren sich mit 6.0 bis 6.2 m unter GOK am Zentral- und Nordteil (S3-S16), während im südöstlichen Bereich (S10) abnehmende Mächtigkeiten bis maximal 4.9 m unter GOK vorhanden sind. Für den Nordwestteil sind keine Angaben möglich, da hier die Endteufe der Sondierungen 4.0 m unter GOK betrug. Bezogen auf m üNN zeigt die Basis der Auffüllung nahezu einheitlich eine Höhenlage von ca. 353 m. Interpoliert man diesen Wert auf den Nordwestteil der Untersuchungsfläche, so sind hier Auffüllungsmächtigkeiten von ca. 5.5 bis 5.7 m zu erwarten.

Im Liegenden der Auffüllung folgen in den Sondierungen S3, S10 und S16 rötlich-braune, schluffige Sande mit hohen Kies- und Steinanteilen. Charakteristisch ist die Zusammensetzung der Kies- und Steinkomponenten aus stark verwitterten Sandsteinrelikten. Diese zeigen eine gelbliche, stark verwitterte Aussenschale, während der Kern aus unverwitterten, grau-braunen Kalksandsteinen besteht. Teilweise wurden auch weiß-gelbliche, stark entfestigte, mergelige Feinsandsteinrelikte angetroffen. Genetisch ist diese Abfolge als Verwitterungszone des unterlagernden Schwarzen Jura  $\alpha_2$  einzuordnen; die Verwitterungsstufen können mit W4 (vollständig verwittert) bis W3 (stark verwittert) klassifiziert werden. Der Übergang in unverwitterte Festgesteine der Hauptsandsteinserie des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  stellt gleichzeitig die Endteufe der Sondierungen dar.

Der tiefere Untergrund besteht aus der Hauptsandsteinserie des Schwarzen Jura  $\alpha_2$ ; die Serie setzt sich aus einer Wechselfolge von Kalksandstein- und Tonmergelsteinen zusammen. Einzelheiten sind dem unter 5.1 in Teil I beschriebenen Profil der Bohrung B4 zu entnehmen.

Die Sondierungen S8, S12, S13, S20 und S21, deren Ansatzpunkte außerhalb der Verdachtsfläche liegen, weisen abweichende Profile auf. Hier folgen im Liegenden des  $A_H$ -Horizontes (i. d. R. Kernverlust) hellbraun-gelbliche, stark feinsandige Schluffe mit steifer Konsistenz und Mächtigkeiten von 1.3 bis maximal 2.0 m unter GOK. Genetisch handelt es sich bei dieser Abfolge um Filderlehme.

Die Filderlehme verzahnen sich mit zunehmender Tiefe mit höheren Teilen des Verwitterungsprofils der unterlagernden Schwarzjura  $\alpha_2$  - Serien (Hauptsandsteine). Ähnlich den Profilen im Verdachtsflächenbereich handelt es sich um kiesig-steinige, teilweise stark schluffige Sande; aufgrund der Kornverteilungen ist eine Zuordnung zu den Verwitterungsstufen W4/W3



möglich. Die Endteufe der Sondierungen lag mit 1.5 m (S21) bis 2.5 m (S20) wiederum im Übergang zu unverwitterten Festgesteinen (Hauptsandsteine).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß außerhalb der Verdachtsfläche ein ungestörtes Boden- bzw. Schichtprofil entwickelt ist; es zeigt quartäre Filderlehme über stark verwitterten Serien des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  (Hauptsandsteine). Aufgrund des (anthropogen) unbeeinflußten Schichtaufbaus können diese Profile im folgenden bei der Ermittlung standortspezifischer geogener Hintergrundkonzentrationen relevanter Einzelstoffe im Sinne eines Referenzbereichs herangezogen werden.

Die im Verdachtsflächenbereich vorhandene Auffüllung kann aufgrund ihrer Zusammensetzung als bindiges Bodenmaterial (Erdaushub) mit geringen Anteilen an weiteren Baurestmassen (Ziegelbruchstücke) und mineralischen Hausmüllkomponenten charakterisiert werden. Der Anteil des Aushubmaterials am Gesamtvolumen der Altablagerung kann mit  $\geq 95\%$  abgeschätzt werden; eine Differenzierung in standortgebundenes (Steinbruchabraum) und standortfremdes Material ist nicht möglich. Ausgehend von den in den Sondierprofilen vorhandenen diskreten Übergängen Auffüllung - verwitterte Sandsteine und der nahezu einheitlichen Höhenlage ist davon auszugehen, daß die Auffüllungsbasis die Abbausohle des ehemaligen Steinbruchs nachzeichnet. Die in den Sondierungen angetroffene Zusammensetzung und Mächtigkeit der Auffüllung weist insgesamt eine hohe Korrelation mit den Informationen der Zeitzeugenbefragung (historische Erkundung) auf.

In westlicher und südlicher Richtung wurde die Begrenzung der Altablagerung nicht erreicht, da sich der Untersuchungsbereich ausschließlich auf den Bereich mit geplanten Folgenutzungen erstreckte. Nach den Erkenntnissen aus der historischen Erkundung ist jedoch mit einiger Sicherheit davon auszugehen, daß der westlich an den Untersuchungsbereich anschließende Teil bereits vor den 20-er Jahren im Zuge des Steinbruchbetriebes mit Abraum verfüllt wurde. In südlicher Richtung ist die Jahnstraße als Begrenzung des ehemaligen Steinbruchs und damit der Altablagerung zu vermuten. Unter Einbeziehung aller Daten kann das Ablagerungsvolumen des untersuchten Verdachtsflächenbereiches mit ca. 17 000 m<sup>3</sup> berechnet werden.

Die Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile der Sondierungen sind im einzelnen der Anlage 9 zu entnehmen. Die generelle geologische Situation im Standortbereich zeigen die Profile der Anlagen 2.1 und 5.1.

## 5.2 Hydrogeologischer Aufbau, Grundwasserhydraulik

Basierend auf den Daten der Stichtagsmessung vom 03.02.94 ergibt sich für den Bereich nördlich der Verdachtsfläche eine nach Südwesten einfallende



Grundwasseroberfläche mit einem durchschnittlichen hydraulischen Gradienten von  $i \approx 0.025$ .

Mit Ausnahme von S3 und S16 wurde in den Sondierungen weder Schicht- noch Grundwasserführung angetroffen. In S3 und S16 waren in den Sanden der Verwitterungszone deutlich erhöhte Wassergehalte festzustellen; mit Hilfe einer Extrapolation über den in B4 gemessenen Grundwasserspiegel und dem durchschnittlichen hydraulischen Gradienten ist eine Zuordnung dieses Bereiches zur Kapillarzone wahrscheinlich. Für den Zeitpunkt der Untersuchungen ist der Grundwasserspiegel im Verdachtsflächenbereich bei ca. 353 m üNN anzunehmen (vgl. Anlage 5.1). Abhängig von den hydrologischen Randbedingungen können jedoch auch höhere Grundwasserspiegel mit der Folge eines temporären Einstaus tieferer Teile der Ablagerung auftreten (vgl. Ausführungen unter 5.2, Teil I).

## 6.0 Darstellung der Analysenergebnisse

Die Festlegung des Analytikmusters, d. h. die Zuordnung einzelner Analysenparameter zu Aufschlüssen bzw. den entsprechenden Proben, erfolgte im wesentlichen mit der Zielsetzung, potentielle Boden- bzw. Bodenluftkontaminationen zu erfassen, aus denen sich im Hinblick auf die geplanten Folgenutzungen am Standort kritische Bereiche ergeben. Zusätzliches Kriterium für die Probenauswahl bildeten organoleptisch erkennbare Auffälligkeiten von Einzelproben. Da zunächst von einem heterogenen Stoffspektrum auszugehen war, wurde aus Gründen der Wirtschaftlichkeit bei der Organik eine sinnvolle Beschränkung des Analytikumfangs auf Summen- und Gruppenparameter, wie TOC und EOX, angestrebt.

### 6.1 Feststoffanalytik

#### 6.1.1 Gesamtgehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC)

Als Screening-Methode zur Beurteilung, in welchen Teilbereichen des Standorts Bodenbelastungen durch organische Stoffe vorliegen, wurde an insgesamt 12 Proben der Gesamtgehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC) bestimmt.

Die Interpretation von TOC-Konzentrationen ist generell mit einer gewissen Problematik verbunden. Zunächst wird bei der Analytik außer organischen Komponenten auch elementarer Kohlenstoff (z. B. Kohle) miterfaßt. Zusätzlich ist keine Trennung der organischen Komponenten in geogen, wie beispielsweise Huminstoffe oder Holzreste, und anthropogen bedingte Anteile (Kontaminanten) möglich. Vergleichbar anderen Parametern, wie z. B. Schwermetalle, läßt sich in der Regel die standortspezifische Hintergrundkonzentration ("Grundlast")

ermitteln; diese setzt sich aus der lokalen geogenen Grundkonzentration und der anthropogenen Belastung zusammen. Durch den differenzierten vertikalen Profilaufbau im Standortbereich (Auffüllung, Filderlehme, Verwitterungszone des Schwarzen Jura  $\alpha_2$ ) ist zunächst davon auszugehen, daß die einzelnen Profilhorizonte entsprechend ihrer Genese bereits variierende, geogen bedingte TOC-Konzentrationen aufweisen. Bei der Entnahme der Bodenproben wurde diese Tatsache durch eine dem vertikalen Profilaufbau entsprechende Probenentnahme berücksichtigt.

Um über die Ermittlung der standortspezifischen Hintergrundkonzentrationen sowie der Trennung geogener von möglichen anthropogenen Anteilen zu einem Bewertungsansatz zu gelangen, wurde eine Problemlösung über Statistik, Referenzwerte außerhalb des Verdachtsflächenbereiches und Vergleich mit Literaturdaten angestrebt. Da mit den Proben ein im Hinblick auf das angestrebte Zielkriterium (Bestimmung der standortspezifischen Hintergrundkonzentration) ausreichender Datensatz zur Verfügung stand, wurde für den Profilhorizont Auffüllung eine einfache statistische Auswertung (deskriptive Statistik) durchgeführt. Da die Meßwerte insgesamt geringe Varianzen aufwiesen, wurden die Parameter arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung ( $\sigma_n$ ) bestimmt.

Zu Vergleichszwecken wurde die im Referenzbereich östlich der Verdachtsfläche (S12) aus dem Profilhorizont Filderlehme entnommene Probe herangezogen. Zusätzliche Daten zu geogenen TOC-Gehalten ( $C_{org}$ ) lagen aus Literaturangaben (GRATHWOHL, 1989 und SANNS, 1990) zu Proben vor, die aus Substraten vergleichbarer Zusammensetzung und Genese gewonnen wurden.

Für den Profilhorizont Auffüllung wurden folgende Statistikparameter ermittelt:

- $\bar{x}$  49 100 mg/kg TS
- $\sigma_n$  6 454 mg/kg TS

Ein Vergleich der TOC-Gehalte läßt generell eine mehr oder weniger homogene Verteilung mit hohen Konzentrationsniveaus innerhalb der Verdachtsfläche erkennen; ausgeprägte laterale oder vertikale Trends sind nicht vorhanden. Die an den Einzelproben analysierten Konzentrationen liegen im Profilhorizont der Auffüllung im Bereich des berechneten Mittelwertes. Der Mittelwert der TOC-Konzentrationen wird daher im folgenden als standortspezifische Hintergrundkonzentration (SHK) für den Profilhorizont Auffüllung definiert. Unter Einbeziehung der SHK als Bewertungskriterium kann eine Abgrenzung von belasteten (= über der SHK liegenden) Bereichen vorgenommen werden.

Tabelle 1 zeigt die Konzentrationen im Referenzbereich sowie die zitierten Vergleichsdaten für den Profilhorizont Filderlehme. Der TOC-Gehalt ist in mg/kg



TS bzw. in ( ) in Gew%, die C<sub>org</sub>-Gehalte in Gew% angegeben:

**Tabelle 1: TOC-/C<sub>org</sub>-Konzentrationen, Referenzbereich und Vergleichssubstrate**

Parameter	Filderlehme	Lößlehm	TSt $\alpha$	SSt $\alpha$	TSt $\epsilon$
Standort (S12)	56 000 (5.60)	-	-	-	-
Literaturdaten C <sub>org</sub> *	-	0.26	0.5 - 2.2	0.84	6.4 - 11.1

**Anm.:** \* Angaben nach GRATHWOHL (1989) und SANNS (1990)

TSt  $\alpha$  Vergleichssubstrat Tonsteine d. Schwarzen Jura  $\alpha_1$  u.  $\alpha_3$ , WO - W2

SSt  $\alpha$  Vergleichssubstrat Sandsteine d. Schwarzen Jura  $\alpha_2$ , WO

TSt  $\epsilon$  Vergleichssubstrat Tonsteine d. Schwarzen Jura  $\epsilon$ , W1

Vergleicht man die SHK der Auffüllung ( $4.91 \pm 0.65$  Gew%) mit der im Referenzbereich für die Filderlehme ermittelten Konzentration (5.60 Gew%), so sind diese nahezu identisch. In Verbindung mit den Sondierprofilen, die für die Auffüllung im Verdachtsflächenbereich eine Zusammensetzung ähnlich der im Referenzbereich erbrachten, ist davon auszugehen, daß die Auffüllung weitgehend aus standortgebundenem bis standortnahem Bodenmaterial wie beispielsweise Filderlehmen besteht. Als Indiz für diesen Sachverhalt sind auch die Informationen aus der historischen Erkundung zu werten; nach Zeitzeugenangaben wurde die Verdachtsfläche sowohl mit Abraummateriale des ehemaligen Steinbruchs als auch Erdaushub verfüllt.

Im Vergleich mit den Literaturdaten ist zu berücksichtigen, daß die Filderlehme aufgrund ihrer Genese aus Verwitterungsmaterial des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  (Tonsteine, Sandsteine) und Löß bzw. Lößlehm TOC/C<sub>org</sub>-Gehalte besitzen, die je nach Anteil der Einzelsubstrate Variationen unterworfen sein können. Die relativ große C<sub>org</sub>-Konzentrationsspanne der Tonsteine (TSt  $\alpha$ ,  $\epsilon$ ) ist auf Varianzen zurückzuführen, die sowohl aus der primären Zusammensetzung des fossilen organischen Materials als auch den absoluten Gehalten, die mit zunehmendem Diagenese- bzw. Inkohlungsgrad durch Konvergenz (Endprodukte z. B. Kerogen, Bitumen, Kohle) steigen, resultieren. Bei der Verwitterung kommt es durch Oxidations- und Hydrolysevorgänge zu rückläufigen Entwicklungstendenzen. Infolge von Veränderungen des organischen Materials ist eine Abnahme des C<sub>org</sub> zu beobachten, bei Tonsteinen teilweise bis auf ein Viertel des ursprünglichen Gehalts. Bodenbildungsprozesse führen zu einer Anreicherung von organischem Material; hierbei handelt es sich jedoch überwiegend um Huminstoffe.

Die in Tabelle 1 für Ton- und Sandsteine angegebenen Werte beziehen sich auf nicht bis gering verwittertes Material der Verwitterungsstufen WO bis W2; mit zunehmendem Verwitterungsgrad, der für das Reliktmaterial in den Filderlehmen



anzunehmen ist, sind generell quantitative (Reduzierung) und qualitative Änderungen des organischen Materials und damit des  $C_{org}$ -Gehaltes vorhanden. GRATHWOHL (1989) nennt für Schwarzjura  $\alpha$ -Tonsteine der Verwitterungsstufe W4, die einem stark schluffigen Ton entsprechen, einen  $C_{org}$ -Gehalt von 0.59 Gew%. Unter Einbeziehung dieser Randbedingungen kann für Filderlehme näherungsweise ein  $C_{org}$  von ca. 0.5 - 1.0 Gew% abgeschätzt werden.

Es zeigt sich, daß die TOC/ $C_{org}$ -Gehalte des beprobten Materials im Verdachtsflächen- und Referenzbereich deutlich über dem für Filderlehme abgeschätzten  $C_{org}$ -Konzentrationsbereich liegen. Dies ist mit einiger Sicherheit durch die Materialzusammensetzung bedingt. Insbesondere die Filderlehme, untergeordnet auch das Material der Auffüllung, weisen im Standortbereich hohe Anteile an gering verwitterten Tonsteinaggregaten auf. Nach den vorliegenden Erkenntnissen treten im Hangenden der Hauptsandsteinserie oberflächennah Tonsteine auf, die vertikal eine wenig differenzierte Verwitterungszone aufweisen. Im Profil der Bohrung B4 wurden Tonsteine unterschiedlicher Verwitterungsgrade im Tiefenbereich von 0.8-2.2 m unter GOK erbohrt (vgl. Anlage 5.1). Es ist davon auszugehen, daß durch die Einbindung gering verwitterten Tonsteinmaterials insgesamt höhere  $C_{org}$ -Gehalte der Filderlehme resultieren, als dies bei vollständig verwittertem Material bzw. anderen Ausgangsgesteinen (Sandsteinen) zu erwarten ist. Zieht man weiterhin in Betracht, daß es sich um überwiegend dunkle Tonsteine handelt, so ist zusätzlich ein bereits durch die Genese bedingter höherer Gehalt an fossilem organischem Material anzunehmen. Tabelle 1 enthält  $C_{org}$ -Gehalte, die an vergleichbaren Tonsteinen des Schwarzen Jura  $\epsilon$  (TSt  $\epsilon$ ) bestimmt wurden; es wird deutlich, daß diese wesentlich höhere  $C_{org}$ -Gehalte besitzen, die trotz Einschränkungen (unverwittertes, teilweise bituminöses Material) in etwa mit den TOC/ $C_{org}$  der Proben aus dem Standortbereich korrelieren.

Als weiteren Effekt, der in der Analytik zu höheren TOC-Konzentrationen führen kann, sind pedologische Faktoren in Betracht zu ziehen. Insbesondere Proben, die aus den oberen Bodenhorizonten stammen, enthalten hohe Anteile bestimmter Fraktionen organischen Materials wie Huminstoffe oder Holz(Wurzel)reste. Analog ist dieser Effekt auch für einzelne (Bsp. S11), insbesondere oberflächennah (bis 1.0 m Tiefe) entnommene und analysierte Proben nicht auszuschließen. Teilweise waren in den Sondierprofilen Wurzelreste bereits visuell zu erkennen.

Anhand der Berechnungen und Vergleiche sind die TOC- bzw.  $C_{org}$ -Gehalte des Materials im Verdachtsflächen- (Mittelwert Auffüllung) bzw. Referenzbereich (Filderlehme) als **geogene bzw. pedogene Hintergrundkonzentrationen** zu interpretieren.

Bei Betrachtung aller Einzelkonzentrationen im Bereich der untersuchten Fläche



zeigen nahezu alle Proben TOC-Gehalte, die im Bereich der standortspezifischen Hintergrundkonzentration liegen. Die laterale und vertikale Konzentrationsverteilung läßt keine einheitlichen Trends erkennen. Mit Ausnahme der Probe S11/1.0m (61 000 mg/kg TS) wurde die SHK in keiner Probe überschritten. Zieht man die SHK als Bewertungskriterium heran, sind im Bereich der Untersuchungsfläche nach den vorliegenden Erkenntnissen keine Belastungen des Auffüllungsmaterials durch organische Kontaminanten erfaßbar.

Die analysierten TOC-Konzentrationen sind in Anlage 8.2 in tabellarischer Form, Analysenmethodik und Nachweisgrenze in der Anlage 8.1 dargestellt.

#### **6.1.2 Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)**

EOX wurden an insgesamt 8 Proben analysiert. In sämtlichen untersuchten Bodenproben lagen die EOX-Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze von 0.1 mg/kg TS.

Die EOX-Konzentrationen sind der Anlage 8.2 in Form einer Tabelle zu entnehmen. Analysenmethodik und Nachweisgrenze sind in der Anlage 8.1 dargestellt.

#### **6.1.3 Kohlenwasserstoffe nach DIN 38409 H18 (KW)**

Mineralölkohlenwasserstoffe wurden nur an Einzelproben analysiert, die organoleptisch erkennbare Auffälligkeiten (mineralische Hausmüllkomponenten, Färbung, Geruch) aufwiesen (S9/2.0m, S11/1.0m, S17/3.0m). Es wurden insgesamt 3 Proben (vgl. Anlage 8.2) analysiert.

Die Proben zeigten überwiegend KW-Gehalte unterhalb der Nachweisgrenze von 10 mg/kg TS. Die Maximalkonzentration im Standortbereich wurde in der Probe S9/2.0m mit 400 mg/kg TS in der Auffüllung detektiert. Der Probenhorizont war im Profil durch schwarze Verfärbungen und starken Geruch nach Mineralölprodukten gekennzeichnet.

In der Anlage 8.2 sind sämtliche KW-Konzentrationen in Tabellenform enthalten. Analysenmethodik und Nachweisgrenze sind in der Anlage 8.1 dargestellt.

#### **6.1.4 Phenolindex nach DIN 38409 H16**

Der Phenolindex wurde lediglich an einer Probe (S9/2.0m) analysiert, da hier entsprechende Belastungen nicht auszuschließen waren (Organoleptik). Die Probe wies einen Phenolindex unterhalb der Nachweisgrenze von 1 mg/kg TS auf.



Das Analyseergebnis ist der Anlage 8.2, Analysenmethodik und Nachweisgrenze der Anlage 8.1 zu entnehmen.

### 6.1.5 Schwermetalle

Die Schwermetallanalytik umfaßte an insgesamt 11 Bodenproben die Einzelparameter Blei (Pb), Chrom ges. (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni) und Zink (Zn). Generell zeigten sämtliche analysierten Proben bei allen Einzelparametern eine mehr oder weniger homogene Verteilung innerhalb der Untersuchungsfläche mit insgesamt geringen Konzentrationsniveaus.

Auf Basis der vorhandenen Daten ist, analog zu den TOC-Gehalten, eine einfache statistische Auswertung (deskriptive Statistik) möglich. Ausgehend von geringen Variationsbreiten der Metallkonzentrationen wurden die Parameter arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung bestimmt.

Zum Vergleich wurden die Schwermetallkonzentrationen der im Referenzbereich (S12) aus den Filderlehmen entnommenen Probe herangezogen. Weitere Daten zu geogenen Schwermetallgehalten liegen aus Literaturangaben (LFU, 1990) vor, die an Proben aus Substraten vergleichbarer Zusammensetzung und Genese gewonnen wurden. Zusätzlich wurden die in der VwV Anorganische Schadstoffe (UM, 1993) zitierten Hintergrundwerte ( $H_{\text{ges.}}$ , Tongehaltsgruppe T3) verwendet.

Die Tabelle 2 enthält die nach den angegebenen Verfahren ermittelten Statistikparameter für den Profilhorizont Auffüllung sowie die Vergleichsdaten aus dem Referenzbereich (Filderlehme) und der Literatur. Die Gehalte sind jeweils in mg/kg TS angegeben:

**Tabelle 2: Schwermetallkonzentrationen, Statistik Standort und Vergleichsdaten**

Parameter	Standort			Literaturdaten		
	Auffüllung		Filderlehme	Löß*	TSt*	VwV Anorg**
	$\bar{x}$	$\sigma_n$				
Pb	33.7	21.7	30	21 - 27	27 - 33	40
Cr	39.5	9.3	41	29 - 39	39 - 49	50
Cu	20.1	5.5	17	14 - 22	30 - 37	30
Ni	35.6	11.7	45	19 - 29	69 - 90	130
Zn	111.8	69.1	150	44 - 54	94 - 130	150



<b>Anm. zu Tab. 2:</b>	$\bar{x}$	arithmetischer Mittelwert	$\sigma_n$	Standardabweichung
	*	Vergleichssubstrate nach LfU 1990, mittlere Gehalte		
		TSt Tonsteine d. Unteren und Mittleren Juras		
	**	Vergleichssubstrat Mineralboden, Tongehaltsgruppe T3, UM 1993		
		Ni, Zn f. Böden aus Ton-/Tonmergelsteinen d. Schwarzen Jura		

Im Vergleich zeigt der Statistikparameter  $\bar{x}$  der einzelnen Schwermetalle für den Profilhorizont Auffüllung weitgehende Übereinstimmung mit den Werten des Referenzbereiches (Filderlehme). Dies ist, wie bereits bei den TOC-Gehalten, zunächst als weiteres Indiz für eine den Filderlehmen weitgehend identische Zusammensetzung des Auffüllmaterials aus standortnahe Bodenaushub bzw. standortgebundenem Abraummateriale (ehem. Steinbruch) zu werten.

Für die Filderlehme existieren in der Literatur keine identischen Vergleichssubstrate. Analog der Vorgehensweise beim TOC ist jedoch eine Zuordnung unter Berücksichtigung der Genese aus Löß/Lößlehm und Verwitterungsprodukten der Ausgangsgesteine, überwiegend Tonsteine, möglich. Dabei ist zu berücksichtigen, daß verschiedene Einflußfaktoren wie Lößeinwehungen oder Bodenbildungsprozesse zu Abweichungen bei den angegebenen Werten der Vergleichssubstrate führen können. Insbesondere ist zu erwarten, daß mit zunehmendem Lößanteil in Böden aus Tonsteinen, vergleichbar den Verhältnissen im Standortbereich, ein Verdünnungseffekt bei Pb, Cu, Cr und Ni auftritt.

Im Vergleich mit den Literaturdaten zeigen die Filderlehme bzw. die Auffüllung Schwermetallkonzentrationen, die den Konzentrationsbereichen (mittlere Gehalte) in Böden aus Tonsteinen des Unteren und Mittleren Jura zugeordnet werden können. Lediglich bei Cu ist eine Verschiebung in Richtung Löß mit insgesamt geringeren Gehalten zu beobachten. Die Interpretation der Vergleiche läßt den Schluß zu, daß die Schwermetallgehalte der Filderlehme (bzw. der Auffüllung) überwiegend von den unterlagernden Tonsteinen des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  dominiert werden. Der Effekt einer Dominanz des Ausgangsgesteins gegenüber Deckschichteneinflüssen ist auch aus den TOC/ $C_{org}$ -Gehalten abzuleiten (vgl. Ausführungen unter 6.1.1).

Ein zusätzlicher Vergleich mit der zitierten VwV (UM 1993) läßt erkennen, daß die ermittelten SHK der Schwermetalle weitgehend den Hintergrundwerten entsprechen. Die SHK für Cu und Ni liegen in der Auffüllung bzw. den Filderlehmen deutlich unter den angegebenen Hintergrundwerten (vgl. Tabelle 2).

Für den Profilhorizont Auffüllung werden die Mittelwerte  $\bar{x}$  im folgenden als standortspezifische Hintergrundkonzentrationen (SHK) der einzelnen Schwermetalle definiert. Sie werden gemeinsam mit Orientierungswerten



(Prüfwerten) als Bewertungskriterien herangezogen (vgl. Kap. 7.0). Aufgrund der absoluten Konzentrationshöhen sowie deren geringe Varianz sind, unter Einbeziehung der nahezu identischen Gehalte in vergleichbaren Substraten (Standort + Literaturdaten), die SHK der Einzelparameter in der Auffüllung weitgehend als geogen/pedogen bedingte Hintergrundkonzentration ("Grundlast") zu interpretieren.

Bezogen auf die SHK zeigt der Großteil der Proben, die aus der Auffüllung analysiert wurden, Schwermetallkonzentrationen, die im Bereich der jeweiligen standortspezifischen bzw. geogenen Hintergrundkonzentrationen liegen. Lediglich in Einzelproben sind bei den Parametern Blei (S7/2.0m) und Zink (S7/2.0m, S10/4.0m) die Konzentrationen gegenüber der Bezugsgröße SHK geringfügig erhöht. Die Untersuchungsfläche läßt insgesamt kein spezifisches Verteilungsmuster mit deutlichen Belastungsschwerpunkten erkennen. Ausgeprägte Tendenzen zu vertikalen Konzentrationsverteilungen sind nicht vorhanden. Korrelationen erhöhter Schwermetallgehalte mit entsprechenden Bestandteilen der Auffüllung (mineralische Hausmüllkomponenten) sind nicht möglich.

Die Schwermetallkonzentrationen sind in Anlage 8.2 in Form einer Tabelle dargestellt. Analysenmethodik und Nachweisgrenzen sind der Anlage 8.1 zu entnehmen.

#### **6.1.6 Cyanide gesamt**

In sämtlichen analysierten Proben lagen die Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze von 1.0 mg/kg TS.

Analysenmethode und Nachweisgrenzen sind in Anlage 8.1, die Analysenergebnisse im einzelnen in Anlage 8.2 dargestellt.

### **6.2 Bodenluftanalytik**

Zur Abschätzung potentieller Gefährdungsmöglichkeiten, die sich im Verdachtsflächenbereich über Belastungen der Gasphase (Bodenluft, Atmosphärenluft) ergeben können, wurde an Proben aus Bereichen, die aufgrund der geplanten Nutzungscharakteristik als kritisch bzw. sensibel einzustufen sind, eine Analytik der Gasphase durchgeführt.

#### **6.2.1 Deponie- und Permanentgaskomponenten**

Insgesamt 9 Proben wurden auf die Parameter

- Deponiegaskomponenten: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>
- Permanentgaskomponenten: N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

untersucht.



Die Methankonzentrationen lagen in allen untersuchten Proben unterhalb der Nachweisgrenze von 0.1 Vol%.

CO<sub>2</sub> konnte in nahezu allen analysierten Proben nachgewiesen werden. Die Absolutkonzentrationen lagen in mehreren Proben im Bereich der Nachweisgrenze von 0.1 Vol%; die Maximalkonzentration wurde mit 2.5 Vol% in der Probe S3 detektiert.

Die laterale Verteilung der CO<sub>2</sub>-Gehalte läßt Schwerpunkte im Bereich der Sondierungen S3 (2.5 Vol%) und S6 (1.4 Vol%) erkennen, in denen die Konzentrationen gegenüber den Randbereichen der Verdachtsfläche mit maximal 0.3 Vol% (S9) deutlich erhöht sind. Die erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Bereich der Sondierungen S3 und S6 weisen keine Korrelation mit entsprechenden Stoffkomponenten (Hausmüll) in den Profilen auf.

CO<sub>2</sub>-Gehalte aus Referenzbereichen des Standorts, die wie bei der Feststoffanalytik zur Ermittlung der geogenen/pedogenen Hintergrundkonzentration als Bewertungskriterium herangezogen werden können, liegen nicht vor. Näherungsweise können die im Zuge der Probenahme aufgezeichneten Meßwerte verwendet werden; Einschränkungen ergeben sich aus gerätetechnisch bedingten Effekten (Empfindlichkeit, Ablesegenauigkeit). Analog zu den Analytikergebnissen wurden die maximalen CO<sub>2</sub>-Gehalte innerhalb der Ablagerungsfläche im Bereich der Sondierungen S3 und S6 mit 4.0 bzw. 3.0 Vol% gemessen; die Meßwerte an den restlichen Punkten lagen zwischen 1.0 und 2.0 Vol%. Die in den Sondierungen S12 und S20 im Referenzbereich ermittelten Meßwerte betragen 2.0 bzw. 2.5 Vol%.

Es existieren zahlreiche Parameter, z. B. Vegetationsart, Korngrößenverteilung des Bodens, biologische Aktivität etc., die die Absolutgehalte des CO<sub>2</sub> und dessen Verteilung in der Porenluft steuern. Nach Literaturangaben kann für vergleichbare Standortbedingungen wie im Bereich der Verdachtsfläche in etwa ein natürlicher CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Bodenluft von 1 bis maximal 3 Vol% angegeben werden.

Die Konzentrationen der Permanentgaskomponenten zeigen insgesamt geringe Schwankungen (O<sub>2</sub>: 19.9 - 21.6 Vol%; N<sub>2</sub>: 76.8 - 79.0 Vol%). Lediglich in den Proben S3 und S6, in denen erhöhte CO<sub>2</sub>-Gehalte nachgewiesen wurden, sind durch geringere O<sub>2</sub>- und N<sub>2</sub>-Konzentrationen gekennzeichnet.

Ausgehend von den Absolutkonzentrationen der Deponie- und Permanentgaskomponenten kann die Verdachtsfläche hinsichtlich des Gashaushalts der Entwicklungsphase VI (Luftphase) zugeordnet werden. Diese Zuordnung ergibt sich bereits aus der historischen Erkundung (vgl. Teil I, 6.1.1). Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß das Stoffinventar der Altablagerung nach

den Ergebnissen der technischen Erkundung mit  $\geq 95$  % Aushub- bzw. Abraummaterial anzusetzen ist. Entsprechend ergeben sich nur geringe Anteile an Hausmüll oder hausmüllähnlichen Abfällen, die, bedingt durch den zeitlichen Hintergrund der Ablagerungen, nahezu ausschließlich aus mineralischen Komponenten bestehen. Aufgrund des Stoffinventars ist davon auszugehen, daß eine Deponiegasproduktion nur lokal in Bereichen mit entsprechender Zusammensetzung (Hausmüll) in geringem Umfang stattgefunden hat.

Unter Einbeziehung der genannten Fakten ist mit einiger Sicherheit davon auszugehen, daß es sich bei den  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen im Bereich der Verdachtsfläche weitgehend um geogen/pedogen bedingte Hintergrundkonzentrationen mit den entsprechenden Variationsbreiten handelt.

Die Analysenmethode und Nachweisgrenzen sind der Anlage 8.1, die Deponie- und Permanentgaskonzentrationen der Bodenluftproben der Anlage 8.3 in tabellarischer Form zu entnehmen. Anlage 7.1 enthält eine graphische Darstellung der lokalen Verteilung der Deponie- und Permanentgaskonzentrationen im Bereich der Verdachtsfläche.

#### **6.2.2 Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW)**

7 Proben wurden auf folgende Einzelparameter untersucht:

- Tetrachlorethen (PCE, "Per")
- Trichlorethen (TCE, "Tri")
- 1.1.1-Trichlorethan (TCA, "1.1.1-Tri")
- Tetrachlorkohlenstoff (TCC)
- Trichlormethan (TCM, Chloroform)
- Dichlormethan (DCM, Methylenchlorid)

In allen untersuchten Proben lagen sämtliche Einzelparameter unterhalb der stoffspezifischen Nachweisgrenze von  $0.1 \text{ mg/m}^3$ .

Die Analysenmethode und Nachweisgrenzen sind der Anlage 8.1, die Analyseergebnisse im einzelnen der Anlage 8.3 zu entnehmen.

#### **6.2.3 Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)**

An 7 Bodenluftproben wurde der Gehalt an BTEX mit folgenden Einzelsubstanzen analysiert:

- Benzol
- Toluol
- Ethylbenzol

- o-Xylol
- Summe m,p-Xylol

Von den analysierten Einzelstoffen wurden Toluol, Ethylbenzol und Xylole in den Proben S4, S6 und S9 mit Konzentrationen im Bereich bzw. geringfügig über der stoffspezifischen Nachweisgrenze von  $0.1 \text{ mg/m}^3$  detektiert. Benzol lag in allen untersuchten Proben unterhalb der Nachweisgrenze von  $0.1 \text{ mg/m}^3$ . Die Maximalkonzentrationen wurden in der Probe S6 mit  $1.0 \text{ mg/m}^3$  Toluol und  $0.7 \text{ mg/m}^3$  m,p-Xylol ermittelt; Ethylbenzol und o-Xylol wiesen Konzentrationen von jeweils  $0.2 \text{ mg/m}^3$  auf.

In den restlichen untersuchten Proben lagen sämtliche Einzelparameter unterhalb der stoffspezifischen Nachweisgrenze von  $0.1 \text{ mg/m}^3$ .

Die Analysenmethode und Nachweisgrenzen sind der Anlage 8.1, die Analysenergebnisse im einzelnen der Anlage 8.3 zu entnehmen. Die lokale Konzentrationsverteilung der BTEX-Einzelstoffe im Bereich der Verdachtsfläche ist in Anlage 8.2 graphisch dargestellt.

## 7.0 Bewertung und Gefährdungsabschätzung, Handlungsempfehlungen

Für die Beurteilung und Gefährdungsabschätzung von Verdachts- bzw. Kontaminationsflächen existieren gegenwärtig verschiedene Richtlinienwerke. Generell ist allen Richtlinien eine einzelfallspezifische Bewertung zugrundegelegt, d. h. die jeweiligen Orientierungs- bzw. Prüfwerte sind nicht ohne Beurteilung weiterer Kriterien wie Schutzgut- (Schutzgüter menschliche Gesundheit, Grundwasser, Boden, Luft) und Nutzungsbetrachtung anzuwenden. Weiterhin sind standortspezifische Parameter (Geologie, Hydrogeologie) sowie der Schadstoffbezug im einzelnen zu berücksichtigen.

Als Bewertungsgrundlage und Entscheidungshilfe werden die Orientierungswerte der gemeinsamen VwV des Umwelt- und Sozialministeriums Baden-Württemberg (1993) herangezogen.

Die Orientierungswerte gelten für die Konzentrationen verschiedener organischer und anorganischer Stoffparameter in den Medien Boden und Grundwasser. Bei Betrachtung der absoluten Konzentrationen der einzelnen Schadstoffe kann eine Einordnung in Bewertungs- bzw. Belastungskategorien getroffen werden, bei deren Überschreitung eine Entscheidung über weitere Maßnahmen (Erkundungs-, Sanierungsmaßnahmen) erforderlich ist. Die Bewertungskategorien gliedern sich in Abhängigkeit von Schutzgütern und Nutzungsarten in Hintergrund-, Prüf- und Toleranzwerte.

Die Hintergrundwerte (H-Werte) repräsentieren stoffspezifische,



geogen/pedogen und anthropogen bedingte Hintergrundkonzentrationen; überschreiten einzelne, nicht repräsentative Werte diese Konzentrationen, sind weitere Erkundungsmaßnahmen notwendig. Regionale und lokale (standortspezifische) Verteilungscharakteristika der Einzelstoffe sind bei den Hintergrundwerten jedoch nicht berücksichtigt.

Die Prüfwerte (P-Werte) sind schutzgut- (menschliche Gesundheit, Grundwasser, Boden und Pflanzen) und nutzungsbezogen. Überschreiten repräsentative Schadstoffkonzentrationen diese Werte, sind in der Regel detaillierte Erkundungsmaßnahmen bzw. eine Sanierungsvorplanung notwendig, die als Grundlage für eine einzelfallspezifische Bewertung hinsichtlich Sanierungsmaßnahmen dienen. Die P-Werte sind gleichzeitig Konzentrationsangaben, bei deren Unterschreitung auch bei ungünstigsten standortspezifischen Verhältnissen keine Sanierung relevanter Schutzgüter erforderlich ist.

Es wird deutlich, daß eine Entscheidung über die Notwendigkeit von Folgemaßnahmen (weitere Erkundung, Sanierung) ohne detaillierte Gefährdungsabschätzung im Rahmen einer einzelfallspezifischen Betrachtung nicht vorgenommen werden kann. Die Bewertung von Belastungen und die Ableitung möglicher Folgemaßnahmen muß in diesem Falle die nachgewiesene oder potentielle Beeinflussung von Schutzgütern im Bereich oder im Umfeld der Verdachtsfläche zur Grundlage haben.

Nach den Ergebnissen der historischen Erkundung (vgl. Teil I, 6.1) sind im konkreten Fall die expositions- und emissionsrelevanten Schutzgüter **Luft** (Atmosphären/Raumluft), **menschliche Gesundheit** (Boden, Altablagerung) und **Grundwasser** zu bewerten.

Bei der Bewertung ist zunächst das humanrelevante Gefährdungspotential der Verdachtsfläche unter Einbeziehung der geplanten Nutzungen (Schutzgut menschliche Gesundheit) zu berücksichtigen. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand sind im Bereich der Verdachtsfläche außer der Errichtung von Wohngebäuden weitere Bereiche (Kindergarten, Spielflächen) vorgesehen, die hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten eine hohe Sensibilität aufweisen. Aufgrund dieser Sachverhalte kann der Verdachtsflächenbereich bei der Bewertung als Siedlungsfläche, in den entsprechenden Teilbereichen als Kinderspielfläche (gem. VwV UM/SM BaWü, 1993) definiert werden.

Entscheidende Kenngrößen für die Bewertung möglicher Bodenbelastungen sind der Summenparameter KW und die Schwermetalle Pb, Cr ges., Cu, Ni und Zn. Als Bewertungsgrundlage sind in Tabelle 3 für diese Parameter die Prüfwerte (gem. UM/SM BAWÜ, 1993) im Hinblick auf die relevanten Schutzgüter und Nutzungen angegeben; zusätzlich werden Hintergrundwerte für die

Einzelparameter angeführt. Bezugsgrößen für die Prüfwerte sind die geplante Nutzung des Standortbereiches als Siedlungs- (Prüfwert P-M2) bzw. Kinderspielfläche (Prüfwert P-M2).

**Tabelle 3 Hintergrund- und Prüfwerte Boden**

Parameter	H-B [mg/kg]	P-M 1 [mg/kg]	P-M 2 [mg/kg]
KW H18	50/100	-*	-*
Pb	40 <sup>+</sup>	100	500
Cr ges.	50 <sup>+</sup>	100	500
Cu	30 <sup>+</sup>	-**	-**
Ni	130 <sup>+</sup>	100	100
Zn	150 <sup>+</sup>	-**	-**

**Anm.:** KW H18: Mineralölkohlenwasserstoffe n. DIN 38409 H18

\* nicht definiert

\*\* Einzelfallentscheidung; ökotoxikologische Relevanz bei geringem human-toxikologischem Gefährdungspotential (humantoxische Wirksamkeit liegt im Gramm-Bereich)

<sup>+</sup> Festlegung gem. VwV Anorganische Schadstoffe, UM 1993

Wie bereits unter 6.1.2 ausführlich dargestellt, liegen die im Verdachtsflächenbereich detektierten Schwermetallkonzentrationen nahezu ausschließlich im Bereich der geogenen/pedogenen Hintergrundkonzentrationen bzw. Hintergrundwerte (vgl. Tabelle 3). Nur in Einzelproben sind die Konzentrationen der Parameter Blei und Zink geringfügig gegenüber diesen Bezugsgrößen erhöht.

Legt man die Prüfwerte P-M1 bzw. P-M2 zugrunde, überschreiten die Feststoffkonzentrationen der analysierten Proben bei allen Parametern die jeweils definierten Prüfwerte nicht. Die Prüfwerte gelten in Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit strenggenommen nur für Probenahmetiefen von 0 bis maximal 0,1 m. Durch den Profilaufbau im Standortbereich, der insbesondere bei der Auffüllung insgesamt nur geringe Differenzierungen in vertikaler Richtung aufweist, erscheint jedoch eine Extrapolation der bis in 1,0 m Tiefe entnommenen Mischproben auf die bewertungsrelevante Beprobungstiefe zulässig.

Die punktuelle Belastung durch Mineralölkohlenwasserstoffe korreliert mit einem geringmächtigen, lokal begrenzten Horizont im Bereich der Sondierung S9, in dem bereits organoleptisch erkennbare Einlagerungen entsprechender Stoffe vorhanden waren. Hinsichtlich der Absolutkonzentration von 400 mg/kg ist eine Überschreitung des in Tabelle 3 genannten Hintergrundwertes



festzustellen; Prüfwerte sind für diesen Parameter nicht definiert. Bodenbelastungen durch weitere organische Stoffe, die durch die Summenparameter TOC und EOX erfaßt werden, konnten mit den durchgeführten Untersuchungen nicht festgestellt werden.

Für Belastungen der Gasphase (Bodenluft) existieren gegenwärtig keine vergleichbaren Orientierungs- oder Prüfwerte. Die im Bereich der Verdachtsfläche nachgewiesenen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen repräsentieren nach den vorliegenden Erkenntnissen die geogene/pedogene Hintergrundkonzentration. Punktuell wurden die BTEX-Einzelstoffe Toluol, Ethylbenzol und Xylole nachgewiesen; die Konzentrationen lagen jedoch im Bereich der stoffspezifischen Nachweisgrenze und sind insgesamt als geringfügig einzustufen. Bodenluftbelastungen durch deponiespezifische Komponenten (CH<sub>4</sub>) und weitere organische Schadstoffe (LCKW) wurden nicht detektiert.

Bei der Bewertung des humanrelevanten Gefährdungspotentials (Nutzungs- und Schutzgutbezug "menschliche Gesundheit") sind die unterschiedlichen möglichen Gefährdungs- bzw. Expositionspfade (inhalative, orale, dermale Aufnahme von Schadstoffen), die aus indirektem und/oder direktem Kontakt mit den belasteten Medien (Boden, Bodenluft) resultieren können, zugrundezulegen.

Ausgehend von den geplanten Nutzungen der Verdachtsfläche ist diese im Vergleich zu anderen Arealen wie Gewerbeflächen als kritisch einzustufen. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse sind jedoch nach Einschätzung des Gutachters relevante Belastungen der Feststoff-(Boden) und Gasphase (Bodenluft), aus denen in Verbindung mit möglichen Expositionspfaden ein entsprechendes humanrelevantes Gefährdungspotential resultiert, für den Verdachtsflächenbereich nicht abzuleiten.

Die im Bereich der Untersuchungsfläche nachgewiesenen Bodenbelastungen durch Mineralölkohlenwasserstoffe sind in der ungesättigten Zone lokalisiert. Die Maximalkonzentration von 400 mg/kg TS ist unterhalb der Residualsättigung des Bodenmaterials in der Auffüllung einzustufen. Für ein Material vergleichbarer Zusammensetzung kann anhand von Literaturdaten für Mineralöl-KW ein Wert von minimal ca. 4 000 mg/kg TS angesetzt werden. Ausgehend von einer Konzentration, die kleiner als der Minimalwert der Residualsättigung ist, ist anzunehmen, daß die KW als weitgehend immobile Phase vorliegen. Mobilisation und Transport der KW erfolgen nur noch durch Lösungsvorgänge.

Ausgehend von der insgesamt geringen Feststoffkonzentration ist ein KW-Eintrag in tiefere Bereiche der ungesättigten Zone bzw. die gesättigte Zone über den Mechanismus Lösungstransport mit einiger Sicherheit auszuschließen.



Im Hinblick auf eine potentielle Grundwassergefährdung sind auch die standortspezifischen geologisch/hydrogeologischen Verhältnisse zu berücksichtigen. Die ungesättigte Zone zeigt einen Aufbau aus maximal 6 m mächtigem, überwiegend bindigem Material. Anhand der Zusammensetzung des Materials ist ein Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  in der Größenordnung von  $10^{-7}$  bis  $10^{-9} \text{ ms}^{-1}$  anzusetzen. Bedingt durch die hohen Anteile an organischer Substanz und den daraus resultierenden hohen  $C_{\text{org}}$ -Gehalt sind für diese Serien insgesamt hohe Sorptionskapazitäten gegenüber organischen Schadstoffen wie KW's vorzusetzen. Es besteht eine signifikante Abhängigkeit der Sorptionskapazität eines Bodens vom Gehalt und der Qualität an organischem Material (organisch gebundener Kohlenstoff,  $C_{\text{org}}$ -Gehalt).

Durch die Lage der Auffüllung in der ungesättigten Zone ist in Kombination mit nur punktuellen Belastungen und den Konzentrationsverteilungen der relevanten Einzelstoffe eine direkte Gefährdung des Grundwassers in den Sandsteinen des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  auszuschließen. Gefährdungsmöglichkeiten durch einen temporär vorhandenen Einstau tieferer Profilabschnitte der Auffüllung sind aus den genannten Gründen (Konzentrationsverteilungen und -niveaus) nicht abzuleiten.

Eine indirekte Gefährdung des Grundwassers durch Stofftransport über infiltrierendes Sickerwasser ist aufgrund der geringen Absolutkonzentrationen bei den Schwermetallen (geogene/pedogene Hintergrundkonzentration) sowie den absoluten Gehalten (Residualsättigung) der KW's in Verbindung mit den Sorptionseigenschaften des Auffüllmaterials als minimal bis nicht vorhanden zu bewerten.

Nach den vorhandenen Informationen liegt die Verdachtsfläche außerhalb von Einzugsgebieten für Trinkwasserfassungen; entsprechende Schutzzonen sind im Bereich oder im Umfeld des Standortes nicht ausgewiesen. Das Grundwasser im Bereich oder im unmittelbaren Umfeld der Verdachtsfläche wird nicht zur Brauchwasserentnahme genutzt. Nach Ansicht des Gutachters ist das Grundwasser in den Serien des Schwarzen Jura  $\alpha_2$  nur als bedingt bis nicht nutzungswürdig einzustufen; aufgrund der sich daraus ergebenden geringen bis fehlenden Schutzgutbedeutung kann eine weitere Untersuchung und Bewertung des Grundwasserpfades entfallen.

Auf Basis der vorliegenden Erkenntnisse besteht nach Ansicht des Gutachters kein Handlungsbedarf hinsichtlich weiterführender Erkundungsmaßnahmen im Bereich der Verdachtsfläche; Sicherungs- und/oder Sanierungsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

Für den Fall, daß im Bereich der Untersuchungsfläche Bodenbelastungen existieren, die mit den durchgeführten Maßnahmen nicht erfaßt wurden, wird



empfohlen, anfallende Aushubmaßnahmen im Verdachtsflächenbereich unter gutachterlicher Aufsicht durchzuführen. Hierdurch ist zunächst die Erfassung einzelner Aushub- bzw. Belastungsbereiche und deren Separierung für die spätere Entsorgung gewährleistet. Weiterhin kann bei Auftreten von möglichen Kontaminationen flexibel reagiert, d. h. eine vorläufige Einordnung und unmittelbare Separierung des Materials vorgenommen und die Entsorgungsmöglichkeiten nach weiteren Analysen auf die Zielparameter in Absprache mit den zuständigen Fach- und Aufsichtsbehörden geklärt werden.

Tübingen, den 29. August 1994

Projektleiter

i. A. M. Mayle  
Diplom-Geologe

Niederlassungsleiter

ppa. A. Magg



## Anhang A: Informationsquellen

### 1. Karten

Ausschnitt aus dem Bebauungsplan im Maßstab 1 : 500.

Ausschnitt aus der Höhenflurkarte, Blatt NO 1914, Katasterstand Oktober 1990, Maßstab 1 : 2 500.

Topographische Karte, Blatt 7221 Stuttgart Südost, Maßstab 1 : 25 000.

Geologische Karte mit Erläuterungen, Blatt 7221 Stuttgart Südost, Maßstab 1 : 25 000.

### 2. Luftbilder

#### 2.1 Zivile (Schrägaufnahmen)

Strähle Luftbild Nr. 6964, Aufnahmedatum 20.10.1928.

Strähle Luftbild Nr. 9444, Aufnahmedatum 01.08.1930.

Strähle Luftbild Nr. 8-6982, Aufnahmedatum 1959.

Brugger Luftbild Nr. 2/26192, Aufnahmedatum 1968.

#### 2.2 Militärische (Senkrechtaufnahmen)

Aufnahmedatum 18.02.1943, 1 : 39 500.

Aufnahmedatum 15.08.1944, 1 : 30 000.

Aufnahmedatum 17.05.1945, 1 : 27 000.

Aufnahmedatum 13.10.1950, 1 : 38 400.

### 3. Literatur

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Sozialministeriums über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen vom 16.09.1993; Anlage: Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, Stand 12.08.1993. - GABl. Baden-Württemberg Nr. 33, 30.11.1993.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Zweite Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Probenahme und -aufbereitung (VwV Bodenproben) vom 24.08.1993.- in: Rosenkranz et al., Handbuch Bodenschutz 8205, 15. Lfg. I/94.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Dritte Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Ermittlung und Einstufung von Gehalten anorganischer Schadstoffe im Boden (VwV Anorganische Schadstoffe) vom 24.08.1993.- in: Rosenkranz et al.,



Handbuch Bodenschutz 8205, 15. Lfg. I/94.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) KARLSRUHE (Hrsg.):  
Schwermetallgehalte von Böden verschiedener Ausgangsgesteine in Baden-  
Württemberg. - Sachstandsbericht 4, 1990.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (LFU) KARLSRUHE (Hrsg.): Handbuch  
Altlasten: Der Deponiegashaushalt in Altablagerungen (Leitfaden  
Deponiegas) - Materialien zur Altlastenbearbeitung 10, 1992.

GRATHWOHL P.: Verteilung unpolarer organischer Verbindungen in der  
wasserungesättigten Bodenzone am Beispiel leichtflüchtiger aliphatischer  
Kohlenwasserstoffe. - Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe C,  
Nr. 1, 1989.

SANNS, M.: Experimentelle Untersuchungen zum Ausbreitungsverhalten von  
leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen (LCKW) in der wassergesättigten  
Zone. - Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe C, Nr. 5, 1990.

**Anlagen**

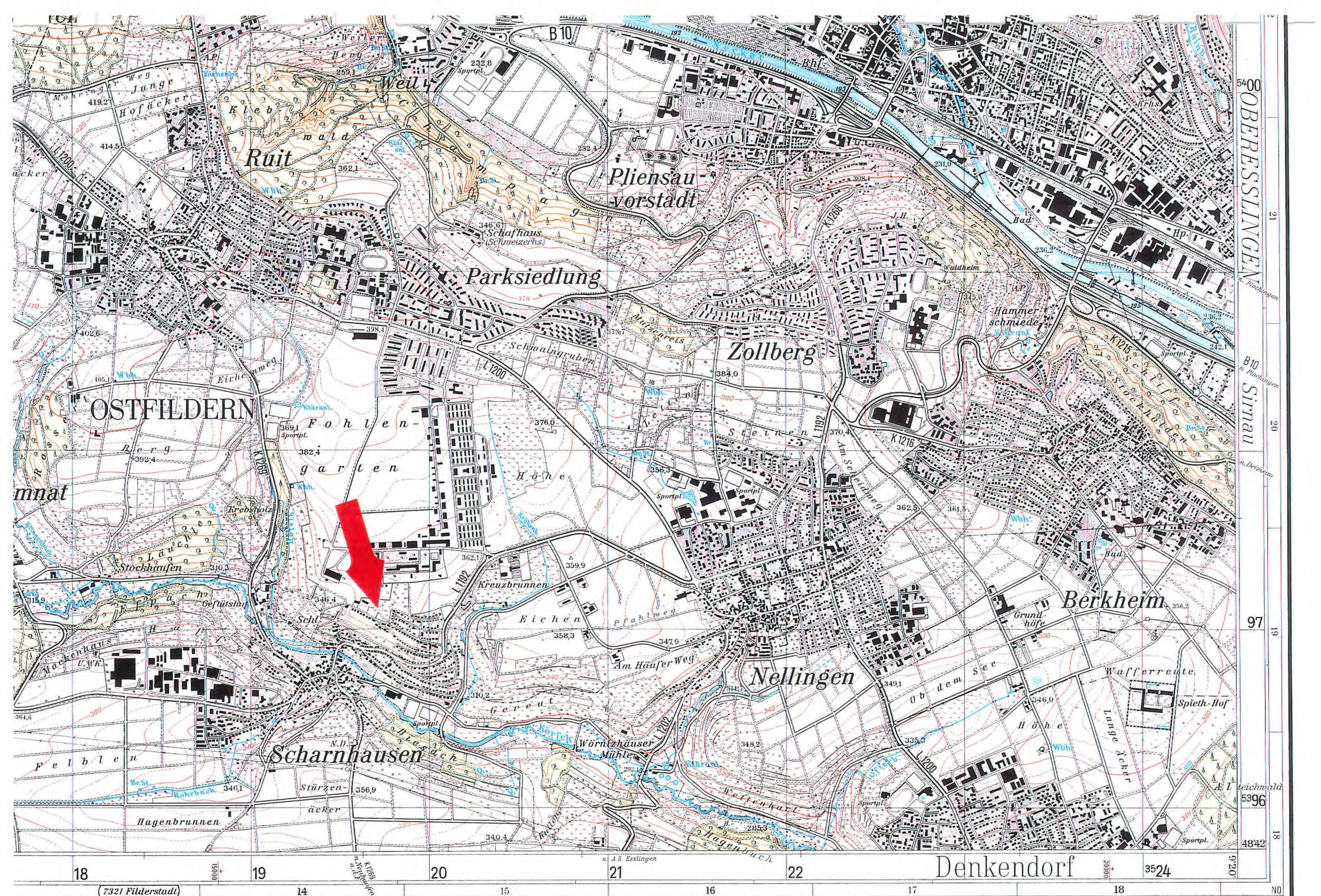


## Anlagenverzeichnis

1. Übersichtslageplan des Untersuchungsgebietes und der Verdachtsfläche (Pfeil); Ausschnitt aus der topographischen Karte im Maßstab 1 : 25 000, Blatt 7221 Stuttgart Südost
2. Übersichtslageplan des Untersuchungsgebietes und der Verdachtsfläche (Pfeil); Ausschnitt aus der geologischen Karte im Maßstab 1 : 25 000, Blatt 7221 Stuttgart Südost
  - 2.1 Profil im Untersuchungsgebiet mit Darstellung der geologischen Situation; Maßstab 1 : 5 000, 2-fach überhöht
3. Übersichtslageplan mit Lage und Ausdehnung der Verdachtsfläche nach den Ergebnissen der historischen Erkundung, Maßstab 1 : 2 500
4. Fotodokumentation zur historischen Erkundung
5. Detailplan der Verdachtsfläche mit Ansatzpunkten der Aufschlüsse (Sondierungen, Grundwassermeßstelle) und Darstellung der geplanten Nutzungen am Standort; Maßstab 1 : 750
  - 5.1 Querprofil im Bereich der Verdachtsfläche mit Darstellung der geologisch hydrogeologischen Situation, Maßstab 1 : 150 (1.5-fach überhöht)
6. Grundwassergleichenplan für den Bereich der Untersuchungsfläche auf Basis der Stichtagsmessung vom 03.02.94; Maßstab 1 : 2 500
  - 6.1 Grundwasserganglinien der Meßstellen B1 bis B4, Zeitraum 12/91 bis 02/94
7. Graphische Darstellung der lokalen Konzentrationsverteilungen relevanter Parameter im Bereich der Untersuchungsfläche; Maßstab 1 : 500
  - 7.1 Deponie- und Permanentgaskonzentrationen in der Bodenluft
  - 7.2 BTEX-Konzentrationen in der Bodenluft
8. Tabellarische Darstellung der angewandten Analysemethoden, parameterspezifischen Nachweisgrenzen und Analyseergebnisse
  - 8.1 Methoden und Bestimmungsgrenzen
  - 8.2 Analyseergebnisse: Feststoffanalytik
  - 8.3 Analyseergebnisse: Bodenluftanalytik
9. Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile der Rammkernsondierungen nach DIN 4022/4023
10. Meßprotokoll zur Entnahme der Bodenluftproben; O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>-Gehalte

## Anlage 1

Übersichtslageplan des Untersuchungsgebietes und der Verdachtsfläche (Pfeil);  
Ausschnitt aus der topographischen Karte im Maßstab 1 : 25 000,  
Blatt 7221 Stuttgart Südost



5400  
OBERESSLINGEN  
21  
B10  
Simau  
20  
97  
19  
5396  
18  
5200  
520

18 19 20 21 22  
7321 Filderstadt 14 15 16 17 18 3524  
A.S. Esslingen  
Denkendorf

## Anlage 2

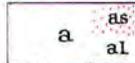
**Übersichtslageplan des Untersuchungsgebietes und der Verdachtsfläche (Pfeil);  
Ausschnitt aus der geologischen Karte im Maßstab 1 : 25 000,  
Blatt 7221 Stuttgart Südost**

# Farben - Erklärung

Die nachfolgenden Farben u. Buchstaben beziehen sich zunächst auf das frische Gestein in den Aufschlüssen. Im übrigen Gelände bedeuten sie den Vermittlungsboden des im Untergrund anstehenden Gesteins.

Jüngste Bildungen

Talauen



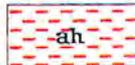
Auffüllungen in Talrücken sowie in flachen Mulden und Senken  
as-Vorwiegend sandig  
al-Vorwiegend lehmig

Schuttkegel



Flachgewölbte Aufschüttungen am Ausgang von Nebentälern

Moorige Flächen



Feuchter, durch Anreicherung von Humus schwarz gefärbter Boden

Süßwasserkalk



Polster von drusigem, festem oder lockerem Kalktuff

Wenig mächtiger Gefängelschutt (Fremdschutt)



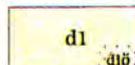
Abgeglittene Vermittlungsmassen höher gelegener Schichten in dünnen Decken mit Lößbeimengung

Mächtiger Gefängelschutt (Fremdschutt)



Abgeglittene Vermittlungsmassen höher gelegener Schichten in dicken, schwereren Decken, zum Teil mit Lößbeimengung

Löß und Lößlehm



Verschieden mächtige Decken von wenig masserdurchlässigem Lößlehm (dl), stellenweise unterlagert von hellgelbem, kalkhaltigem, masserdurchlässigem Löß (dlö)

Sauerwasserkalk (Travertin)



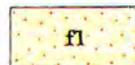
Gelblücher, zum Teil ockerführender Kalk von wechselnder Härte und Beschaffenheit

Diluvialschotter in den Flußtätern



Grobe Flußschotter, meistens überdeckt und durchmergt mit gelbem sandhaltigem Vermittlungslehm, z.Teil verfestigt (Nagelstuh)

Filderlehm



Verschieden mächtige Decken von zähen, z. Tl. sandigen Vermittlungsmassen, Löß und Lößlehm

Hochgelegene alte Schotter



Grobe Flußschotter, z.Teil unter schwerem, meist sandhaltigem Vermittlungslehm

Diluviale Bildungen

Zusammensetzung der Gerölle in den Schottermassen



Kalk- u. Sand-Sandstein: Stein  
(Trias und Jura/Keuper u. Jura)

Basalttuff



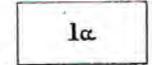
Dunkler vulkanischer Aschentuff mit Lapilli u. Bruchstücken durchschlagener Gesteinschichten (Grundgebirge bis Weiß Jura. β)

Lias β



Dunkle, blätterige, mergelige Tone mit Toneisenknollen

Lias α unter tiefer Verwitterungsdecke



Kalke und Kalksteine unter mächtigem, gelegentlich sanddurchmengtem Vermittlungslehm

Oberer Lias α Arietenkalk



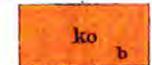
Unten dunkelgraue Kalkbänke mit Arieten und Gryphäen, oben hellere Kalke mit Schiefer-tonen, z. Tl. bituminös (Oelschiefer)

Unterer Lias α la2-Angulatensch. la1-Pflanotenisch.



Graue, blätterige Tonmergel, unten mit Kalkbänken, oben mit Lagen von hellem plattigem Kalksandstein und Sandstein

Rätlandstein



Harter, feinkörniger, weißlichgelber bis weißgrauer Sandstein. Mitunter hart verkieselt. Gelegentlich reich an Verfeinerungen und Knochen-trümmern (b-Bonebed)

Knollenmergel



Rote bis braunrote, oben meist entfärbte Tonmergel und Tone, lagenweise reich an Kalkknollen

Stubenlandstein



Heller, grober, feldspatreicher Sandstein, auch lockerer Sand, dazwischen oft reichlich Tonmergellagen, kompakte Bänke als Werkstein (w) brauchbar

Obere Bunte Mergel

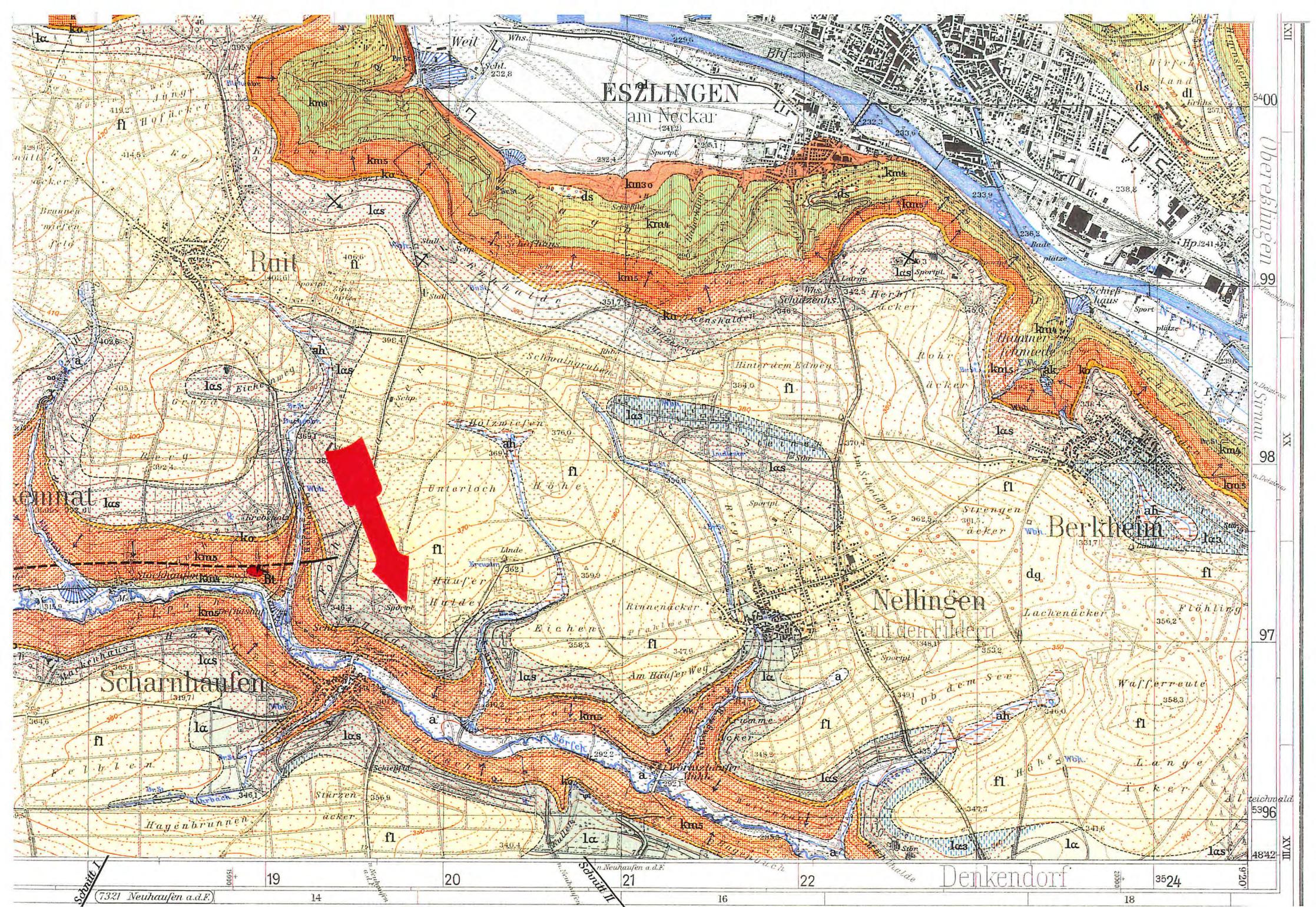


Vorwiegend grau-blau und grau-grün oder bunt gefärbte Mergel mit hellen Steinmergelbänken

Miozän

Lias

Keuper



ESZLINGEN  
am Neckar

Ruit

Emmat

Scharnhäufen

Nellingen  
auf den Fildern

Berkheim

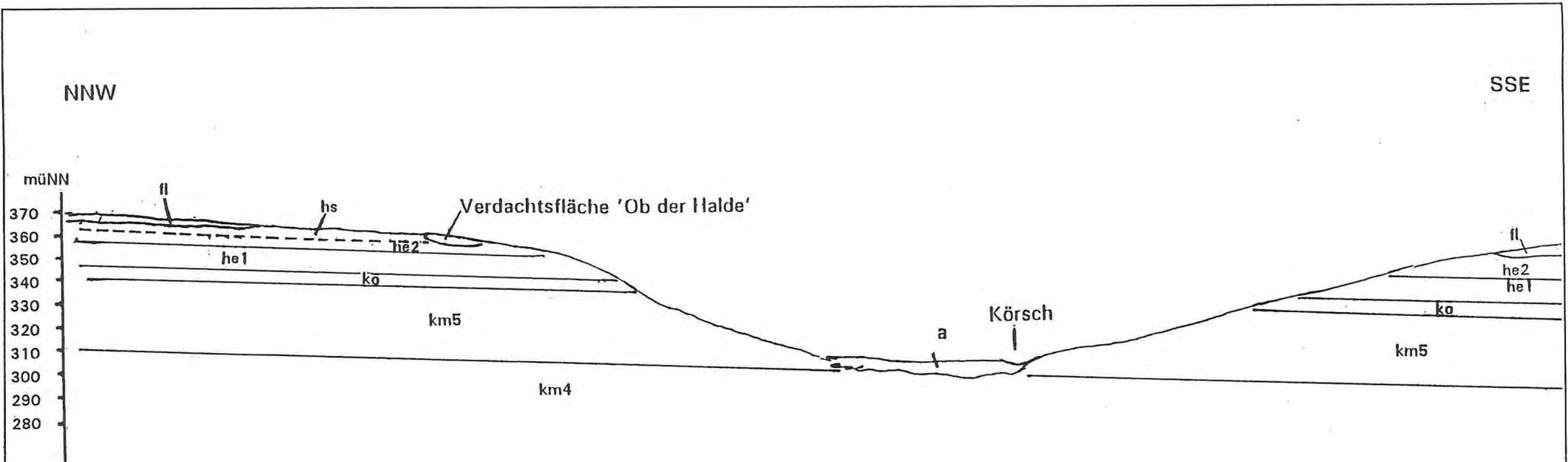
Denkendorf

XII  
5400  
Oberelbingen  
99  
XX  
98  
97  
5396  
XVIII  
4842  
920

Schnitt I  
15000  
19  
20  
21  
22  
16  
18  
3524  
920  
Schnitt II  
Neuhäufen a.d.F.  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23

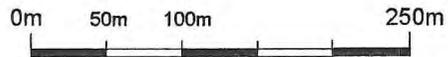
**Anlage 2.1**

**Profil im Untersuchungsgebiet mit Darstellung der geologischen Situation;  
Maßstab 1 : 5 000, 2-fach überhöht**



**Legende**

KEUPER JURA QUARTÄR	Anthropogene Auffüllungen	
	a	Talauenablagerung
	fl	Filderlehm
	he	Schwarzer Jura $\alpha$ —
	he2	Angulatensandsteine ( $\alpha 2$ )
	hs	Hauptsandstein
	he1	Psilonotentone ( $\alpha 1$ )
	ko	Oberer Keuper (Rhät)
	km5	Knollenmergel
	km4	Stubensandsteinschichten

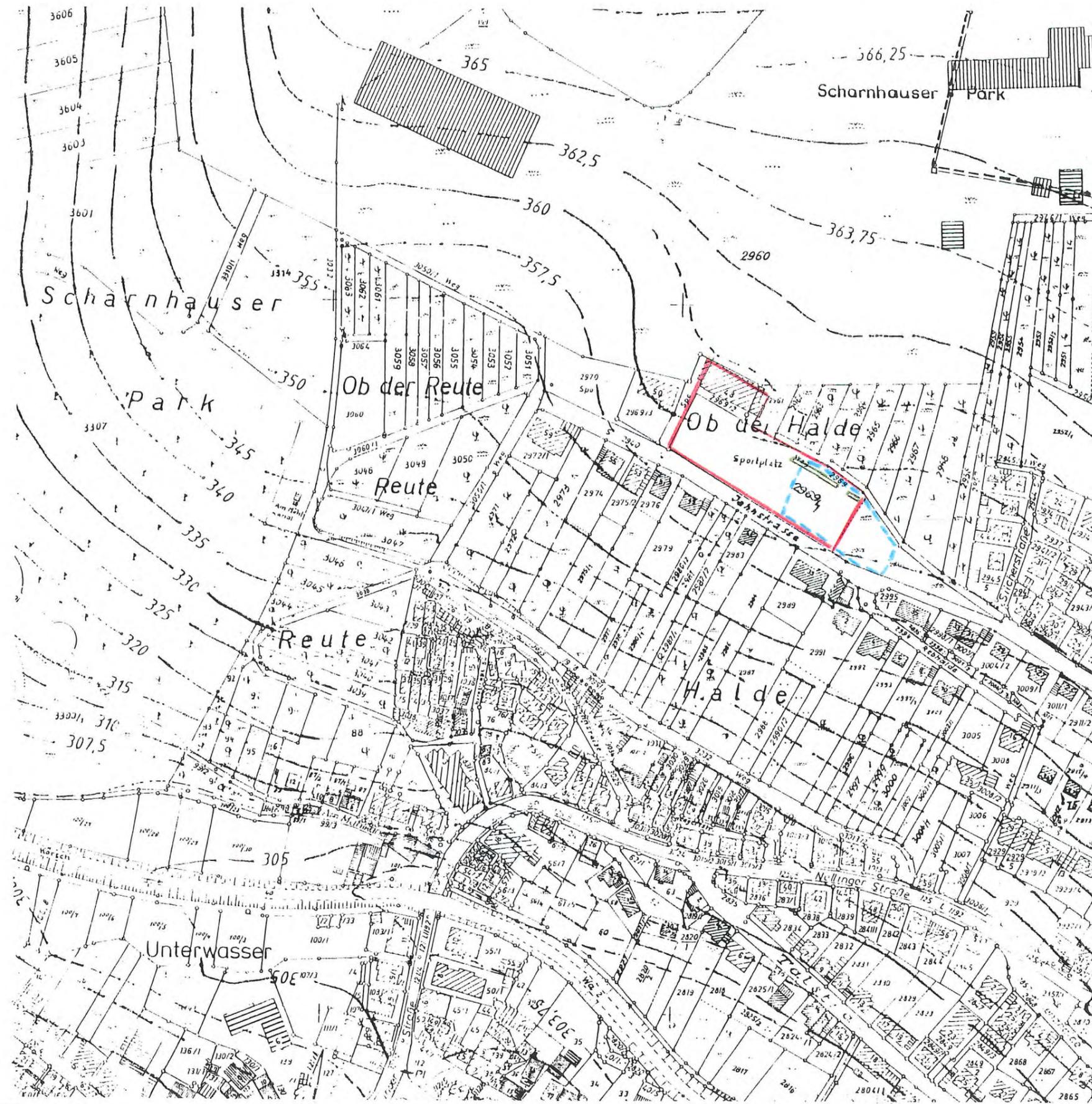


	<b>ENMOTEC Ing. ges. mbH</b>		
	Projekt:	93003, E <sub>0-1</sub> "Ob der Halde"	
	Auftragsg.:	Stadt Ostfildern	
<b>Titel:</b> Profil im Bereich des Untersuchungsgebietes mit Darstellung der geologischen Situation (2-fach überhöht)			
Maßstab:	Datum:	Ausführung:	Anlage:
1 : 5 000	15.08.1994	mm	2.1

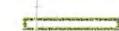
**Anlage 3**

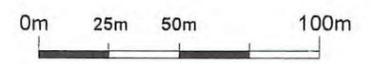
**Übersichtslageplan mit Lage und Ausdehnung der Verdachtsfläche  
nach den Ergebnissen der historischen Erkundung,  
Maßstab 1 : 2 500**

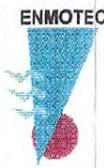
# Übersichtslageplan mit Lage und Ausdehnung der Verdachtsfläche nach den Ergebnissen der historischen Erkundung



## Legende:

-  vermutete Abbauwand d. ehem. Steinbruchs Luftbild 1928
-  Sportplatzgelände (1928 - 1968?)
-  Begrenzung der Verdachtsfläche nach Zeitzugeangaben



	ENMOTEC Ing. ges. mbH		
	Projekt:	93003, E <sub>0,1</sub> "Ob der Halde"	
	Auftrag.:	Stadt Ostfildern	
Titel:		Lage und Ausdehnung der Verdachtsfläche nach den Ergebnissen der historischen Erkundung	
Maßstab:	Datum:	Ausführung:	Anlage:
1 : 2 500	15.08.1994	mm	3

## **Anlage 4**

**Fotodokumentation zur historischen Erkundung**

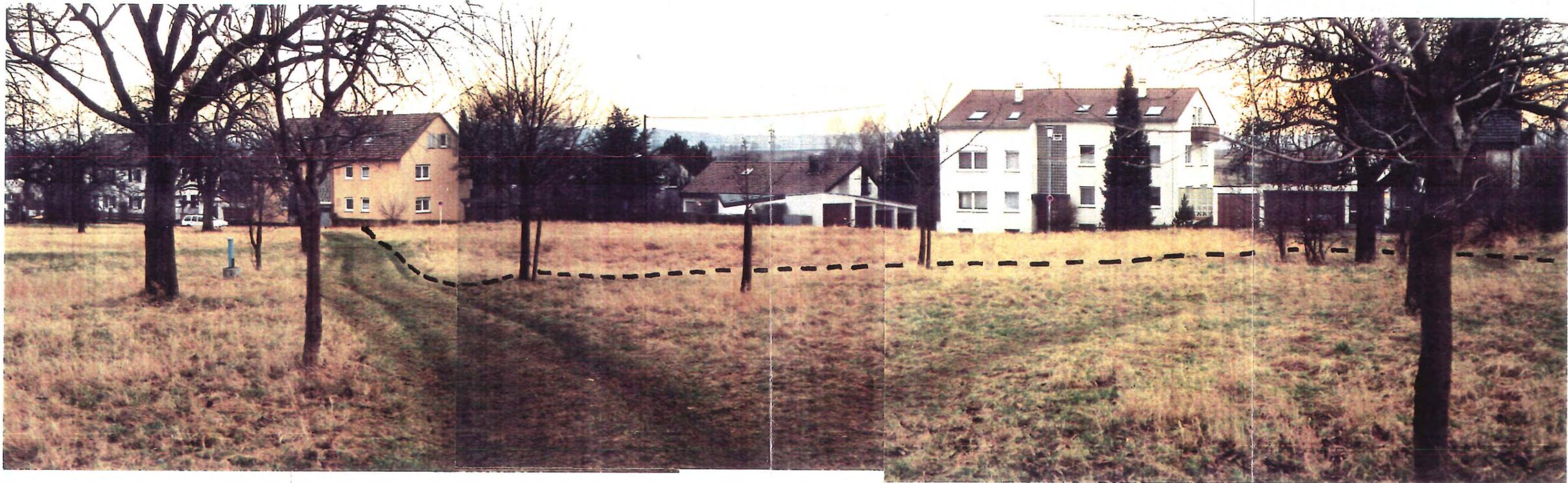


Abb.1: Ansicht der Verdachtsfläche von Nordwesten; vermutete Begrenzung gestrichelt. Links im Bild Grundwassermeßstelle B4.

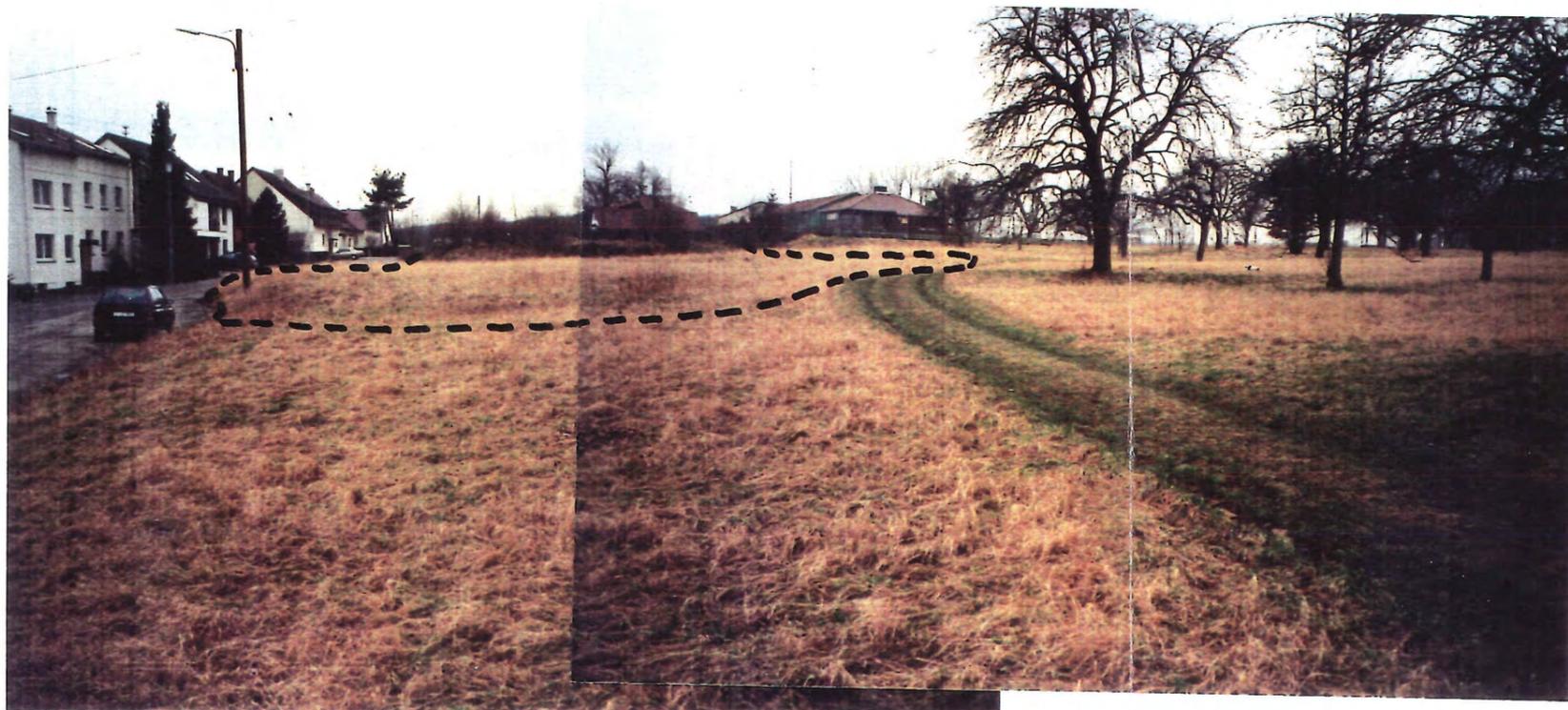
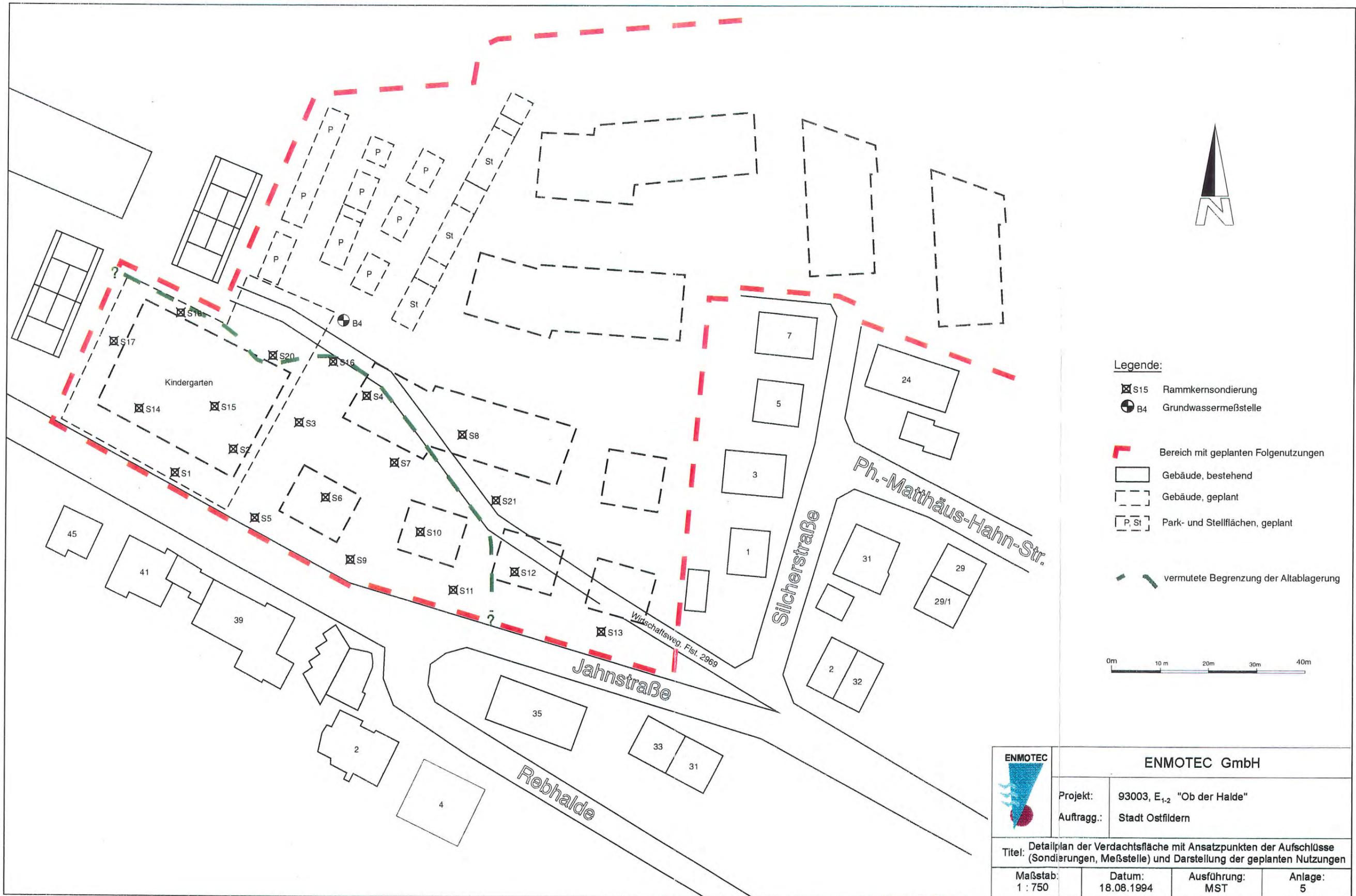


Abb. 2: Ansicht der Verdachtsfläche von Südosten; vermutete Begrenzung gestrichelt.  
Am linken Bildrand die Jahnstraße, im Hintergrund Sport- und Freizeitanlagen.

	ENMOTEC Ing. ges. mbH		
	Projekt:	93003, E <sub>0-1</sub> "Ob der Halde"	
	Auftragg.:	Stadt Ostfildern	
Titel:		Fotodokumentation zur historischen Erkundung	
Maßstab:	Datum:	Ausführung:	Anlage:
	15.08.1994	mm	4

## **Anlage 5**

**Detailplan der Verdachtsfläche mit Ansatzpunkten der Aufschlüsse  
(Sondierungen, Grundwassermeßstelle) und Darstellung  
der geplanten Nutzungen am Standort;  
Maßstab 1 : 750**



Legende:

- ☒ S15 Rammkernsondierung
- ⊕ B4 Grundwassermeßstelle
- ┌┐ Bereich mit geplanten Folgenutzungen
- ▭ Gebäude, bestehend
- - - Gebäude, geplant
- P, St Park- und Stellflächen, geplant
- - - vermutete Begrenzung der Altablagerung



	<b>ENMOTEC GmbH</b>			
	Projekt:	93003, E <sub>1-2</sub> "Ob der Halde"		
Auftrag:	Stadt Ostfildern			
Titel: Detailplan der Verdachtsfläche mit Ansatzpunkten der Aufschlüsse (Sondierungen, Meßstelle) und Darstellung der geplanten Nutzungen				
Maßstab:	Datum:	Ausführung:	Anlage:	
1 : 750	18.08.1994	MST	5	

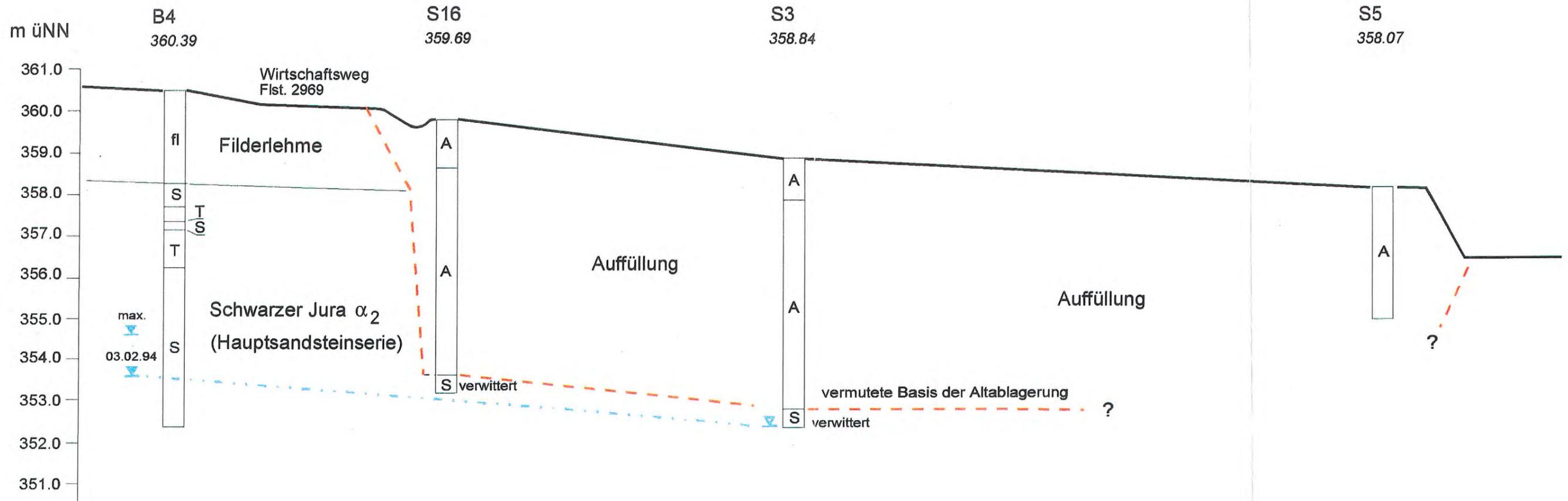
## **Anlage 5.1**

**Querprofil im Bereich der Verdachtsfläche mit Darstellung  
der geologisch/hydrogeologischen Situation,  
Maßstab 1 : 150 (1.5-fach überhöht)**

# Querprofil mit Darstellung der geologisch-hydrogeologischen Situation, 1.5-fach überhöht

NNE

SSW



## Legende:

S16 359.69 Rammkernsondierung mit Ansatzhöhe in m üNN

B4 Kernbohrung, Grundwassermeßstelle

A Auffüllung; überwiegend U, g, s, x

fl Filderlehme

S Sandsteine, kalkig

T Tonmergelsteine

▽ Grundwasserspiegel

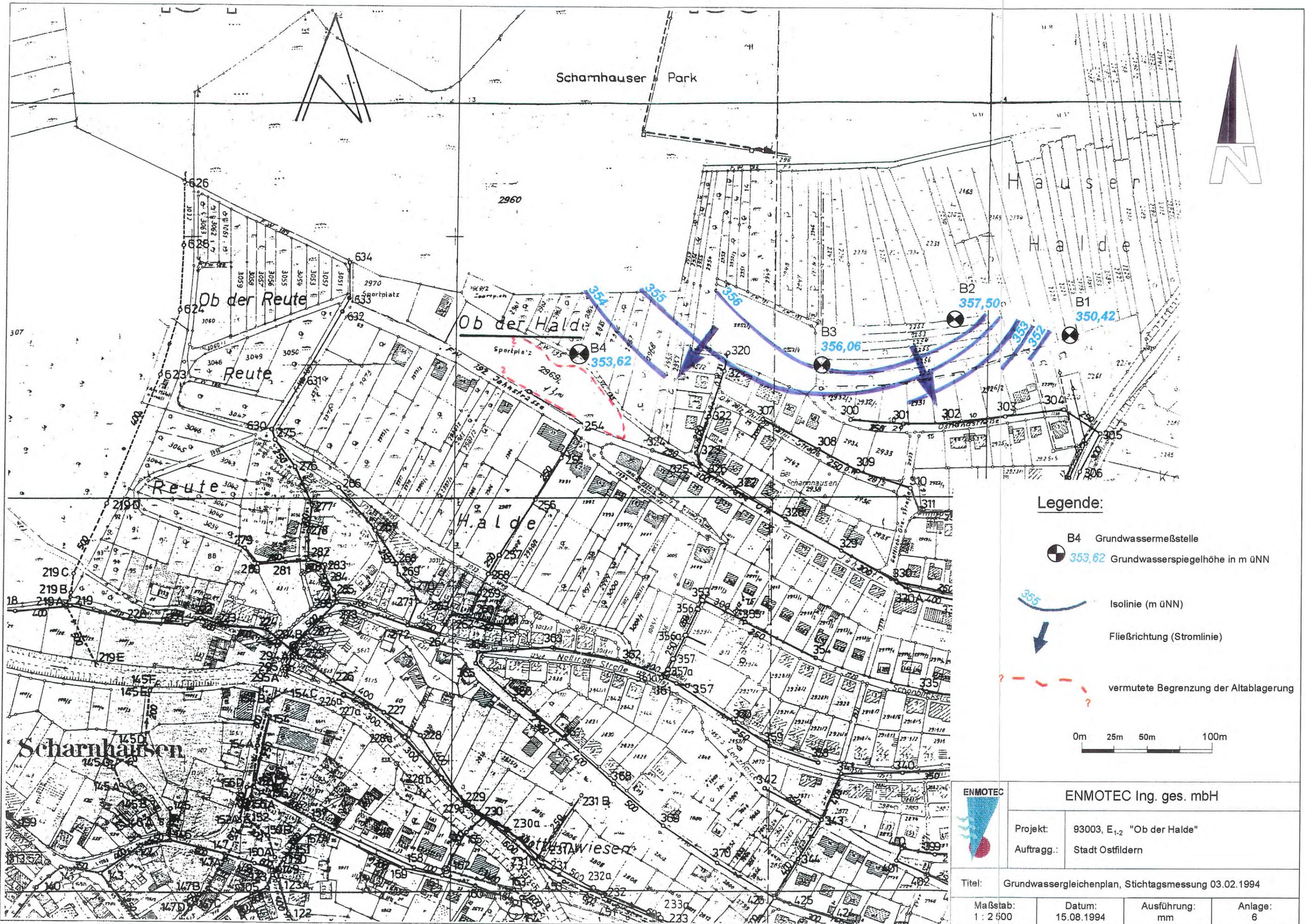
▽ Bohrwasserspiegel



	ENMOTEC Ing. ges. mbH		
	Projekt:	93003, E <sub>1-2</sub> "Ob der Halde"	
	Auftrag:	Stadt Ostfildern	
Titel: Profil im Bereich der Verdachtsfläche mit Darstellung geologisch/hydrogeologischen Situation, 1.5-fach überhöht			
Maßstab 1:150	Datum 28.07.1994	Ausführung mm	Anlage 5.1

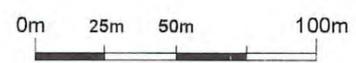
## **Anlage 6**

**Grundwassergleichenplan für den Bereich der Untersuchungsfläche  
auf Basis der Stichtagsmessung vom 03.02.94;  
Maßstab 1 : 2 500**



**Legende:**

-  B4 Grundwassermeßstelle
-  353,62 Grundwasserspiegelhöhe in m üNN
-  Isolinie (m üNN)
-  Fließrichtung (Stromlinie)
-  vermutete Begrenzung der Altablagerung

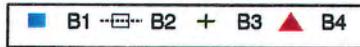
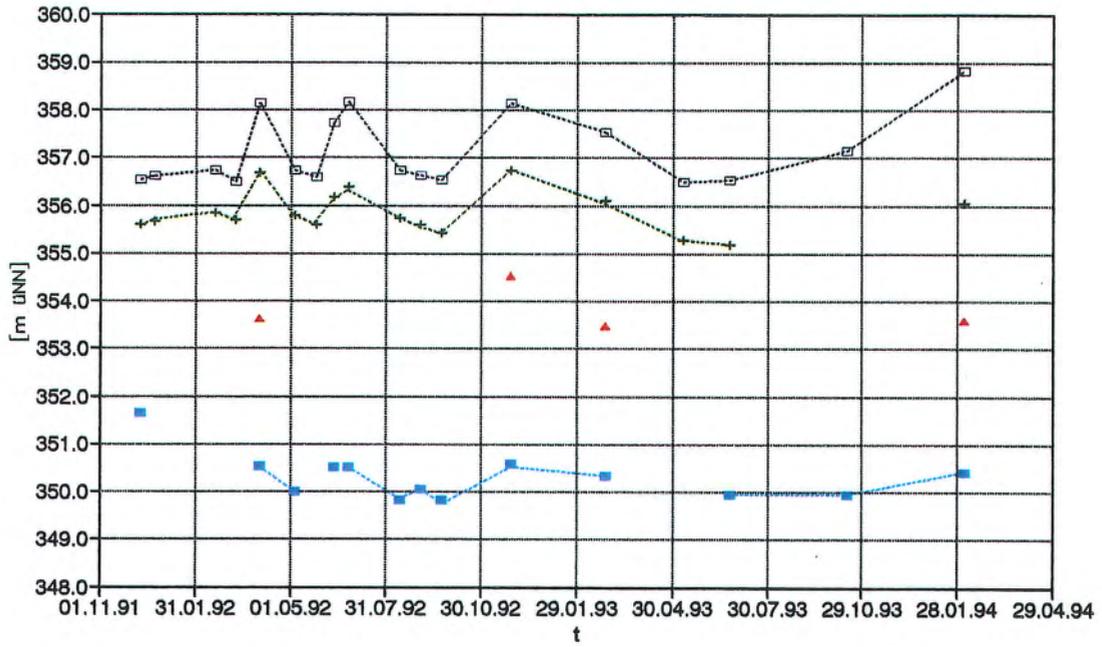


	ENMOTEC Ing. ges. mbH		
	Projekt:	93003, E <sub>1,2</sub> "Ob der Halde"	
	Auftrag:	Stadt Ostfildern	
Titel:		Grundwassergleichenplan, Stichtagsmessung 03.02.1994	
Maßstab:	Datum:	Ausführung:	Anlage:
1 : 2 500	15.08.1994	mm	6

## **Anlage 6.1**

**Grundwasserganglinien der Meßstellen B1 bis B4,  
Zeitraum 12/91 bis 02/94**

Verdachtsfläche "Ob der Halde"  
Grundwasserganglinien

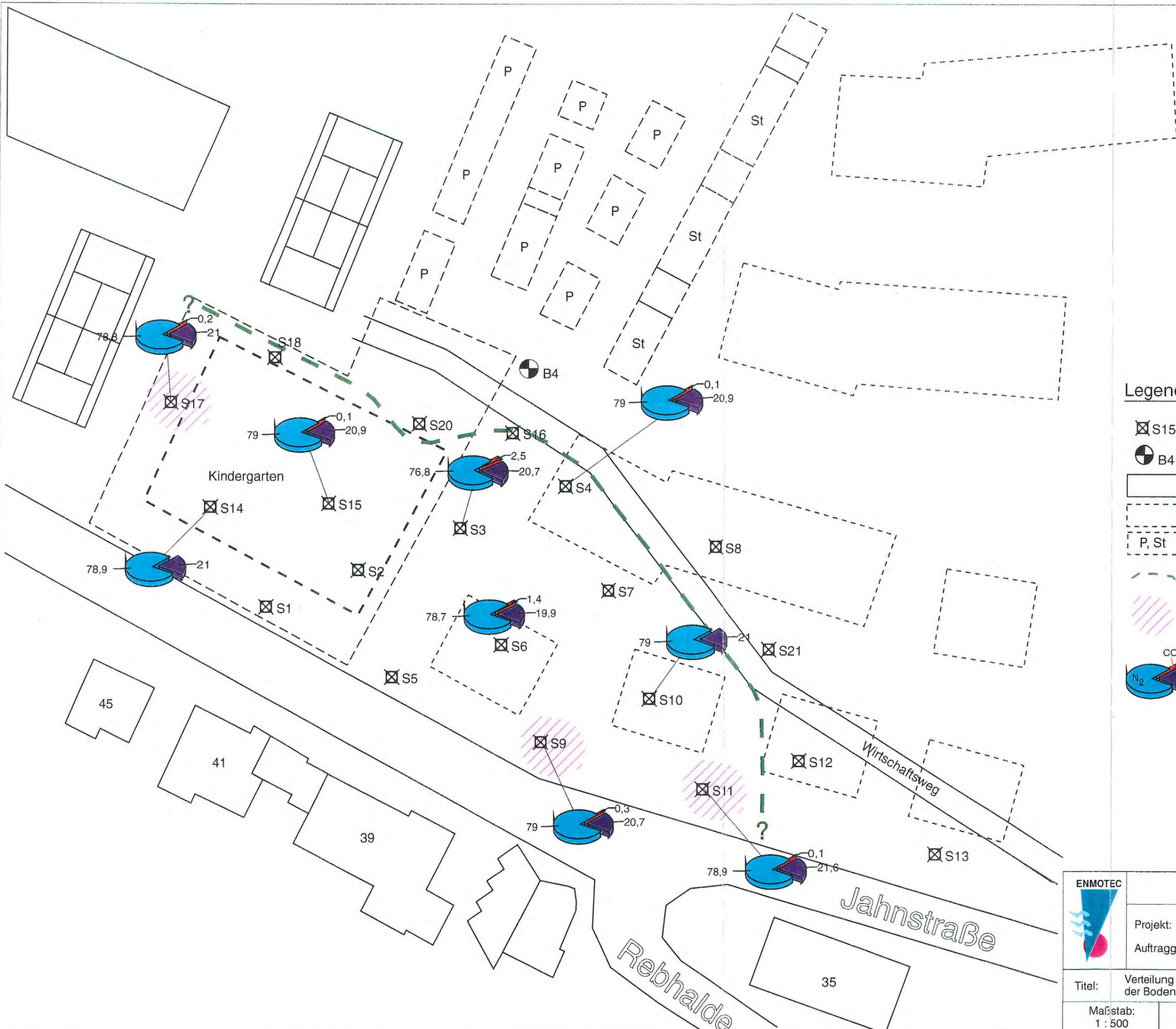


## **Anlage 7**

**Graphische Darstellung der lokalen Konzentrationsverteilungen  
relevanter Parameter im Bereich der Untersuchungsfläche;  
Maßstab 1 : 500**

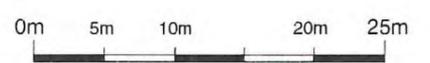
## **Anlage 7.1**

### **Deponie- und Permanentgaskonzentrationen in der Bodenluft**



**Legende:**

- S15 Rammkernsondierung
- B4 Grundwassermeßstelle
- Gebäude, bestehend
- Gebäude, geplant
- P, St Park- und Stellflächen, geplant
- vermutete Begrenzung der Altablagerung
- Bereiche mit Anteilen an mineralischen Hausmüllkomponenten
- $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  Konzentration in Vol%



	ENMOTEC Ing. ges. mbH		
	Projekt:	93003, E <sub>1-2</sub> "Ob der Halde"	
	Auftrag.:	Stadt Ostfildern	
Titel:		Verteilung der Permanent- und Deponiegaskomponenten in der Bodenluft	
Maßstab:	Datum:	Ausführung:	Anlage:
1 : 500	28.07.1994	mm	7.1

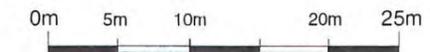
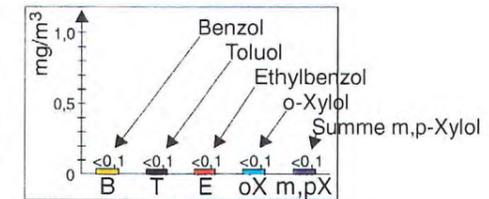
## **Anlage 7.2**

### **7.2 BTEX-Konzentrationen in der Bodenluft**



**Legende:**

- ☒ S15 Rammkernsondierung
- ⊙ B4 Grundwassermeßstelle
- ▭ Gebäude, bestehend
- - - Gebäude, geplant
- P, St Park- und Stellflächen, geplant
- · - · - vermutete Begrenzung der Altablagerung
- ▨ Bereiche mit Anteilen an mineralischen Hausmüllkomponenten



	ENMOTEC Ing. ges. mbH			
	Projekt:	93003, E <sub>1-2</sub> "Ob der Halde"		
	Auftrag.:	Stadt Ostfildern		
Titel:		Lokale Verteilung der BTEX - Konzentrationen in der Bodenluft		
Maßstab:	Datum:	Ausführung:	Anlage:	
1 : 500	18.08.1994	mm	7.2	

## **Anlage 8**

**Tabellarische Darstellung der angewandten Analysemethoden,  
parameterspezifischen Nachweisgrenzen  
und Analyseergebnisse**

**Anlage 8.1**

**Methoden und Bestimmungsgrenzen**

## 1. Untersuchungsmethoden

Parameter	Methode	Bestimmungsgrenze		
Trockenrückstand	DIN 38414-S2			
Aufschluß	DIN 38414-S7			
<b>Feststoffanalytik</b>				
KW gesamt	DIN 38409-H18	10		mg/kg TS
CN ges.	DIN 38405-D13	1		mg/kg TS
Phenolindex	DIN 38409-H16	1		mg/kg TS
EOX	DIN 38414-S17	0,1		mg/kg TS
TOC	DIN 38409-H3	1		mg/kg TS
Pb	DIN 38406-H22/ICP-MS	5		mg/kg TS
Cr	DIN 38406-H22/ICP-MS	5		mg/kg TS
Cu	DIN 38406-H22/ICP-MS	5		mg/kg TS
Ni	DIN 38406-H22/ICP-MS	10		mg/kg TS
Zn	DIN 38406-H22/ICP-MS	30		mg/kg TS
<b>Bodenluftanalytik</b>				
CKW	DIN 38407-F9/GC-MS	je	0,1	mg/m <sup>3</sup>
BTEX	DIN 38407-F9/GC-MS	je	0,1	mg/m <sup>3</sup>
N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	GC-WLD	je	0,1	Vol %

**Anlage 8.2**

**Analysenergebnisse: Feststoffanalytik**

Projekt 93003: Altlagerung Ob der Halde, Scharnhausen

Feststoffanalytik (Boden)

ana.wq2

PROBE				TS (%)	TOC	EOX	H18	PI	CN ges.	Pb	Cr	Cu	Ni	Zn
RKS	Tiefe	Nr.	Horizont											
S4	1.6-2.0	900402000	Auffüllung	87	51000	< 0.1				28	45	16	31	80
S6	1.0-2.0	300602000	Auffüllung	86	41000					31	45	22	37	80
S7	1.0-2.0	900702000	Auffüllung	86	52000	< 0.1				90	55	25	55	260
S9	0.4-1.0	900901000	Auffüllung	88	49000	< 0.1				19	35	15	27	70
S9	1.4-2.0	900902000	Auffüllung	85		< 0.1	400	< 1	< 1	38	46	27	44	130
S10	1.0-2.0	901002000	Auffüllung	86	51000									
S10	3.0-4.0	901004000	Auffüllung	86	45000	< 0.1				51	33	19	28	200
S11	0.4-1.0	301101000	Auffüllung	86	61000		< 10		< 1	35	42	29	51	100
S14	0.5-1.0	901401000	Auffüllung	89	38000	< 0.1				12	29	11	22	30
S15	0.4-1.0	901501000	Auffüllung	87	52000					18	42	18	31	90
S17	2.0-3.0	901703000	Auffüllung	89	51000	< 0.1	< 10		< 1	19	21	22	20	40
S12	1.0-1.9	901202000	Filderlehme	87	56000	< 0.1				30	41	17	45	150

Alle Konzentrationen in mg/kg TS

H18: Kohlenwasserstoffe n. DIN 38409 H18

PI: Phenolindex n. DIN 38 409 H16

## 2. Untersuchungsergebnisse

Feststoffanalytik, Angaben in mg/kg TS

Labor-Nr.:	314/1	314/2	314/3
Bezeichnung:	S 4	S 6	S 7
	2.0	2.0	2.0
	9 004 020 00	3 006 020 00	9 007 020 00

Trockenrückstand (%)	87	86	86
EOX	< 0,1	< 0,1	< 0,1
TOC	51000	41000	52000
Pb	28	31	90
Cr	45	45	55
Cu	16	22	25
Ni	31	37	55
Zn	80	80	260

Labor-Nr.:	314/4	314/5	314/6
Bezeichnung:	S 9	S 9	S 10
	1.0	2.0	2.0
	9 009 010 00	9 009 020 00	9 010 020 00

Trockenrückstand (%)	88	85	86
KW gesamt		400	
CN ges.		< 1	
Phenolindex		< 1	
EOX		< 0,1	< 0,1
TOC	49000		51000
Pb	19	38	
Cr	35	46	
Cu	15	27	
Ni	27	44	
Zn	70	130	

Seite 4 des Laborberichtes Projektnr. 314/94

Labor-Nr.:	314/7	314/8	314/9
Bezeichnung:	S 10	S 11	S 14
	4.0	1.0	1.0
	9 010 040 00	3 011 010 00	9 014 010 00
Trockenrückstand (%)	86	86	89
KW gesamt		< 10	
CN ges.		< 1	
EOX	< 0,1	< 0,1	< 0,1
TOC	45000	61000	38000
Pb	51	35	12
Cr	33	42	29
Cu	19	29	11
Ni	28	51	22
Zn	200	100	30

Labor-Nr.:	314/10	314/11	314/12
Bezeichnung:	S 15	S 17	S 12
	1.0	3.0	2.0
	9 015 010 00	9 017 030 00	9 012 020 00
Trockenrückstand (%)	87	89	87
KW gesamt		< 10	
CN ges.		< 1	
EOX	< 0,1	< 0,1	
TOC	52000	51000	56000
Pb	18	19	30
Cr	42	21	41
Cu	18	22	17
Ni	31	20	45
Zn	90	40	150

**Anlage 8.3**

**Analysenergebnisse: Bodenluftanalytik**

Seite 5 des Laborberichtes Projekt Nr. 314/94

Bodenluftanalytik, Angaben in mg/m<sup>3</sup>

Labor-Nr.:	314/13	314/14	314/15
Bezeichnung:	S 3	S 4	S 6
	2.0	2.0	2.0
	3 003 020 22	3 004 020 22	3 006 020 22

N <sub>2</sub>	76,8	79,0	78,7
O <sub>2</sub>	20,7	20,9	19,9
CO <sub>2</sub>	2,5	0,1	1,4
CH <sub>4</sub>	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Labor-Nr.:	314/16	314/17	314/18
Bezeichnung:	S 9	S 10	S 11
	2.0	2.0	2.0
	3 009 020 22	3 010 020 22	3 011 020 22

N <sub>2</sub>	79,0	79,0	78,9
O <sub>2</sub>	20,7	21,0	21,6
CO <sub>2</sub>	0,3	< 0,1	0,1
CH <sub>4</sub>	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Labor-Nr.:	314/19	314/20	314/21
Bezeichnung:	S 14	S 15	S 17
	2.0	2.0	2.0
	3 014 020 22	3 015 020 22	3 017 020 22

N <sub>2</sub>	78,9	79,0	78,8
O <sub>2</sub>	21,0	20,9	21,0
CO <sub>2</sub>	0,1	0,1	0,2
CH <sub>4</sub>	< 0,1	< 0,1	< 0,1

## Seite 6 des Laborberichtes Projektnr. 314/94

 Bodenluftanalytik, Angaben in mg/m<sup>3</sup>

Labor-Nr.:	314/22	314/23	314/24
Bezeichnung:	S 4	S 6	S 9
	2.0	2.0	2.0
	3 004 020 23	3 006 020 23	3 009 020 23
Dichlormethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Trichlormethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tetrachlormethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,1,1-Trichlorethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Trichlorethen	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tetrachlorethen	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benzol	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Toluol	0,2	1,0	0,2
Ethylbenzol	< 0,1	0,2	< 0,1
o-Xylol	< 0,1	0,2	< 0,1
Summe m,p-Xylol	0,2	0,7	0,2

Labor-Nr.:	314/25	314/26	314/27
Bezeichnung:	S 10	S 14	S 15
	2.0	2.0	2.0
	3 010 020 23	3 014 020 23	3 015 020 23
Dichlormethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Trichlormethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tetrachlormethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,1,1-Trichlorethan	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Trichlorethen	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tetrachlorethen	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Benzol	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Toluol	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ethylbenzol	< 0,1	< 0,1	< 0,1
o-Xylol	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Summe m,p-Xylol	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Bodenluftanalytik, Angaben in  $\text{mg}/\text{m}^3$

Labor-Nr.: 314/28  
Bezeichnung: S 18  
2.0  
3 018 020 23

---

Dichlormethan	< 0,1
Trichlormethan	< 0,1
Tetrachlormethan	< 0,1
1,1,1-Trichlorethan	< 0,1
Trichlorethen	< 0,1
Tetrachlorethen	< 0,1
<hr/>	
Benzol	< 0,1
Toluol	< 0,1
Ethylbenzol	< 0,1
o-Xylol	< 0,1
Summe m,p-Xylol	< 0,1

---

Köln, den 28.4.94

*i. A. Uebach*

Edwin Podchull

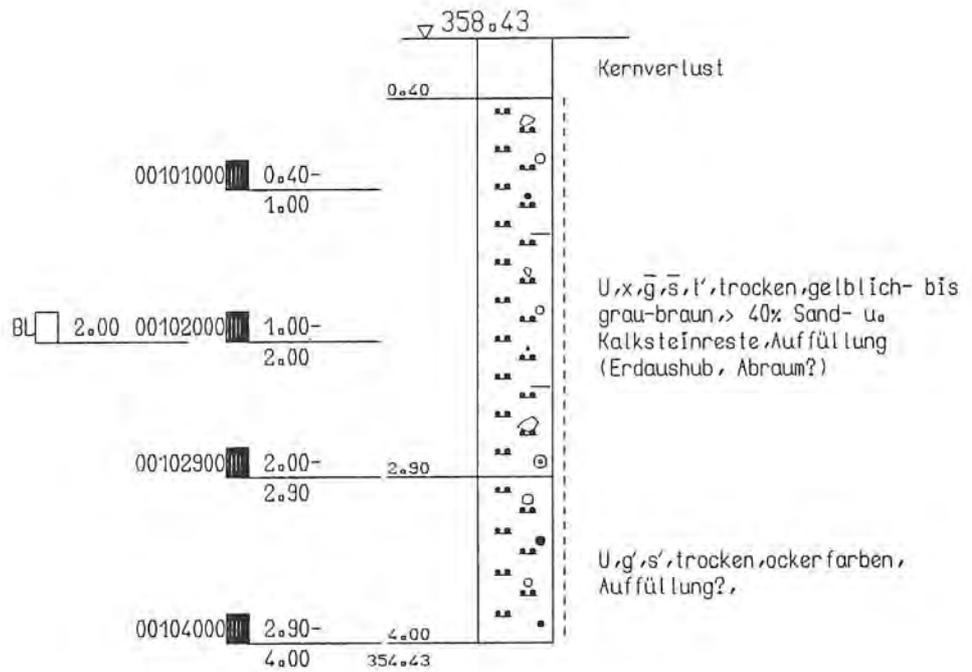
**Anlage 9**

**Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile der Rammkernsondierungen  
nach DIN 4022/4023**

		<u>Schichtenverzeichnis</u>				Anlage 1			
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 93003			
						Az:			
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser						Datum: 22.03.1994			
Bohrung Nr.: S1 /Blatt 1 Schurf									
1	2				3	4	5	6	
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe			i) Kalk- gehalt			
.40	a)			Kernverlust					
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)						i)
2.90	a) Schluff,steinig,stark kiesig,stark sandig,schwach tonig					BP	10	1.00	
	b) > 40% Sand- u. Kalksteinreste								
	c) steif	d)	e) gelblich- bis grau-						
	f) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)	g)	h)						i)
4.00	a) Schluff,schwach kiesig,schwach sandig					BP	40	4.00	
	b)								
	c) steif	d)	e) ockerfarben						
	f) Auffüllung?	g)	h)						i)

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

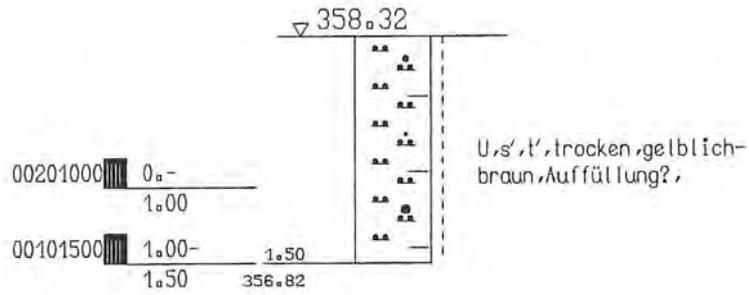
# S1



ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagung "Ob der Halde", Scharnhausen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

		<u>Schichtenverzeichnis</u>			Anlage 1		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Bericht: 93003		
					Az:		
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagung "Ob der Halde", Scharnhäusen							
Bohrung Nr.: S2 /Blatt 1 Schurf					Datum: 22.03.1994		
1	2			3	4	5	6
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)				Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe		i) Kalk- gehalt		
1.50	a) Schluff, schwach sandig, schwach tonig			Endteufe 1.5m (Bohrhindernis)	BP	10	1.00
	b)				BP	15	1.50
	c) steif	d)	e) gelblich- braun				
	f) Auffüllung?	g)	h) i)				
1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor							

S2



Endtiefe 1.5m (Bohrhindernis)

ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhausen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

1		2			3		4	5	6
Bis ...m unter Ansatzpunkt		a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen 1)			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe	Art			Nr	Tiefe in m Unter-kante	
f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe						i) Kalk-gehalt
1.00		a) Schluff, schwach feinsandig					> 40% Sand- u. Kalksteinreste < 10% Ziegelreste		BP
b)									
c) steif		d)	e) dunkelbraun						
f)		g)	h)	i)					
6.00		a) Schluff, steinig, stark kiesig, stark sandig					BP	20	2.00
b)									
c) steif		d)	e) gelblich-braun bis						
f) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)		g)	h)	i)					
6.50		a) Sand, steinig, stark kiesig, stark schluffig					BP	65	6.50
b)									
c)		d)	e) rötlich-braun						
f) Schwarzer Jura a2, verwittert		g) Verwitterungsstufe W3/W4	h)	i)					

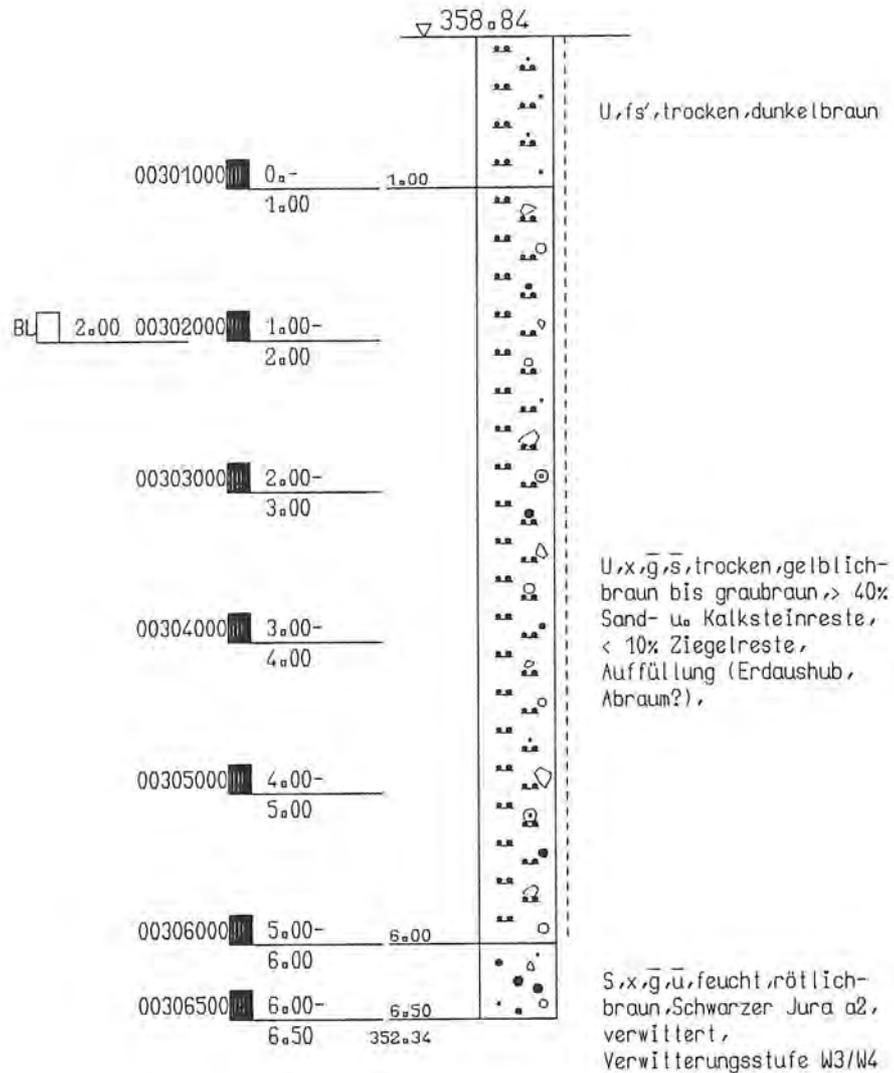
1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Anlage 1  
Bericht: 93003  
Az:

Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser

Bohrung  
Nr.: S3 /Blatt 1  
Schurf

Datum: 22.03.1994

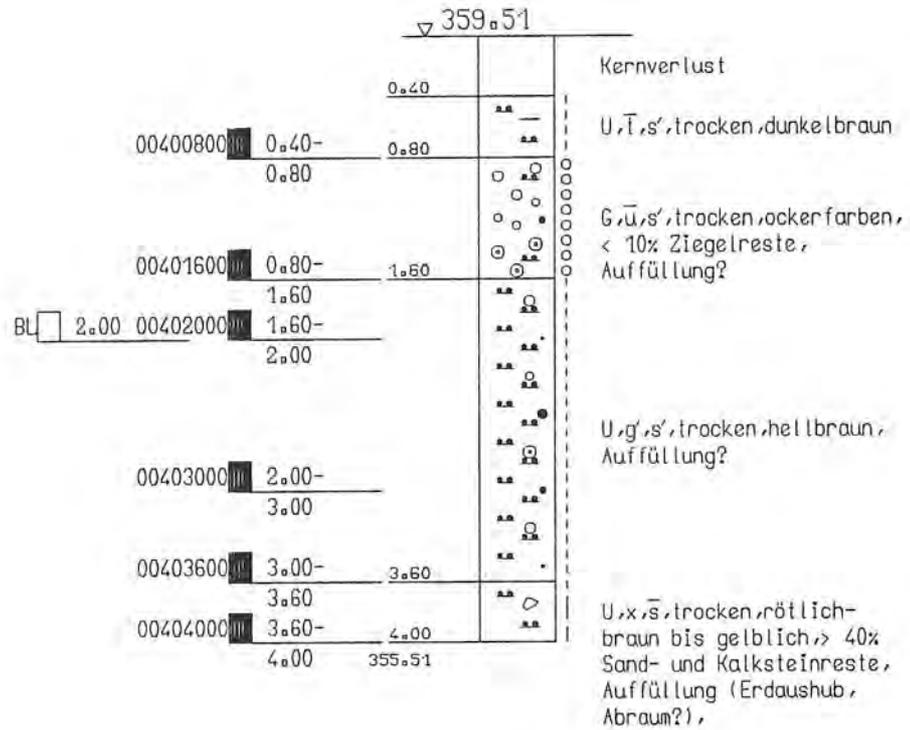


Endteufe 6.5m

ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

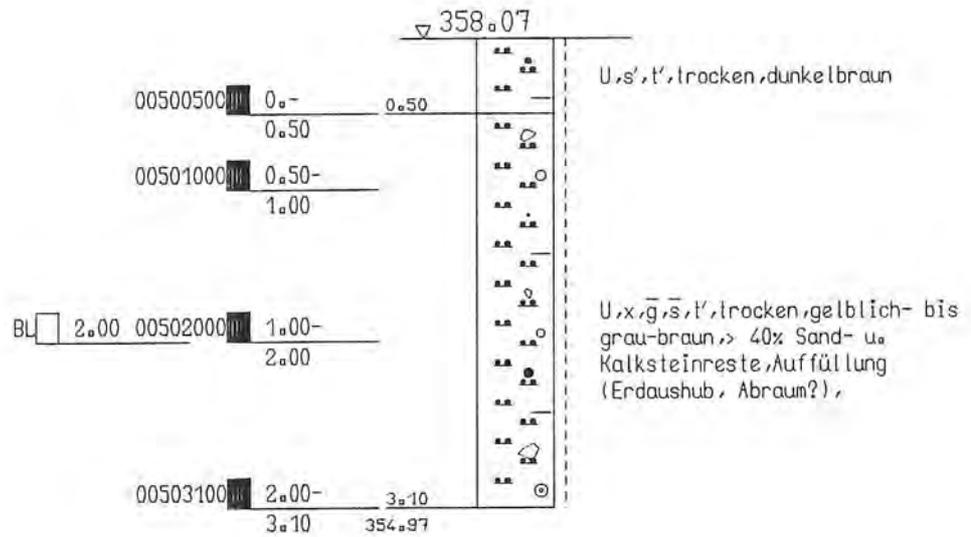
		<u>Schichtenverzeichnis</u>				Anlage 1			
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 93003			
						Az:			
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser						Datum: 22.03.1994			
Bohrung Nr.: S4 /Blatt 1 Schurf									
1	2				3		4	5	6
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe			i) Kalk- gehalt			
.40	a) Kernverlust			Kernverlust					
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)						i)
.80	a) Schluff, stark tonig, schwach sandig					BP	8	.80	
	b)								
	c) steif	d)	e) dunkelbraun						
	f)	g)	h)						i)
1.60	a) Kies, stark schluffig, schwach sandig			< 10% Ziegelreste		BP	16	1.60	
	b)								
	c) locker	d)	e) ockerfarben						
	f) Auffüllung?	g)	h)						i)
3.60	a) Schluff, schwach kiesig, schwach sandig					BP	20	2.00	
	b)								
	c) steif	d)	e) hellbraun						
	f) Auffüllung?	g)	h)						i)
4.00	a) Schluff, steinig, stark sandig			> 40% Sand- u. Kalksteinreste		BP	40	4.00	
	b)								
	c) steif- bis halbfest	d)	e) rötlich- braun bis g						
	f) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)	g)	h)						i)

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor



ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäusen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

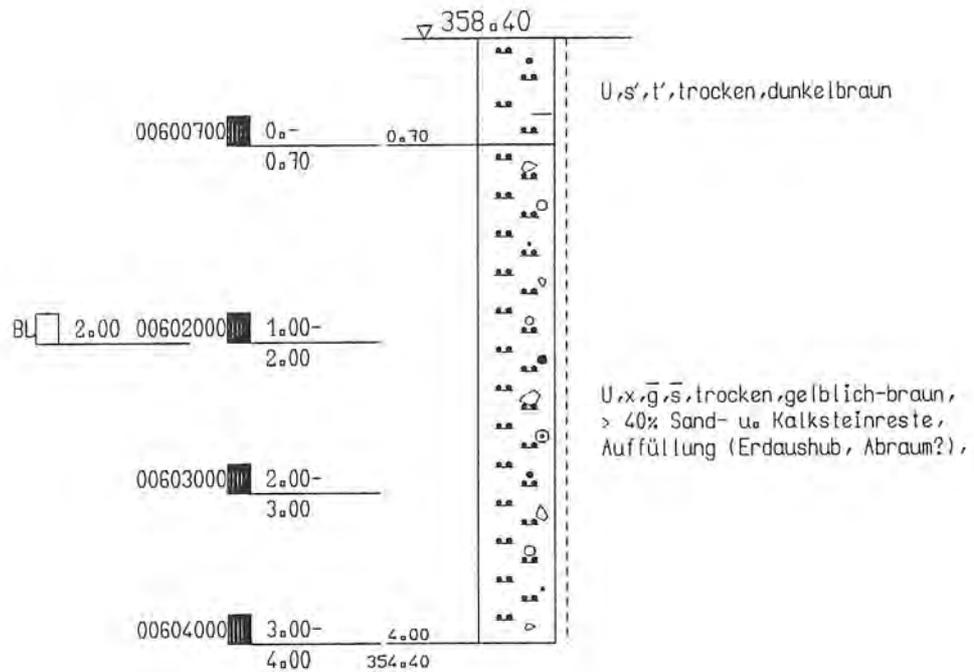
		<u>Schichtenverzeichnis</u>			Anlage 1			
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Bericht: 93003			
					Az:			
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäusen								
Bohrung Nr.: S5 /Blatt 1 Schurf					Datum: 22.03.1994			
1	2			3		4		
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe			i) Kalk- gehalt		
.50	a) Schluff, schwach sandig, schwach tonig					BP	5	.50
	b)							
	c) steif	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) i)					
3.10	a) Schluff, steinig, stark kiesig, stark sandig, schwach tonig			> 40% Sand- u. Kalksteinreste		BP	10	1.00
	b)					BP	20	2.00
	c) steif	d)	e) gelblich- bis grau-			BL	0	2.00
	f) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)	g)	h) i)			BP	31	3.10
1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor								



Endteufe 3.1m

ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagung "Ob der Halde", Scharnhausen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

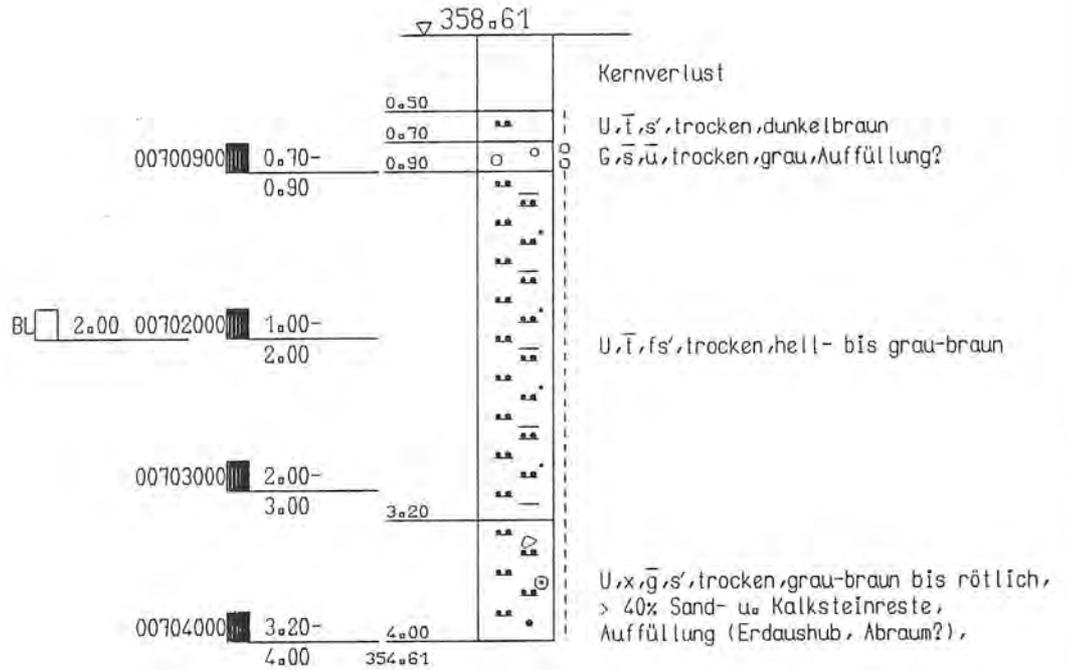
		<u>Schichtenverzeichnis</u>				Anlage 1		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 93003		
						Az:		
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhausen								
Bohrung Nr.: S6 /Blatt 1 Schurf					Datum: 22.03.1994			
1	2			3		4 5 6		
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe			i) Kalk- gehalt		
.70	a) Schluff, schwach sandig, schwach tonig					BP	7	.70
	b)							
	c) steif	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) i)					
4.00	a) Schluff, steinig, stark kiesig, stark sandig			> 40% Sand- u. Kalksteinreste		BP	20	2.00
	b)							
	c) steif	d)	e) gelblich- braun					
	f) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)	g)	h) i)					
1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor								



ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhausen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

		<u>Schichtenverzeichnis</u>				Anlage 1				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 93003				
						Az:				
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser						Datum: 22.03.1994				
Bohrung Nr.: S7 /Blatt 1 Schurf										
1	2				3	4	5	6		
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung 1)						h) 1) Gruppe i) Kalkgehalt	
.50	a) Kernverlust									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h) i)	
.70	a) Schluff, stark tonig, schwach sandig									
	b)									
	c) steif		d)						e) dunkelbraun	
	f)		g)						h) i)	
.90	a) Kies, stark sandig, stark schluffig					BP	9	.90		
	b)									
	c) locker		d)						e) grau	
	f) Auffüllung?		g)						h) i)	
3.20	a) Schluff, stark tonig, schwach feinsandig					BP BL BP	20 0 30	2.00 2.00 3.00		
	b)									
	c) steif		d)						e) hell- bis grau-brau	
	f)		g)						h) i)	
4.00	a) Schluff, steinig, stark kiesig, schwach sandig				> 40% Sand- u. Kalksteinreste	BP	40	4.00		
	b)									
	c) steif		d)						e) grau-braun bis rötl	
	f) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)		g)						h) i)	

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor



ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerng "Ob der Halde", Scharnhäusen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

1		2			3		4	5	6
Bis ...m unter Ansatz- punkt		a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
		b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt						
.30		a) Kernverlust			Kernverlust				
		b)							
		c)	d)	e)					
		f)	g)	h)	i)				
1.40		a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig					BP	10	1.00
		b)							
		c) steif	d)	e) hellbraun- gelblich					
		f)	g) Filderlehme	h)	i)				
1.90		a) Sand, stark schluffig, schwach kiesig, steinig			Verwitterungsstufe W3/W4		BP	19	1.90
		b)							
		c) locker- bis mitteldicht	d)	e) graubraun bis rötli					
		f)	g) Schwarzer Jura a2, verwittert	h)	i)				

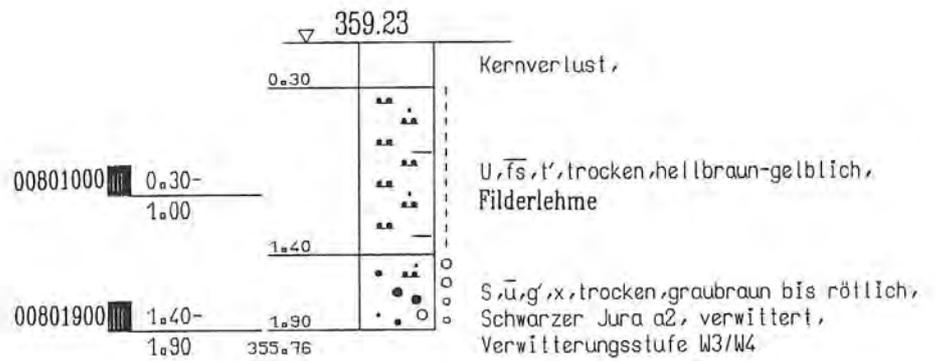
1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Anlage 1  
Bericht: 93003  
Az:

Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser

Bohrung  
Nr.: S8 /Blatt 1  
Schurf  
Datum: 22.03.1994

S 8

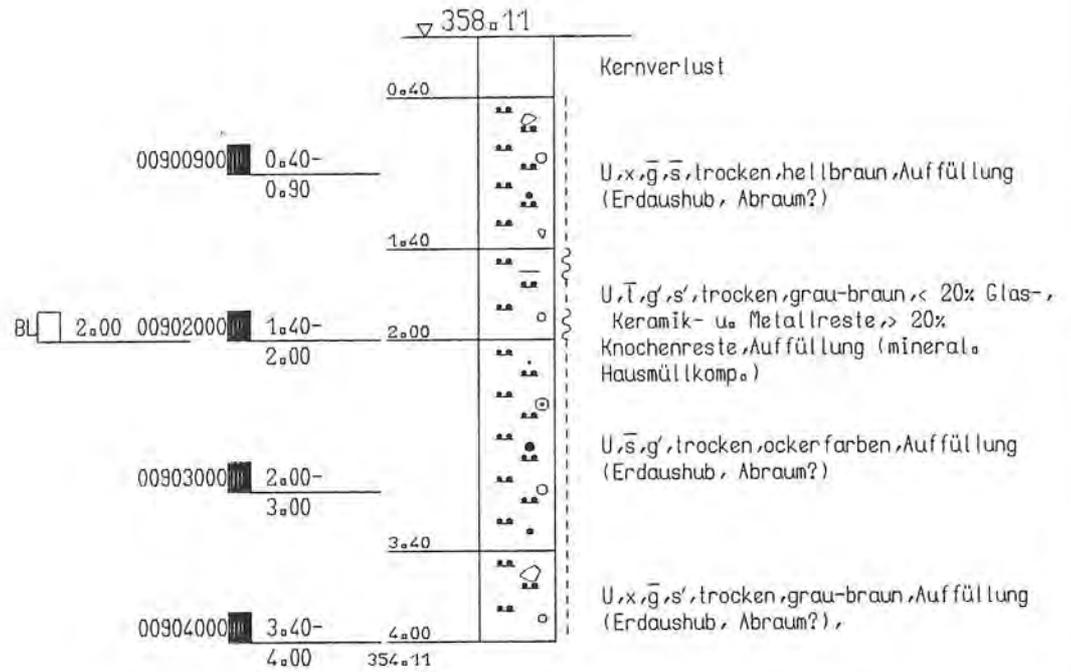


Endteufe 1.9m

<p>ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen</p>	<p>Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhausen</p> <p>Planbezeichnung: Sondierprofil</p>	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

		<u>Schichtenverzeichnis</u>				Anlage 1				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 93003				
						Az:				
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhausen										
Bohrung Nr.: S9 /Blatt 1 Schurf						Datum: 22.03.1994				
1	2				3	4	5	6		
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt						
.40	a) Kernverlust				Kernverlust					
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)	g)	h)	i)						
1.40	a) Schluff,steinig,stark kiesig,stark sandig					BP	9	.90		
	b)									
	c) steif		d)						e) hellbraun	
	f)	g) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)	h)	i)						
2.00	a) Schluff,stark tonig,schwach kiesig,schwach sandig				< 20% Glas-, Keramik- und Metallreste > 20% Knochenreste	BP	20	2.00		
	b)									
	c) weich- bis steif		d)			e) grau-braun				
	f) Auffüllung (mineral. Hausmüllk	g)	h)	i)		BL	0	2.00		
3.40	a) Schluff,stark sandig,schwach kiesig					BP	30	3.00		
	b)									
	c) steif		d)						e) ockerfarben	
	f) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)	g)	h)	i)						
4.00	a) Schluff,steinig,stark kiesig,schwach sandig					BP	40	4.00		
	b)									
	c) steif		d)						e) grau-braun	
	f) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)	g)	h)	i)						

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

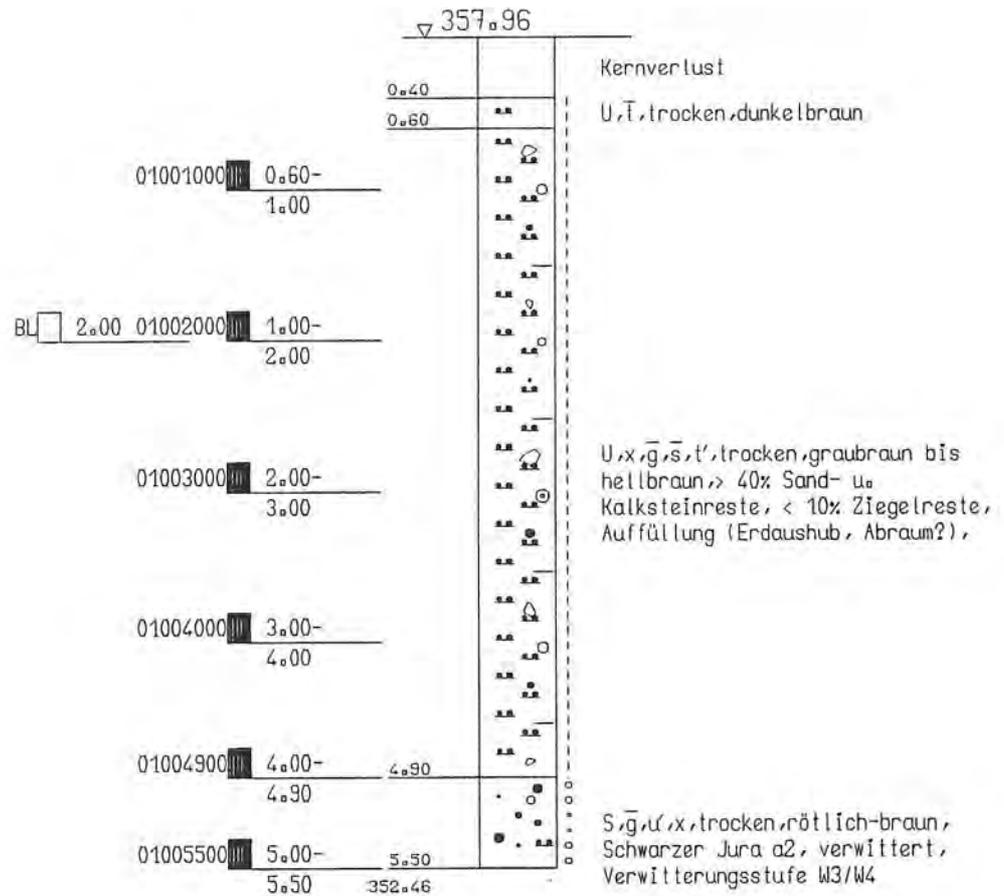


ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

1		2			3		4	5	6	
Bis ...m unter Ansatz- punkt		a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben			
		b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante	
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe								
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt							
.40		a) Kernverlust			Kernverlust					
		b)								
		c)	d)	e)						
		f)	g)	h)	i)					
.60		a) Schluff, stark tonig								
		b)								
		c) steif	d)	e) dunkelbraun						
		f)	g)	h)	i)					
4.90		a) Schluff, steinig, stark kiesig, stark sandig, schwach tonig			> 40% Sand- u. Kalksteinreste < 10% Ziegelreste		BP	10	1.00	
		b)					BP	20	2.00	
		c) steif	d)	e) graubraun bis hellb			BL	0	2.00	
		f)	g) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)	h)	i)			BP	30	3.00
								BP	40	4.00
								BP	49	4.90
5.50		a) Sand, stark kiesig, schwach schluffig, steinig			Verwitterungsstufe W3/W4		BP	55	5.50	
		b)								
		c) mitteldicht- bis dicht	d)	e) rötlich- braun						
		f)	g) Schwarzer Jura a2, verwittert	h)	i)					

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

# S10



Endteufe 5.5m

ENMOTEC GmbH  
 Bismarckstraße 80  
 72072 Tübingen

Projekt:  
 Orientierende Erkundung Altablagerung  
 "Ob der Halde", Scharnhausen  
 Planbezeichnung:  
 Sondierprofil

Blatt-Nr 1

Projekt-Nr. 93003

Datum 16.05.94

Maßstab 1:50

Bearbeiter mm

1		2			3		4	5	6
		<u>Schichtenverzeichnis</u>					Anlage 1		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Bericht: 93003		
							Az:		
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser									
Bohrung Nr.: S11 /Blatt 1 Schurf							Datum: 22.03.1994		
Bis ...m unter Ansatzpunkt		a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen 1)			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
		c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			Art	Nr	Tiefe in m Unter-kante
		f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalk-gehalt				
.40		a) Kernverlust			Kernverlust				
		b)							
		c)	d)	e)					
		f)	g)	h)	i)				
1.30		a) Schluff, stark tonig, schwach sandig			< 20% Glas- u. Keramikreste		BP	10	1.00
		b)							
		c) steif	d)	e) dunkelbraun					
		f) Auffüllung (mineral. Hausmüllk	g)	h)	i)				
2.80		a) Schluff, steinig, stark kiesig, stark sandig			> 40% Sand- u. Kalksteinreste < 10% Ziegelreste		BP	20	2.00
		b)					BL	0	2.00
		c) steif	d)	e) grau-braun		BP	28	2.80	
		f) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?	g)	h)	i)				
3.50		a) Schluff, schwach sandig					BP	35	3.50
		b)							
		c) steif	d)	e) hellbraun bis ocker					
		f) Auffüllung?	g)	h)	i)				

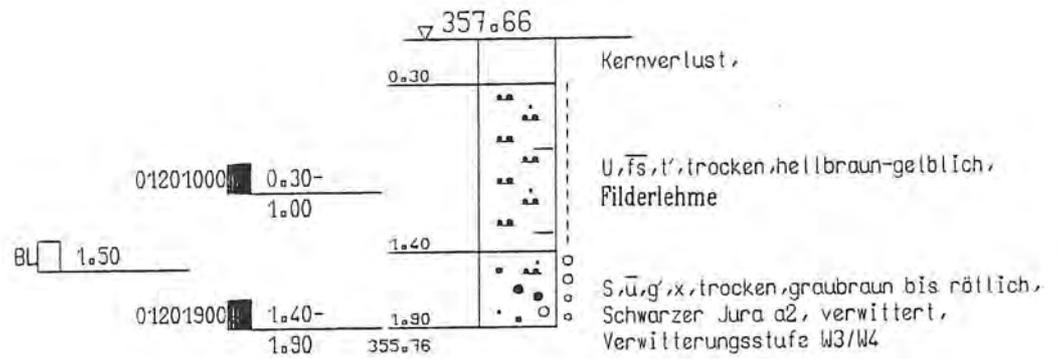
1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor



1		2			3		4 5 6		
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust			Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang							e) Farbe
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)				h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt		
.30	a) Kernverlust		Kernverlust						
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					
1.40	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig					BP	10	1.00	
	b)								
	c) steif	d)	e) hellbraun- gelblich						
	f)	g) Filderlehme	h)	i)					
1.90	a) Sand, stark schluffig, schwach kiesig, steinig		Verwitterungsstufe W3/W4			BP	19	1.90	
	b)					BL	0	1.50	
	c) locker- bis mitteldicht	d)	e) graubraun bis rötli						
	f)	g) Schwarzer Jura a2, verwittert	h)	i)					

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

# S12



ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhausen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

	<u>Schichtenverzeichnis</u> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anlage 1 Bericht: 93003 Az:
--	---	-----------------------------------

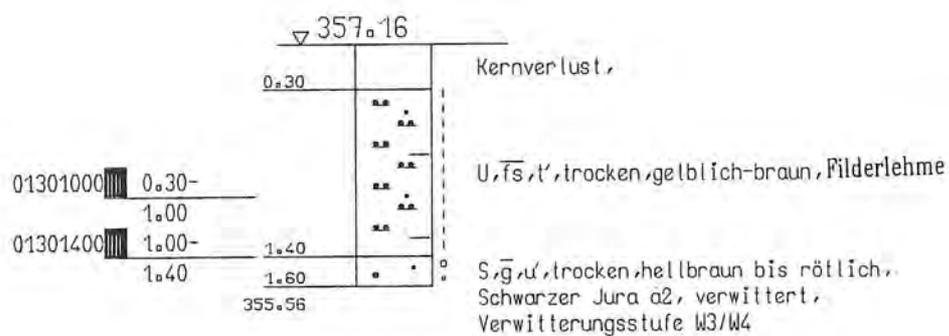
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhausen

<u>Bohrung</u> Nr.: S13 /Blatt 1 Schurf	Datum: 22.03.1994
---	-------------------

1	2	3	4	5	6		
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)						
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)					h) 1) Gruppe
.30	a)		Kernverlust				
	b)						
	c)	d)					
	f)	g)		h)	i)		
1.40	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig			BP	10	1.00	
	b)			BP	14	1.40	
	c) steif	d)		e) gelblich- braun			
	f)	g) Filderlehme		h)	i)		
1.60	a) Sand, stark kiesig, schwach schluffig		Verwitterungsstufe W3/W4				
	b)						
	c) mitteldicht- bis dicht	d)		e) hellbraun bis rötli			
	f)	g) Schwarzer Jura a2, verwittert		h)	i)		

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

# S13



Endtiefe 1.6m

ENMOTEC GmbH  
Bismarckstraße 80  
72072 Tübingen

Projekt:  
Orientierende Erkundung Altablagerung  
"Ob der Halde", Scharnhausen

Planbezeichnung:  
Sondierprofil

Blatt-Nr 1

Projekt-Nr. 93003

Datum 16.05.94

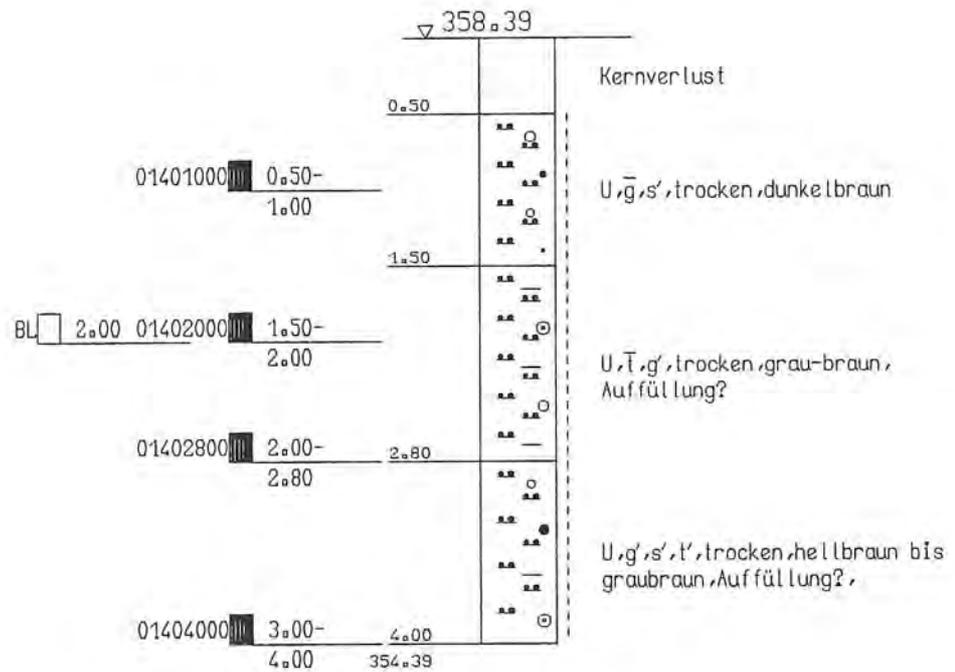
Maßstab 1:50

Bearbeiter mm

		<u>Schichtenverzeichnis</u>				Anlage 1				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 93003				
						Az:				
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser						Datum: 22.03.1994				
Bohrung Nr.: S14 /Blatt 1 Schurf										
1	2				3	4	5	6		
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)				Art		Nr	Tiefe in m Unter- kante		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung 1)						h) 1) Gruppe	
.50	a)					Kernverlust				
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h)					i)
1.50	a) Schluff, stark kiesig, schwach sandig						BP	10	1.00	
	b)									
	c) steif		d)		e) dunkelbraun					
	f)		g)		h)					i)
2.80	a) Schluff, stark tonig, schwach kiesig						BP BL BP	20 0 28	2.00 2.00 2.80	
	b)									
	c) steif		d)		e) grau-braun					
	f) Auffüllung?		g)		h)					i)
4.00	a) Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, schwach tonig						BP	40	4.00	
	b)									
	c) steif		d)		e) hellbraun bis graub					
	f) Auffüllung?		g)		h)					i)

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

# S14

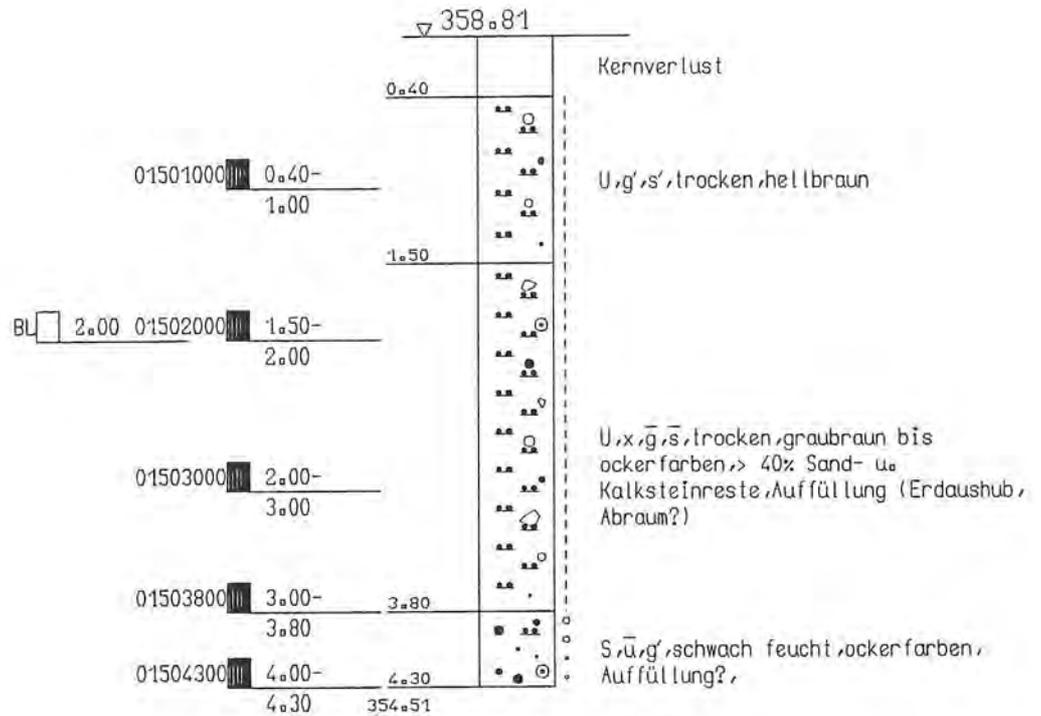


ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

		<u>Schichtenverzeichnis</u>				Anlage 1					
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 93003					
						Az:					
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhausen											
Bohrung Nr.: S15 /Blatt 1 Schurf						Datum: 22.03.1994					
1	2				3	4	5	6			
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)				Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe								
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe		i) Kalk- gehalt						
.40	a)			Kernverlust							
	b)										
	c)	d)	e)								
	f)	g)	h)					i)			
1.50	a) Schluff, schwach kiesig, schwach sandig				BP	10	1.00				
	b)										
	c) steif	d)	e) hellbraun								
	f)	g)	h)					i)			
3.80	a) Schluff, steinig, stark kiesig, stark sandig			> 40% Sand- u. Kalksteinreste	BP	20	2.00				
	b)							BL	0	2.00	
	c) steif	d)	e) graubraun bis ocker					BP	30	3.00	
	f) Auffüllung (Erdaushub, Abraum?)	g)	h)					i)	BP	38	3.80
4.30	a) Sand, stark schluffig, schwach kiesig				BP	43	4.30				
	b)										
	c) mitteldicht- bis dicht	d)	e) ockerfarben								
	f) Auffüllung?	g)	h)					i)			

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

# S15



Endteufe 4.3m

ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäusen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

1		2			3		4	5	6
Bis ...m unter Ansatz- punkt		a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
		b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante
		c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
		f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
.50		a)	Kernverlust						
		b)							
		c)	d)	e)					
		f)	g)	h)	i)				
1.20		a) Schluff, schwach sandig, stark tonig				BP	10	1.00	
		b)							
		c) steif	d)	e) dunkelbraun					
		f)	g)	h)	i)				
6.20		a) Schluff, steinig, stark kiesig, stark sandig, schwach tonig			> 40% Sand- u. Kalksteinreste	BP	20	2.00	
		b)				BP	30	3.00	
		c) steif	d)	e) gelblich- bis graub		BP	40	4.00	
		f) Auffüllung (EA, Abraum?)	g)	h)		i)	BP	50	5.00
						BP	60	6.00	
6.50		a) Sand, steinig, stark kiesig, stark schluffig			Verwitterungsstufe W3/W4	BP	65	6.50	
		b)							
		c) mitteldicht- bis dicht	d)	e) rötlich- braun					
		f)	g) Schwarzer Jura a2, verwittert	h)		i)			

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

Anlage 1

Bericht: 93003

Az:

Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser

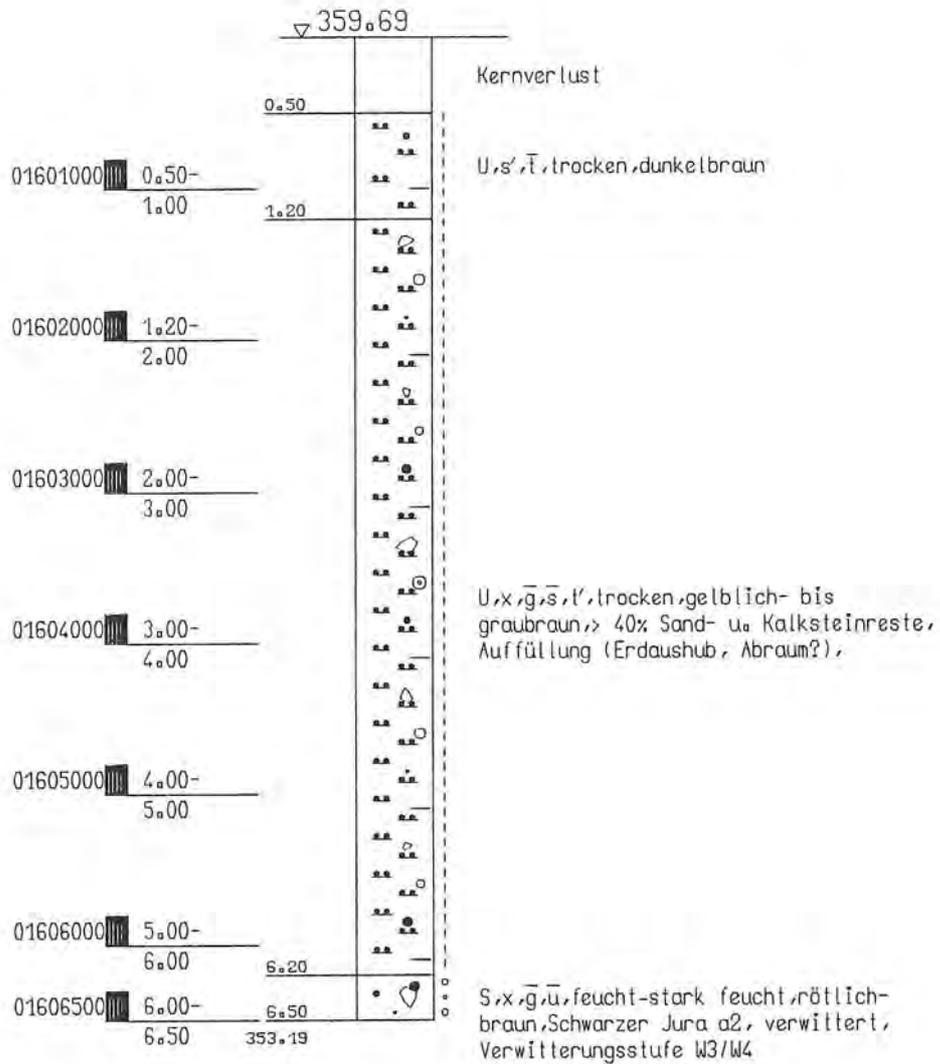
Bohrung

Datum: 22.03.1994

Nr.: S16 /Blatt 1

Schurf

# S16

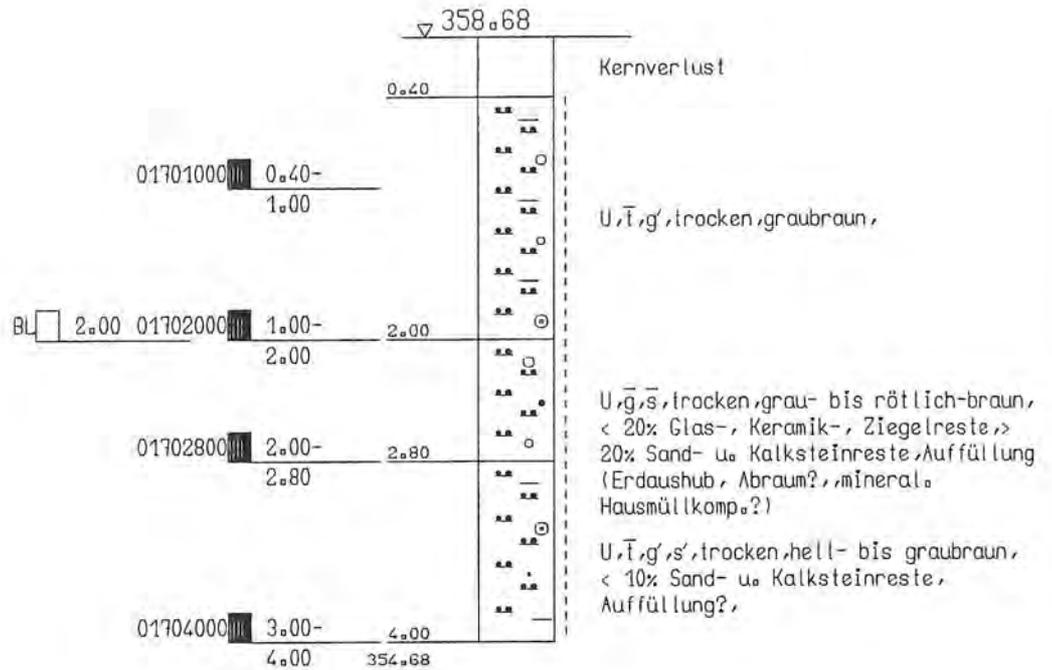


ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

		<u>Schichtenverzeichnis</u>				Anlage 1						
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 93003						
						Az:						
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser						Datum: 22.03.1994						
Bohrung Nr.: S17 /Blatt 1 Schurf												
1	2				3	4	5	6				
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante				
f) Übliche Benennung	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe							
	g) Geologische Benennung 1)		h) 1) Gruppe		i) Kalk- gehalt							
.40	a)				Kernverlust							
	b)											
	c)		d)						e)			
	f)		g)						h) i)			
2.00	a) Schluff, stark tonig, schwach kiesig					BP BP BL	10 20 0	1.00 2.00 2.00				
	b)											
	c) steif		d)						e) graubraun			
	f)		g)						h) i)			
2.80	a) Schluff, stark kiesig, stark sandig				< 20 % Glas-, Keramik- und Ziegelreste > 20% Sand- u. Kalksteinreste	BP	28	2.80				
	b)											
	c) steif		d)						e) grau- bis rötlich-b			
	f) Auffüllung (EA, Abraum?, min. HMK?)		g)						h) i)			
4.00	a) Schluff, stark tonig, schwach kiesig, schwach sandig				< 10% Sand- u. Kalksteinreste	BP	40	4.00				
	b)											
	c) steif		d)						e) hell- bis graubraun			
	f) Auffüllung?		g)						h) i)			

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

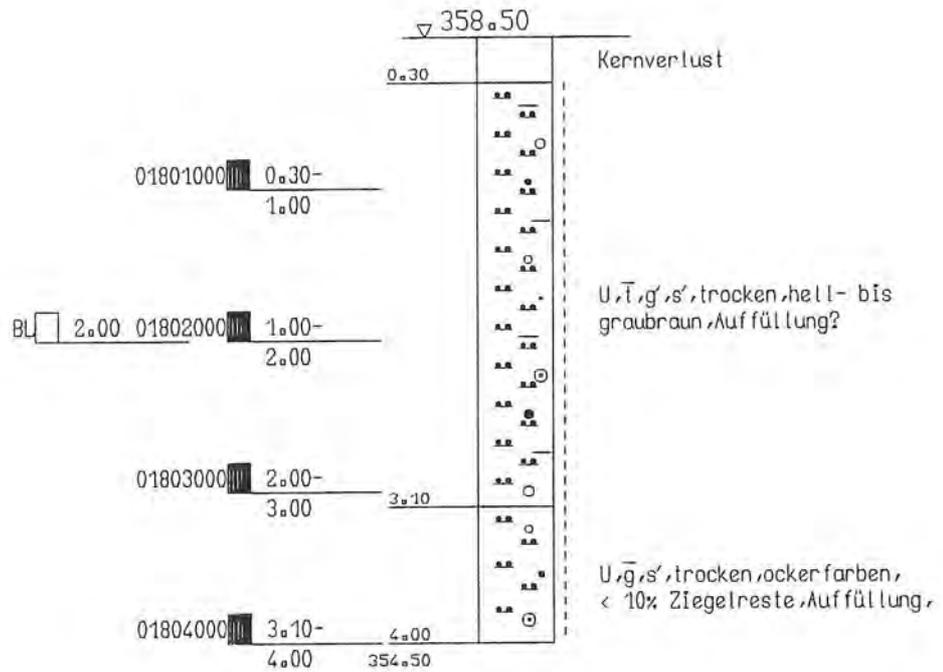
# S17



ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

		<u>Schichtenverzeichnis</u>				Anlage 1				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 93003				
						Az:				
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser										
Bohrung Nr.: S18 /Blatt 1 Schurf						Datum: 22.03.1994				
1	2				3	4	5	6		
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust	Entnommene Proben					
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)				Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang					e) Farbe		
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung 1)		h) 1) Gruppe		i) Kalk- gehalt			
.30	a)			Kernverlust						
	b)									
	c)		d)					e)		
	f)		g)					h) i)		
3.10	a) Schluff, stark tonig, schwach kiesig, schwach sandig				BP	10	1.00			
	b)							BP	20	2.00
	c) steif		d)							
	f) Auffüllung?		g)					h) i)		
4.00	a) Schluff, stark kiesig, schwach sandig				BP	40	4.00			
	b) < 10% Ziegelreste									
	c) steif		d)					e) ockerfarben		
	f) Auffüllung		g)					h) i)		

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

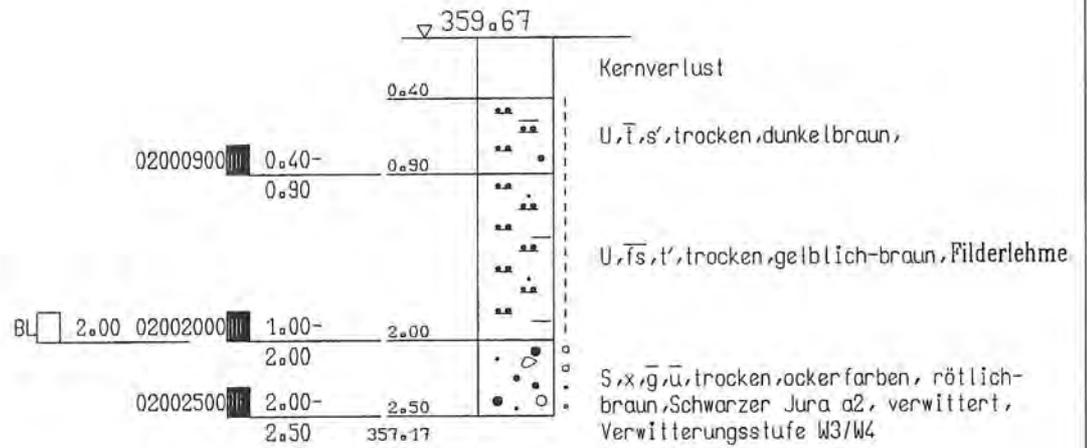


ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerng "Ob der Halde", Scharnhäusen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

		<u>Schichtenverzeichnis</u>				Anlage 1				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 93003				
						Az:				
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäuser						Datum: 22.03.1994				
Bohrung Nr.: S20 /Blatt 1 Schurf										
1	2				3	4	5	6		
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust			Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)						Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe				i) Kalk- gehalt			
.40	a) Kernverlust			Kernverlust						
	b)									
	c)	d)	e)							
	f)	g)	h)							i)
.90	a) Schluff, stark tonig, schwach sandig						BP	9	.90	
	b)									
	c) steif	d)	e) dunkelbraun							
	f)	g)	h)							i)
2.00	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig						BP BL	20 0	2.00 2.00	
	b)									
	c) steif	d)	e) gelblich- braun							
	f)	g) Filderlehme	h)							i)
2.50	a) Sand, steinig, stark kiesig, stark schluffig			Verwitterungsstufe W3/W4			BP	25	2.50	
	b)									
	c) mitteldicht- bis dicht	d)	e) ockerfarben, rötlich							
	f)	g) Schwarzer Jura a2, verwittert	h)							i)

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

# S20

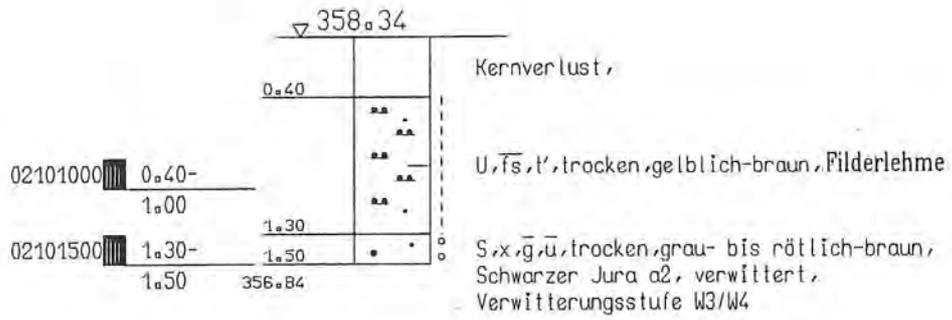


ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäusen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

1		2			3		4	5	6				
		<u>Schichtenverzeichnis</u>					Anlage 1						
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben					Bericht: 93003						
							Az:						
Bauvorhaben: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhäusen							Datum: 22.03.1994						
Bohrung													
Nr.: S21 /Blatt 1													
Schurf													
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen	b) Ergänzende Bemerkungen 1)			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben						
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				Art	Nr	Tiefe in m Unter- kante				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt									
	a) Kernverlust	b)					Kernverlust						
.40	c)	d)	e)										
	f)	g)	h)	i)									
	a) Schluff, stark feinsandig, schwach tonig	b)			BP					10		1.00	
1.30	c) steif	d)	e) gelblich- braun										
	f)	g) Filderlehme	h)	i)									
	a) Sand, steinig, stark kiesig, stark schluffig	b)						Verwitterungsstufe W/W4					
1.50	c) mitteldicht- bis dicht	d)	e) grau- bis rötlich-b										
	f)	g) Schwarzer Jura a2, verwittert	h)	i)									

1) Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

# S21



Endleufe 1.5m

ENMOTEC GmbH Bismarckstraße 80 72072 Tübingen	Projekt: Orientierende Erkundung Altablagerung "Ob der Halde", Scharnhausen  Planbezeichnung: Sondierprofil	Blatt-Nr 1
		Projekt-Nr. 93003
		Datum 16.05.94
		Maßstab 1:50
		Bearbeiter mm

**Anlage 10**

**Meßprotokoll zur Entnahme der Bodenluftproben; O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>-Gehalte**

