

Altlastenerkundungsprogramm Baden-Württemberg
Stufe E₁₋₂: Orientierende Erkundung
Gefährdungsabschätzung

Kommunale Verdachtsfläche "Ob der Halde"
Ostfildern-Scharnhausen

Projekt A0296

Stadt Ostfildern
Otto-Vatter-Straße 12
73760 Ostfildern

INGEO · Dipl.-Geol. M. Mayle
Haldenweg 55
72138 Kirchentellinsfurt

29. Oktober 1996

Inhaltsverzeichnis	Seite
0 Zusammenfassung.....	1
1.0 Einleitung und Zielsetzung.....	3
2.0 Bearbeitungsunterlagen.....	4
2.1 Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Unterlagen	4
2.2 Karten.....	4
2.3 Literatur	4
3.0 Untersuchungsmethodik	5
3.1 Geländearbeiten	5
3.1.1 Rammkernsondierungen, Entnahme von Feststoffproben.....	6
3.1.2 Entnahme von Bodenluftproben.....	7
3.2 Analytik	7
3.2.1 Bodenluftanalytik.....	7
3.2.2 Feststoffanalytik.....	7
3.2.3 Eluatanalytik.....	8
4.0 Standortbeschreibung.....	8
4.1 Topographie und Morphologie	8
4.2 Aktuelle und geplante flächenspezifische Nutzungen.....	10
6.0 Darstellung der Untersuchungsergebnisse.....	11
6.1 Stoffinventar, Geologie und Schichtaufbau im Standortbereich	11
6.2 Hydrogeologischer Aufbau, Grundwasserhydraulik.....	14
6.3 Meßwerte Bodenluft.....	16

7.0 Analysenergebnisse.....	17
7.1 Bodenluftanalytik.....	17
7.1.1 Deponie- und Permanentgaskomponenten.....	17
7.1.2 Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)	19
7.1.3 Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW)	20
7.2 Feststoffanalytik.....	20
7.2.1 Kohlenwasserstoffe nach DIN 38409 H18 (KW).....	20
7.2.2 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).....	22
7.2.3 Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)	22
7.2.4 Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW)	23
7.2.5 Schwermetalle	23
7.3 Eluatanalytik.....	26
8.0 Bewertung und Gefährdungsabschätzung.....	27
8.1 Schutzgut Luft	28
8.2 Boden, Schutzgut menschliche Gesundheit	29
8.3 Boden, Schutzgut Pflanzen.....	31
8.4 Schutzgut Grundwasser.....	33
9.0 Handlungsempfehlungen	36
Tabelle 1 Volumina und Zusammensetzung der Teilflächen 1 und 2.....	13
Tabelle 2 Meßwerte O ₂ , CO ₂ , CH ₄ und H ₂ S.....	16
Tabelle 3 KW-Konzentrationen im Feststoff (Ablagerungsmaterial, Boden)	20
Tabelle 4 Schwermetallkonzentrationen, Standort und Vergleichsdaten	24
Tabelle 5 Eluat- und Feststoffkonzentrationen: KW H18, BTEX und Blei	26
Tabelle 6 Hintergrund- und Prüfwerte Boden, Schutzgut menschliche Gesundheit.	30
Tabelle 7 Hintergrund- und Prüfwerte Boden, Schutzgut Pflanzen.....	32
Tabelle 8 Hintergrund- und Prüfwerte Schutzgut Grundwasser (Eluat).....	33
Abbildung 1 Grundwasserganglinien der Meßstellen B1 - B4	15

0 Zusammenfassung

Durch technische Erkundungsmaßnahmen (Sondierungen, Entnahme und Analytik von Boden- und Bodenluftproben) erfolgte für die im Bereich der Verdachtsfläche "Ob der Halde" in Ostfildern-Scharnhausen relevanten Schutzgüter eine erste Konkretisierung des Gefährdungspotentials.

Die Verdachtsfläche gliedert sich in 2 Teilflächen bzw. Auffüllungskörper mit unterschiedlichen Ausdehnungen und Volumina. Teilfläche 1 stellt die Verfüllung eines ehemaligen Steinbruchs dar, Teilfläche 2 wurde als haldenförmiger Deponiekörper angelegt. Die Auffüllungsmächtigkeiten betragen maximal ca. 6 m; mit den vorliegenden Daten lassen sich Ablagerungsvolumina von ca. 18 200 m³ für Teilfläche 1 und ca. 2 500 m³ für Teilfläche 2 berechnen.

Im Verdachtsflächenbereich existieren je nach gegenwärtiger Nutzung unterschiedliche *Oberflächenabdeckungen* bzw. *-befestigungen* aus bindigem Bodenmaterial, verdichtetem Schotter, Beton- oder Schwarzdecken oder spezifischen Tennisplatzbelägen. Das Stoffinventar der Deponiekörper besteht nahezu ausschließlich aus *Baurestmassen*, die aufgrund ihrer Zusammensetzung in bindigen *Erdaushub (Abraum)* und *Bauschutt* differenziert werden können. Ablagerungsmaterial, das den Abfall- und Reststoffkategorien *Industrie- und Gewerbeabfälle* zuzuordnen wäre, wurde nicht angetroffen.

Für die einzelnen Teilflächen ergeben sich variierende Abfallanteile; bezogen auf die jeweiligen Volumina können 87 - 95% Erdaushub, 2 - 13% Bauschutt sowie 0 - 3% Siedlungsabfälle abgeschätzt werden.

Im Liegenden der Auffüllungen sind vertikal und lateral differenzierte quartäre Abfolgen verbreitet, die genetisch als Filderlehme bzw. als Verwitterungszone der unterlagernden Festgesteine des Schwarzen Jura α_2 zu interpretieren sind. Bedingt durch den ehemaligen Steinbruchbetrieb ist in Teilfläche 1 ein stark reduziertes, vermutlich sekundäres Verwitterungsprofil entwickelt.

Die Auffüllungen sind in der ungesättigten, punktuell auch in der teilgesättigten Zone lokalisiert. Im Bereich der Teilfläche 1 ist aufgrund der potentiellen Schwankungsbreiten des Grundwasserspiegels ein temporärer Einstau der tieferen Auffüllungshorizonte möglich. In den unterlagernden Festgesteinen des Schwarzen Jura α_2 ist ein inhomogener Kluftaquifer entwickelt. Die Mächtigkeiten der

ungesättigten Zone variierten im Untersuchungszeitraum zwischen ca. 4 m und ≥ 6 m. Die Distanz des Grundwasserspiegels zur Basis der Altablagerung betrug in Teilfläche 1 zwischen 0 und ca. 2 m, in Teilfläche 2 wurden generell ≥ 2 m erreicht. Die Verhältnisse im Standortbereich können in Anlehnung an das **ALTLASTENHANDBUCH, TEIL 2**, mit dem **hydrogeologischen Standorttyp 8** (Teilfläche 1) bzw. **6** (Teilfläche 2) verglichen werden.

Die aktuellen Nutzungen der Verdachtsfläche erstrecken sich auf Sport- und Freizeitanlagen (Tennisplätze), Parkplätze sowie extensiv genutzte Grünflächen. Zwischen den Teilflächen 1 und 2 befindet sich ein Wohnhaus mit Gaststätte. Aus der geplanten Wohnbebauung mit Ein- und Mehrfamilienhäusern resultieren für die gesamte Verdachtsfläche Nutzungsänderungen mit erhöhter Sensibilität.

Die **Analytik der Gasphase (Bodenluft)** erbrachte bei den Deponiegaskomponenten lokal Bereiche mit erhöhten CO_2 -Gehalten, die jedoch als biogene/pedogene Hintergrundkonzentrationen einzustufen sind. CH_4 wurde in keiner Probe nachgewiesen. Deponiegasspurenstoffe der Stoffgruppen leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW) und monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) wurden nicht nachgewiesen.

Nach den Ergebnissen der **Feststoffanalytik** wurden im Bereich der Teilfläche 1 lokal begrenzte Belastungen des Oberbodenhorizontes durch Blei festgestellt. Zusätzlich existieren hier punktuelle Belastungen der ungesättigten bzw. teilgesättigten Zone durch Mineralölkohlenwasserstoffe (KW). Aufgrund der vertikalen Konzentrationsverteilungen, der Absolutkonzentrationen in der ungesättigten Zone sowie dem Auftreten von Mineralölphasenanteilen in der gesättigten Zone ist ein Eintrag über kontaminiertes Grundwasser wahrscheinlich. In der **Eluatanalytik** wurden keine signifikanten Konzentrationen der relevanten Parameter KW, BTEX und Blei detektiert.

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse ist in Verbindung mit den geplanten Nutzungen und daraus resultierenden möglichen Expositions- bzw. Emissionspfaden ein relevantes Gefährdungspotential für die Schutzgüter menschliche Gesundheit, Pflanzen und Grundwasser abzuleiten. Für die Verdachtsfläche werden daher in Teilbereichen Nutzungseinschränkungen sowie weiterführende Erkundungsmaßnahmen (Erkundungsstufe E_{2-3}) zur Quantifizierung des Grundwassergefährdungspotentials empfohlen.

1.0 Einleitung und Zielsetzung

Die Verdachtsfläche „Ob der Halde“ in Ostfildern-Schamhausen war 1994 im Rahmen des Altlastenuntersuchungsprogramms des Landes Baden-Württemberg Gegenstand der standortspezifischen historischen und orientierenden Erkundung. Anlaß dieser Maßnahmen war die geplante Folgenutzung als Siedlungsfläche. Die Ergebnisse erbrachten in den vorgesehenen Baubereichen kein relevantes Gefährdungspotential; eine Abgrenzung der Gesamtausdehnung der Verdachtsfläche wurde jedoch nicht erreicht.

Infolge einer Änderung des Bebauungsplanes wurden die Verdachtsflächenabschnitte einbezogen, die mit den bisherigen Erkundungsmaßnahmen nicht erfaßt worden waren. Die Verdachtsfläche wurde daher mit weiterem Handlungsbedarf bewertet. Aufgrund der standortspezifischen Daten ist auch in den nicht untersuchten Bereichen von einer Altlastenrelevanz mit einem entsprechenden Gefährdungspotential auszugehen, das durch technische Maßnahmen (Erkundungsstufe E₁₋₂) zu konkretisieren ist.

Die INGEO erhielt am 20.05.1996 vom Tiefbauamt der Stadt Ostfildern, vertreten durch Herrn Krautter, den Auftrag zur orientierenden Erkundung der Verdachtsfläche "Ob der Halde" in Schamhausen. Die Auftragserteilung erfolgte auf der Basis des Angebotes A0296 der INGEO vom 10.05.1996 nach Erteilung des Zuwendungsbescheides durch das Regierungspräsidium Stuttgart.

Zielsetzung der Maßnahmen war die Erfassung potentieller Kontaminationen der ungesättigten Zone durch Beprobung der Feststoff- (Boden, Inhaltsstoffe der Altablagerung) und Gasphase (Poren-/Bodenluft) sowie anschließender Analytik auf organische und anorganische Zielparameter. Auf Basis der Ergebnisse sollte eine Bewertung des Gefährdungspotentials für die im Bereich der Verdachtsfläche relevanten Schutzgüter erreicht und Handlungsempfehlungen sowie Vorschläge für eventuelle weiterführende Maßnahmen ausgearbeitet werden.

2.0 Bearbeitungsunterlagen

2.1 Vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Unterlagen

- Ausschnitt aus dem Bebauungsplan im Maßstab 1 : 1 000, Datum 15.04.1994.
- Ausschnitt aus der Höhenflurkarte, Blatt NO 1914, Katasterstand Oktober 1990, Maßstab 1 : 2 500.
- Enmotec Ing. ges. mbH: Altlastenerkundungsprogramm Baden-Württemberg: Stufe E₀₋₁ Standortsspezifische historische Erkundung und Stufe E₁₋₂ Orientierende Erkundung. Verdachtsfläche „Ob der Halde“, Ostfildern-Scharnhausen. - Bericht vom 29.08.1994.
- Büro Dr. Hafner (1995): Auszüge aus den Berichten zum Projekt Nr. 93115 (Scharnhauser Park, Eingrenzung, weitere Flächen) und 93115c (Scharnhauser Park, Grundwassererkundung).

2.2 Karten

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

2.3 Literatur

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Altlastenhandbuch Teil I: Altlasten-Bewertung; Altlastenhandbuch Teil II: Untersuchungsgrundlagen. - 1988.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Umwelt- und 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. - GABI. Baden-Württemberg Nr. 33, 30.11.1993.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Zweite Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Probennahme 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.

3.0 Untersuchungsmethodik

Von der INGEO wurden folgende Untersuchungen ausgeführt:

- Einmessen des Untersuchungsrahmens nach Lage und Höhe (Nivellement).
- 20 Rammkernsondierungen (Durchmesser 50 mm) bis maximal 5.6 m Tiefe.
- Erstellen der Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile nach DIN 4022/4023.
- organoleptische Ansprache des gewonnenen Kernmaterials.
- Entnahme von insgesamt 104 Bodenproben.
- Entnahme von insgesamt 20 Bodenluftproben (LINDE-Beutel + Aktivkohle).
- Insgesamt 69 Analysen an Proben aus den Medien Boden/ Ablagerungsmaterial (Feststoff + Eluat) und Bodenluft.

3.1 Geländearbeiten

Die Geländearbeiten (Sondierungen, Entnahme von Boden- und Bodenluftproben) wurden im Zeitraum vom 11. bis 14.06.1996 durchgeführt. Die Entnahme der Proben aus den Medien Boden, Ablagerungsmaterial und Bodenluft erfolgte nach derzeit gültigen Normen bzw. Vorschriften (2. VwV zum BodschG, Leitfaden Deponiegas).

3.1.1 Rammkernsondierungen, Entnahme von Feststoffproben

Ausgehend von der Geländeoberfläche wurden 20 Rammkernsondierungen (S22 - S41) im Durchmesser 50 mm zur Entnahme von Feststoff- (Ablagerungsmaterial- + Boden) und Bodenluftproben abgeteuft. Die Positionierung der Sondierungen erfolgte in einem definierten Raster, das unter Einbeziehung der Erkundungskampagne '94 und den geplanten Nutzungen festgelegt wurde. Die Rasterabmessungen (ca. 15 m) wurden in Abhängigkeit von der zu untersuchenden Gesamtfläche und dem Zielkriterium der Bestimmung von lokalen Verteilungsmustern relevanter Einzelstoffe definiert. Bedingt durch die Existenz zahlreicher Ver- und Entsorgungsleitungen innerhalb der Untersuchungsfläche waren vereinzelt geringfügige Modifikationen des Beprobungsrasters erforderlich.

Die Endteufen der Sondierungen betragen zwischen 1.4 m außerhalb und maximal 5.6 m innerhalb der Auffüllungskörper. Aus dem Kernmaterial wurden in Abhängigkeit vom Profilaufbau gestörte Boden- bzw. Abfallproben als Mischproben über 1m-Bereiche, bei Schichtwechseln sowie bei organoleptisch erkennbaren Auffälligkeiten entnommen.

Zur Erkundung möglicher Belastungen des Oberbodens, die im Hinblick auf die geplanten Folgenutzungen (Nutzungsszenarien Wohn- und Spielflächen, Hausgärten) als relevant einzustufen sind, erfolgte in nicht versiegelten Bereichen der Altablagerung eine getrennte Beprobung des Tiefenbereichs von 0 - 0.1 m (ohne organische Auflagen). Die Festlegung der für die einzelnen Probenahme-flächen erforderlichen Probenanzahl erfolgte nach der 2. VwV zum BodSchG. Mit der Zielsetzung einer Kennzeichnung von Bereichen ähnlicher Schadstoffgehalte wurden aus den Einzelproben definierbarer Homogenbereiche Mischproben gebildet. Für die Untersuchungsfläche ergaben sich insgesamt 3 Oberbodenmischproben (OF1 - OF3).

Das Probenmaterial für die Feststoff- und Eluatanalytik auf Organika (Mineralöl-KW, PAK) und Anorganika (Schwermetalle) wurde in 250 ml Schraubdeckelgläser entnommen. Zur Bestimmung von LCKW und BTEX an der Festsubstanz wurde Probenmaterial in 20 ml Rollrandgläser mit teflonbeschichteten Butylgummisepten eingebracht. In Abhängigkeit vom Kerngewinn wurden jeweils Doppelproben entnommen.

Sämtliche Sondierungen wurden nach Abschluß der Probenahme mit quellfähigem Tonmaterial (Compactonit) verfüllt, in befestigten oder versiegelten Bereichen wurde die jeweilige Oberfläche wieder hergestellt.

3.1.2 Entnahme von Bodenluftproben

Die Entnahme der Bodenluftproben erfolgte über ein temporäres Gasmess- und -beprobungssystem (BLPS3 der Fa. META, Altenberge) selektiv in den Lokationen, die signifikante Meßwerte der Parameter O₂, CO₂, CH₄ und H₂S aufwiesen. Das System besteht aus einer speziellen Sonde, die in die Sondierung eingebracht und mit einem mobilen Meßgerät gekoppelt wird. Das Gerät fördert Bodenluft und mißt kontinuierlich die Parameter O₂, CO₂, CH₄ und H₂S im Förderstrom; die Förderrate ist abhängig von der spezifischen Durchlässigkeit des Bodenmaterials. Bei Erreichen der Parameterkonstanz wurden aus dem Förderstrom ca. 10 l Bodenluft in einen LINDE-Beutel zur Analytik auf Deponie- und Permanentgase überführt. Die Proben für die Analytik auf LCKW und BTEX wurden durch Anreicherung und Adsorption auf Aktivkohle gewonnen (NIOSH-Aktivkohle).

Die Entnahmetiefen variierten zwischen 2.0 m und 2.5 m unter GOK, bedingt durch die wechselnden Mächtigkeiten der Altablagerung. Zur Verhinderung von Atmosphärenluftzutritten wurde der Sondenringraum im Bereich der Geländeoberfläche abgedichtet.

3.2 Analytik

An ausgewählten Proben der Matrices Bodenluft und Boden (Ablagerungsmaterial) wurden die unter 3.2.1 - 3.2.3 aufgeführten Einzelparameter analysiert. Die restlichen, nicht analysierten Proben werden bis zur abschließenden Bewertung als Rückstellproben aufbewahrt:

3.2.1 Bodenluftanalytik

- Deponie- (CO₂, CH₄) und Permanentgaskomponenten (O₂, N₂) mittels GC-WLD; 5 Analysen.
- Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW, 6 Einzelparameter; DIN 38407 F5); 4 Analysen.
- Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX nach DIN 38407 F9); 10 Analysen.

3.2.2 Feststoffanalytik

- Mineralölkohlenwasserstoffe (KW n. DIN 38409 H18); 13 Analysen.
- Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW, 6 Einzelparameter; DIN 38407 F5); 4 Analysen.
- Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX n. DIN 38407 F9); 5 Analysen.

- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, 16 Einzelstoffe n. EPA (n. DIN 38409 H13); 2 Analysen.
- Schwermetalle (Cd, Cr ges., Cu, Hg, Ni, Pb, Zn n. DIN 38406); 16 Analysen.
- Schwermetalle (As, Tl n. DIN 38405); 3 Analysen.

Die Aufschlüsse wurden jeweils nach DIN 38414 S7 hergestellt. An Proben mit hohen Anteilen von Grobkornkomponenten erfolgte eine vorherige Abtrennung des Feinkornanteils < 2 mm mittels Trockensiebung. Die Konzentrationen an KW und Schwermetallen sind jeweils auf Trockensubstanz (TS) bezogen, der Trockenrückstand wurde nach DIN 38414 S2 berechnet.

3.2.3 Eluatanalytik

- Mineralölkohlenwasserstoffe (KW n. DIN 38409 H18); 4 Analysen.
- Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX n. DIN 38407 F9); 2 Analysen.
- Schwermetalle (Pb n. DIN 38 406); 1 Analyse.

Die Eluatherstellung wurde nach DIN 38414 S4 vorgenommen.

4.0 Standortbeschreibung

4.1 Topographie und Morphologie

Die Verdachtsfläche befindet sich ca. 400 m nordnordöstlich der Ortsmitte von Ostfildern-Scharnhausen im Randbereich der Filderhochfläche zum Nordhang des Körschtales. Sie erstreckt sich im Flurbezirk "Ob der Halde" über die Flurstücke 2969/1, 2969/3, 2970 und Teile von 2969/2; der südöstliche Eckpunkt kann durch die GAUSS-KRÜGER-Koordinaten R ³⁵19730 und H ⁵³97060 festgelegt werden (Anlagen 1.1, 2).

Durch die Existenz von 2 getrennten Ablagerungskörpern mit unterschiedlicher Form und Genese ist eine Gliederung in Teilflächen (vgl. Anlage 2, 3) möglich.

Teilfläche 1 umfaßt nahezu das gesamte Flurstück 2969/1, im nordwestlichen Abschnitt vermutlich auch Teile des Flurstücks 2969/2. Die Begrenzung in westlicher, nördlicher und östlicher Richtung zeigt einen unregelmäßigen Verlauf, der sich im wesentlichen an den Tennisplätzen und einem Wirtschaftsweg (Flst. Nr. 2969) orientiert. Die Begrenzung entlang der Südseite wird von der Jahnstraße markiert. Die Ausdehnung der Teilfläche beträgt ca. 4 800 m².

Nach den Ergebnissen der historischen Erkundung wurde der Bereich der Teilfläche 1 als Steinbruch genutzt, in dem Kalksandsteine des Schwarzen Jura α_2 (Hauptsandsteine) abgebaut wurden. Der Betriebszeitraum kann in etwa vom letzten Viertel des 19. Jahrhunderts bis in die 20-er Jahre des 20. Jahrhunderts datiert werden. Die Westhälfte des Steinbruches wurde bereits während des Betriebes sukzessive mit Abraummateriale verfüllt; in der Osthälfte wurde nach 1928 mit der Verfüllung begonnen, das Ende der Ablagerungen kann auf ± 1950 eingegrenzt werden.

Bedingt durch die zahlreichen Folgenutzungen nach Ende der Abbautätigkeit bzw. der Auffüllungen sowie Rekultivierungsmaßnahmen in der Osthälfte (Abdeckung mit bindigem Bodenmaterial) weist die Ablagerungsfläche heute ein deutliches Relief auf. Die Geländemorphologie zeigt in der östlichen Hälfte des Flurstückes 2969/1 eine mit durchschnittlich 3° nach Süden bis Südosten geneigte Oberfläche. Entlang der Jahnstraße an der Südseite verläuft eine steile, maximal ca. 1.5 m hohe Böschung. Die Geländehöhen können mit ca. 357 m üNN am Böschungsfuß angegeben werden, im nördlichen Randbereich (Wirtschaftsweg Flst. 2969) werden ca. 360 m üNN erreicht. Im Gegensatz hierzu ist das Gelände im Westteil des Flurstückes 2969/1 durch die Anlage von Tennisplätzen und einer Parkfläche weitgehend eben. Die Geländehöhen betragen mit Ausnahme der Böschungsbereiche nahezu einheitlich 358.60 m üNN (vgl. Profilsérie A-A' in Anlage 4.1). Die Verebnung wird am Westrand der Tennisanlagen durch eine ca. 1.5 m hohe Mauer, am Ost- und Nordrand der Parkfläche durch eine ca. 3 - 4 m hohe Böschung begrenzt.

Teilfläche 2 repräsentiert nach den vorliegenden Erkenntnissen (Zeitzeugenbefragung) den zeitlich jüngeren Abschnitt der Verdachtsfläche. Der Ablagerungszeitraum kann auf die 2. Hälfte der 50-er Jahre eingegrenzt werden. Das Stoffinventar besteht im wesentlichen aus Erdaushub, der bei der Bebauung im Bereich der Jahnstraße anfiel, sowie untergeordnet Bauschutt.

Der Deponiekörper wurde in Form einer langgestreckten Aufhaldung im Bereich der heutigen Flurstücke 2969/3 und 2970 angelegt (vgl. Anlagen 3, 4.2 und 5). Die gegenwärtige Oberfläche ist geringfügig nach Südosten geneigt, die Geländehöhen betragen ca. 359 m üNN. Die west- und südseitige Begrenzung wird durch eine steile Böschung vorgegeben; die Böschungshöhen bewegen sich zwischen ca. 3 m am nördlichen und maximal ca. 5 m am westlichen Ende, in östlicher Richtung keilt die Böschung entlang der Jahnstraße aus. Durch die Angleichung der Nord- und Ostseite des Deponiekörpers an das Niveau des umgebenden Geländes ist die Ausdehnung hier nicht exakt zu erfassen; lediglich

Teile der nördlichen Begrenzung sind durch eine langgestreckte, flache Mulde markiert. Die Gesamtfläche dieses Verdachtsflächenabschnitts beträgt ca. 1 500 m².

4.2 Aktuelle und geplante flächenspezifische Nutzungen

Die einzelnen Teilflächen unterlagen zum Zeitpunkt der Untersuchungen unterschiedlichen Nutzungen. Die Osthälfte der Teilfläche 1 und Teilfläche 2 ließen nur extensive Nutzungen erkennen; die Oberflächen waren überwiegend mit Gräsern, die Böschungen mit Feldgehölzen und Sträuchern bewachsen. Der mittlere Abschnitt von Teilfläche 1 wurde als Parkfläche genutzt, die Westhälfte wird von Sport- und Freizeitanlagen (Tennisplätzen) eingenommen. In den genannten Bereichen sind Oberflächenbefestigungen bzw. -versiegelungen (verdichtete Schottertragschicht, Sandbelag mit Unterbau) vorhanden. Das östliche Drittel von Teilfläche 2 wurde ebenfalls als Parkplatz genutzt, die Oberfläche ist mit einer Schotterschicht befestigt, teilweise existiert eine geringmächtige Betonversiegelung. Zwischen den Teilflächen befindet sich ein Wohnhaus mit Gaststätte (Gebäude Jahnstraße 50).

Die im Nordosten an Teilfläche 1 angrenzenden Flurstücke sind mit Streuobstwiesen bestanden. Auf den nördlich und nordwestlich angrenzenden Flurstücken (Nr. 2961 - 2963, 2969/2) befinden sich in Entfernungen von 5 bis 30 m weitere Sport- und Freizeitanlagen (Vereinsheim mit Gaststätte, Tennisplätze). Der westlich an die Teilfläche 2 angrenzende Talhang wird landwirtschaftlich genutzt (Grünland, teilweise Streuobstwiesen). Südlich und östlich der Verdachtsfläche schließen sich Wohngebiete an, im Norden beginnt das Gelände eines ehemaligen Stützpunktes der US-Streitkräfte (Scharnhauser Park).

Nach derzeitigem Kenntnisstand 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.

Im Bereich der Verdachtsfläche sind relevante Nutzungsänderungen durch die Anlage von Siedlungsflächen (Wohnbebauung mit Ein- und Mehrfamilienhäusern) vorgesehen.

6.0 Darstellung der Untersuchungsergebnisse

6.1 Stoffinventar, Geologie und Schichtaufbau im Standortbereich

Das Untersuchungsgelände ist im Übergangsbereich der Filderhochfläche zum Nordhang des Köschtals lokalisiert. Der geologische Aufbau besteht aus quartären Abfolgen (Filderlehme), die von Festgesteinen des Schwarzen Jura α_2 unterlagert werden (vgl. Anlage 1.2). Das Profil des Schwarzen Jura α_2 umfaßt im wesentlichen sandige Ton- und Tonmergelsteine, in die mehrere Komplexe feinkörniger, grauer Kalksandsteine eingeschaltet sind. Nach den vorliegenden Informationen kann die Lage des Standorts auf den Profilschnitt des Hauptsandsteins eingegrenzt werden.

Die Sondierungen lassen in Abhängigkeit von ihrer Lage innerhalb oder außerhalb der einzelnen Teilflächen einen unterschiedlichen und differenzierten Profilaufbau erkennen.

Ausgehend von der derzeitigen Geländeoberfläche beginnt das Profil mit unterschiedlichen *Oberflächenabdeckungen* bzw. *-befestigungen*. Diese bestehen aus verdichtetem, grobkörnigem Material (Schottertragschicht: S28, S39, S41), Beton- oder Schwarzdecken mit Unterbau (S26, S27, S29, S30, S31) sowie spezifischen Tennisplatzbelägen (verdichteter Sand mit Unterbau: S31 - S40). In den restlichen Bereichen der Teilflächen 1 (OF1, OF2) und 2 (S22 - S25, OF3) wurde bindiges Bodenmaterial angetroffen. In der Zusammensetzung dominiert hier die Schlufffraktion, die Konsistenz reicht von weich bis steif. Die Mächtigkeiten der Oberflächenabdeckungen variieren zwischen ca. 0.1 m unter GOK (Geländeoberkante) in den unbefestigten (OF1, OF2) und maximal 0.5 m unter GOK in den befestigten Bereichen.

Unterhalb der Oberflächenabdeckungen folgen die Auffüllungen der Deponiekörper. Das Stoffinventar besteht ausschließlich aus *Baurestmassen*, die aufgrund ihrer Zusammensetzung in *Erdaushub (Abraum)* und *Bauschutt* differenziert werden können. In den Sondierprofilen bewegen sich die Korngrößen überwiegend in der Feinkornfraktion. Diese bildet eine tonig-schluffige Matrix, in die wechselnde Volumenanteile (< 20 bis max. 40%) an Grobkornkomponenten eingelagert sind. Die Grobfraktion besteht nahezu ausschließlich aus verwitterten Sand- und Kalksandsteinresten des Schwarzen Jura α_2 , untergeordnet treten vollständig entfestigte, grau-schwarze Tonsteinrelikte in Form von Tonlinsen auf. Vereinzelt waren geringmächtige, sandig-kiesige bis steinige Abfolgen eingeschaltet (S23: 2.4-3.2m; S25: 1.4-1.5m). *Bauschutt* ist lediglich in Einzel-

profilen (S22, S24, S25, S38, S40) in geringmächtigen Horizonten vorhanden. Die Zusammensetzung besteht aus sandig-schluffigem, teilweise kiesigem Material mit charakteristischen Beimengungen. Das Spektrum der identifizierbaren Einzelstoffe reicht von mineralischen Komponenten wie Ziegel-, Mörtel-, Beton-, Putz-, Glas- und Schlackeresten bis hin zu organischem Material wie Holz.

Ablagerungsmaterial, das den Kategorien *Siedlungsabfälle* oder *Industrie- und Gewerbeabfälle* zugeordnet werden kann, wurde in den untersuchten Teilflächen nicht erfaßt.

Bedingt durch die Situation vor Ablagerungsbeginn (Steinbruch) ergeben sich für die beiden Teilflächen isolierte Auffüllungskörper mit variierenden Mächtigkeiten. Bezogen auf die Geländeoberkante (GOK) differieren die maximalen Mächtigkeiten innerhalb der Untersuchungsfläche zwischen 6.2 m (S16, Teilfläche 1) und 5.4 m (S23, Teilfläche 2). Auf Basis der Daten aus den Erkundungskampagnen 1994 und 1996 wurde die Mächtigkeitsverteilung der Auffüllungen innerhalb der Teilflächen berechnet; Anlage 5 enthält die Isolinien-Darstellung der Mächtigkeiten bzw. die Tiefenlage der Deponiebasis in m unter GOK. In Teilfläche 1 zeichnet die Basis der Auffüllung deutlich die Struktur des ehemaligen Steinbruchs nach. Charakteristische Elemente sind steile Böschungen entlang der Nordost-, West und Südseite (ehemalige Abbauwände?) sowie plateauartige Verebnungen im Nordwestteil und der Osthälfte, in der gleichzeitig die Mächtigkeitsmaxima des Deponiekörpers erreicht werden. In Teilfläche 2 resultieren die Mächtigkeitsverteilungen aus der Aufhaldung des Deponiekörpers am ehemaligen Talhang und dessen Morphologie. Insgesamt zeigt der Deponiekörper eine \pm West-Ost gerichtete, keilförmige Struktur, die maximalen Mächtigkeiten treten entsprechend im Bereich der westlichen Böschungsoberkante auf.

Zusammenfassend lassen sich die Auffüllungskörper als Grubendeponie (Teilfläche 1) bzw. als Hangdeponie (Teilfläche 2) typisieren.

Ausgehend von der Verteilung in den Sondierungen können für die einzelnen Teilflächen die in Tabelle 1 genannten prozentualen Anteile der Abfallarten abgeschätzt werden. Die Anteile der Oberflächenabdeckungen sind dabei nicht berücksichtigt. Zusätzlich sind die auf Basis der Mächtigkeitsverteilungen berechneten Volumina der Deponiekörper angeführt.

Tabelle 1 Volumina und Zusammensetzung der Teilflächen 1 und 2

Teilfläche	Volumen	Baurestmassen		Siedlungsabfälle
		Erdaushub	Bauschutt	
1	18 200 m ³	95%	2%	3%
2	2 500 m ³	87%	13%	0%

Im Liegenden der Auffüllungen sind unterschiedliche quartäre Abfolgen verbreitet. Im Bereich der Teilfläche 1 bilden gelblich- bis rötlich-braune steinige Kiese, die als stark verwitterte Kalksandsteine des Schwarzen Jura α_2 klassifiziert werden können, den Abschluß der Profile. Aufgrund der Position an der ehemaligen Steinbruchbasis und der geringen durchschnittlichen Mächtigkeiten von 0.3 m handelt es sich bei dieser Abfolge vermutlich um ein reduziertes, sekundäres Verwitterungsprofil, bedingt durch die Abbautätigkeiten während des Steinbruchbetriebes. Der Übergang in gering bis nicht verwitterte Festgesteine der Hauptsandsteinserie des Schwarzen Jura α_2 stellt gleichzeitig die Endteufe der Sondierungen dar.

Innerhalb der Teilfläche 2 sowie in den östlich anschließenden Bereichen (S27 - S30) ist dagegen ein ungestörtes geogenes/pedogenes Profil entwickelt. Es beginnt mit gelblich-braunen, grau marmorierten Schluffen, die genetisch als Filderlehme einzuordnen sind. Die Abfolge zeigt in Abhängigkeit von der Position am ehemaligen Talhang unterschiedliche Mächtigkeiten zwischen 0.5 m (S28, S30) und maximal 1.6 m (S26), wobei in S28 und S30 eine Reduktion durch die Oberflächenversiegelung der Verkehrsflächen anzunehmen ist.

Die Filderlehme verzahnen sich mit zunehmender Tiefe mit der Verwitterungszone des Schwarzen Jura α_2 . Ähnlich den Profilen im Bereich der Teilfläche 1 handelt es sich um stark verwitterte Kalksandsteine der Verwitterungsstufe W3. In Einzelprofilen (S24, S28) wurden im Hangenden geringmächtige, vollständig verwitterte Tonsteine angetroffen. Die Endteufe der Sondierungen lag wiederum im Übergang zu den gering bis nicht verwitterten Festgesteinen der Hauptsandsteinserie.

Innerhalb der Auffüllungen waren keine organoleptischen Auffälligkeiten zu beobachten. Im Gegensatz hierzu zeigten die Sondierungen S33, S34, S36, S38 und S39 im Grundwasserschwankungsbereich in den verwitterten Serien des Schwarzen Jura α_2 schwarz-graue Verfärbungen sowie deutlichen Geruch nach Mineralölprodukten (Diesel?).

Die geologisch/hydrogeologische Situation im Bereich der Verdachtsfläche zeigen die Profile der Anlagen 4.1 und 4.2. Die Bohrprofile der Sondierungen sind im einzelnen der Anlage 9 zu entnehmen.

6.2 Hydrogeologischer Aufbau, Grundwasserhydraulik

Bedingt durch ihren Aufbau aus überwiegend feinkörnigem Material sind die Deponiekörper der Teilflächen 1 und 2 als gering bis weitgehend undurchlässig einzustufen; anhand der Materialzusammensetzung ist von Durchlässigkeiten $k_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s auszugehen. In Verbindung mit den in Teilbereichen vorhandenen Oberflächenbefestigungen bzw. -versiegelungen sind Stauwasserhorizonte innerhalb der Auffüllungen weitgehend auszuschließen. Der Wasserhaushalt wird dabei hauptsächlich von den klimatischen und hydrologischen Randbedingungen (Niederschlagsverteilung), untergeordnet deponiespezifischen Parametern, z. B. Böschungsneigungen oder Wirksamkeit von Oberflächenabdeckungen, gesteuert.

Die Sondierungen wiesen zum Zeitpunkt der Untersuchungen in den Profilabschnitten der Auffüllungen keine Stau- oder Sickerwasserhorizonte auf. Im Bereich der Deponieböschungen der Teilfläche 2 waren keine Sickerwasseraustritte zu beobachten.

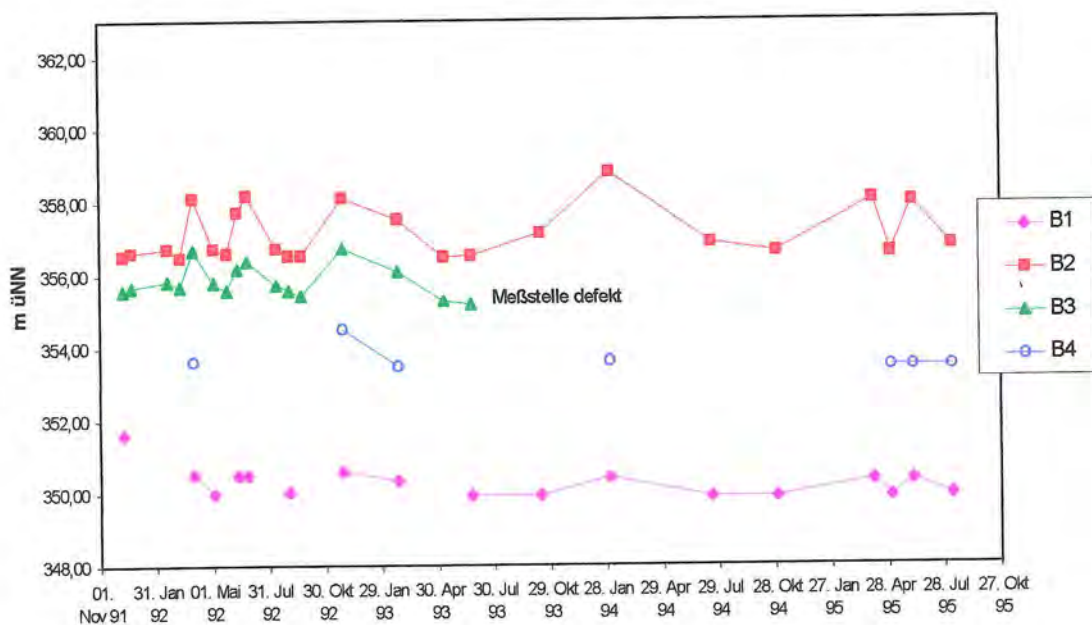
Ausgehend von der geologischen Situation und den Erkenntnissen aus bisherigen Untersuchungen (Baugrunderkundung 1991, E₁₋₂ 1994) ist im Bereich der Untersuchungsfläche ein Kluftaquifer in der Hauptsandsteinserie des Schwarzen Jura α_2 entwickelt. Der Aquifer besitzt eine freie Grundwasseroberfläche, für die Gebirgsdurchlässigkeit läßt sich näherungsweise ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f von ca. 10^{-4} bis 10^{-5} m/s abschätzen. In den unterlagernden Festgesteinen des Schwarzen Jura α_1 und des Oberen Keupers (Rät, ko) sind weitere Schichtgrundwasserleiter zu erwarten; in Abhängigkeit vom Trennflächengefüge (Kluftsystem) sind vertikale hydraulische Verbindungen der einzelnen Aquifere nicht auszuschließen.

Grundwasserführung wurde in S38 und S39 in der Verwitterungszone des Schwarzen Jura α_2 festgestellt; die Bohrwasserspiegel bewegten sich zwischen 4.8 m (S38) und 5.4 m unter GOK (S39) bzw. 353.84 m üNN und 353.67 m üNN. Mit Hilfe weiterer Daten aus Stichtagsmessungen, die im Zuge früherer Erkundungsmaßnahmen in Meßstellen im östlich und nördlich (ehemaliges Kasemengelände) angrenzenden Umfeld durchgeführt wurden, ergibt sich eine nach \pm Süden einfallende Grundwasseroberfläche mit einem durchschnittlichen hydraulischen Gradienten von $i \approx 0.016$ (vgl. Anlage 6). Die Angaben sind im Sinne

einer grundwasserhydraulischen Tendenz für den Standortbereich zu betrachten; da keine synchronen Stichtagsmessungen vorlagen, wurden die Daten für den Untersuchungszeitraum über die Grundwasserganglinien extrapoliert. Abhängig von den hydrologischen Randbedingungen können auch abweichende grundwasserhydraulische Verhältnisse auftreten.

In Verbindung mit den Bohrwasserspiegelhöhen kann die Mächtigkeit der ungesättigten Zone für den Untersuchungszeitraum mit minimal ca. 4 m im nördlichen und maximal ca. 5.5 m im südlichen Abschnitt der Teilfläche 1 angegeben werden. Im Bereich der Teilfläche 2 ist von ≥ 6 m auszugehen. Die Distanz des Grundwasserspiegels zur Basis der Ablagerung variiert in Teilfläche 1 zwischen 0 und ca. 2 m, in Teilfläche 2 werden generell ≥ 2 m erreicht.

Abbildung 1 Grundwasserganglinien der Meßstellen B1 - B4



Die Grundwasserganglinien der Meßstellen B1 - B4, die im Beobachtungszeitraum Dezember '91 bis August '95 Spiegeldifferenzen mit teilweise extremen Beträgen aufweisen (vgl. Abb. 1), deuten auf einen typischen Kluftgrundwasserleiter (Hauptsandsteinserie) mit geringer Speicherkapazität. Aus den Spiegeldifferenzen resultieren analog starke Schwankungen in der Distanz des Grundwasserspiegels zur Basis der Deponiekörper. Bei entsprechenden hydrologischen Randbedingungen mit hohen Grundwasserständen (Bsp. 03.02.93, vgl. Abb. 1) ist daher in **Teilfläche 1** ein temporärer Einstau bzw. eine Durchströmung tieferer Teile des Ablagerungskörpers nicht auszuschließen.

Die Verhältnisse im Standortbereich können in Anlehnung an das ALTLASTENHANDBUCH, TEIL 2, mit dem **hydrogeologischen Standorttyp 8** (Teilfläche 1) bzw. **6** (Teilfläche 2) verglichen werden. Durch das Fehlen quartärer Deckschichten befinden sich Teile der Altablagerung unmittelbar über einem Kluftgrundwasserleiter; es ist ein hoher Grundwasserstand bei einer freien Grundwasseroberfläche vorhanden.

Weiterführende Aussagen zu den hydrogeologischen Verhältnissen und zur Grundwasserhydraulik im Bereich des Untersuchungsareals sind auf Basis der durchgeführten Untersuchungen nicht möglich.

6.3 Meßwerte Bodenluft

Zur Detektion potentieller Belastungen der Gasphase (Bodenluft) wurden in einzelnen Sondierungen temporäre Messungen der deponiespezifischen Komponenten CO₂, CH₄ und H₂S sowie der O₂-Konzentrationen durchgeführt; Tabelle 2 zeigt die registrierten Meßwerte. An Lokationen mit signifikanten Meßwerten wurden Proben zur nachfolgenden Analytik entnommen (vgl. Pkt. 3.1.2).

Tabelle 2 Meßwerte O₂, CO₂, CH₄ und H₂S

Teilfläche	Lokation	Entn.tiefe [m u.GOK]	O ₂ [Vol%]	CO ₂ [Vol%]	CH ₄ [Vol%]	H ₂ S [Vol%]
2	S22	2.5	15.8	4.4	< 0.5	< 2.0
	S23	2.5	16.7	3.6	< 0.5	< 2.0
	S24	2.5	17.2	2.5	< 0.5	< 2.0
	S25	2.0	16.7	3.5	< 0.5	< 2.0
1	S31	2.5	18.3	< 0.5	< 0.5	< 2.0
	S32	2.5	18.1	< 0.5	< 0.5	< 2.0
	S33	2.5	17.7	0.6	< 0.5	< 2.0
	S34	2.0	18.8	< 0.5	< 0.5	< 2.0
	S36	2.5	18.4	< 0.5	< 0.5	< 2.0
	S38	2.0	18.4	< 0.5	< 0.5	< 2.0
	S39	2.5	17.8	< 0.5	< 0.5	< 2.0
	S40	2.5	19.1	< 0.5	< 0.5	< 2.0
	S41	2.5	18.5	< 0.5	< 0.5	< 2.0

Die Meßwerte lassen deutliche Unterschiede in den Teilflächen 1 und 2 erkennen. Meßbare CO₂-Gehalte traten ausschließlich im Bereich der Teilfläche 2 auf. Im Vergleich zur Teilfläche 1 war die Teilfläche 2 zusätzlich durch wesentlich niedrigere O₂-Konzentrationen gekennzeichnet. CH₄ und H₂S lagen in sämtlichen Lokationen unterhalb der gerätespezifischen Detektionsgrenzen von 0.5 Vol% bzw. 2.0 Vol%.

7.0 Analysergebnisse

Das Analytikmuster, d. h. die Zuordnung einzelner Analysenparameter zu Aufschlüssen bzw. den entsprechenden Proben, resultiert aus der Zielsetzung einer schutzgut- und nutzungsspezifischen Bewertung der Verdachtsfläche. Grundlage bilden die Bewertungsmaßstäbe des Umweltministeriums Baden-Württemberg (VwV Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen vom August 1993).

7.1 Bodenluftanalytik

7.1.1 Deponie- und Permanentgaskomponenten

An insgesamt 5 Proben wurden die Parameter

- Deponiegaskomponenten: CO₂, CH₄
- Permanentgaskomponenten: N₂, O₂

untersucht.

Die Methankonzentrationen lagen in allen untersuchten Proben unterhalb der Nachweisgrenze von 0.1 Vol%. In Einzelproben konnte CO₂ nachgewiesen werden, die Absolutkonzentrationen bewegten sich zwischen Werten unterhalb der Nachweisgrenze (< 0.1 Vol%) und maximal 3.7 Vol% in der Probe S22.

Analog zu den Meßwerten bei der Probenahme zeichnen sich für die lokalen CO₂-Konzentrationsverteilungen (Anlage 7.1) innerhalb der einzelnen Teilflächen spezifische Verteilungsmuster ab. In Teilfläche 1 wurden generell geringe Konzentrationen bis maximal 0.3 Vol% detektiert. Teilfläche 2 hingegen wies mit 2.2 Vol% (S25) und 3.7 Vol% (S22) deutlich höhere Konzentrationen auf.

Die Absolutgehalte des CO₂ und dessen Verteilung in der Porenluft werden von zahlreichen Parametern, wie z. B. Vegetationsart, Korngrößenverteilung des

Bodens, biologische Aktivität etc., gesteuert. Im vorliegenden Fall ist die Verteilung der CO₂-Konzentrationen mit einiger Sicherheit auf das Stoffinventar und die vorhandenen Oberflächenabdeckungen der Altablagerung zurückzuführen. Die Zusammensetzung beider Teilflächen ist durch minimale bis fehlende Anteile an Siedlungsabfällen charakterisiert, so daß generell keine signifikante CO₂-Produktion zu erwarten ist. Teilfläche 1, in der CO₂ nicht bzw. nur in Spuren nachgewiesen wurde, besitzt in den untersuchten Abschnitten eine vegetationsfreie Oberfläche mit insgesamt gering durchlässigen Abdeckungen (vgl. Pkt. 4.2). Im Gegensatz hierzu treten im haldenförmigen Deponiekörper der Teilfläche 2 mit entsprechender Oberflächenvegetation erhöhte CO₂-Konzentrationen auf. Nach Literaturangaben kann für vergleichbare Standortbedingungen wie im Bereich der Teilfläche 2 ein natürlicher CO₂-Gehalt in der Bodenluft von ca. 1 bis maximal 2 Vol% angegeben werden. Die Meß- und Analytikergebnisse korrelieren weitgehend mit denen der Erkundungskampagne 1994; hier trat CO₂ in vergleichbaren Konzentrationen ausschließlich in den Bereichen der Teilfläche 1 auf, die mit Vegetation bestanden waren.

Die Konzentrationen der Permanentgaskomponenten zeigten insgesamt geringe Variationen zwischen 77.1 und 79.6 Vol% (N₂) und zwischen 18.8 und 20.6 Vol% (O₂). Die Proben, in denen erhöhte CO₂-Gehalte nachgewiesen wurden, sind durch geringere O₂-Konzentrationen gekennzeichnet. Entsprechend wurden die minimalen O₂-Gehalte innerhalb der Teilfläche 2 um S22 mit 18.8 Vol% bzw. um S25 mit 19.5 Vol% detektiert.

Deponiegasentstehung und -haushalt werden primär von internen Faktoren wie Milieubedingungen, Wassergehalt und Temperatur gesteuert, während externe Faktoren wie Luftdruck, Außentemperatur, hydrologische Bedingungen oder Oberflächenabdeckungen die Emissionssituation beeinflussen. 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 (Leitfaden Deponiegas, LFU 1992).

Ausgehend von den Absolutkonzentrationen der Deponie- und Permanentgaskomponenten können die Teilflächen 1 und 2 hinsichtlich des Gashaushalts der Entwicklungsphase VI (Luftphase) zugeordnet werden. Die Luftphase ist durch abnehmende CO₂-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.

Bei dieser Zuordnung ist zu berücksichtigen, daß die Zusammensetzung nach den Ergebnissen der technischen Erkundungen mit ca. 97 bis 100% inertem Material (Aushub- bzw. Abraummaterial, Bauschutt) anzusetzen ist. Aufgrund des Ablagerungszeitraums bestehen die geringen Anteile an Siedlungsabfällen ausschließlich aus mineralischen Komponenten; organische Substanz wurde nicht angetroffen. Basierend auf den Kenntnissen zum Stoffinventar ist anzunehmen, daß eine Deponiegasproduktion nicht (Teilfläche 2) oder nur lokal in geringem Umfang (Teilfläche 1) stattgefunden hat.

Unter Einbeziehung der genannten Sachverhalte ist mit einiger Sicherheit davon auszugehen, daß es sich bei den CO₂-Konzentrationen im Bereich der Teilfläche 2 um pedogen/biogen bedingte Hintergrundkonzentrationen mit den entsprechenden Variationsbreiten handelt.

Die Deponie- und Permanentgaskonzentrationen der Bodenluftproben sowie die stoffspezifischen Nachweisgrenzen sind der Anlage 8.1 in tabellarischer Form zu entnehmen. Anlage 7.1 enthält eine graphische Darstellung der lokalen Verteilung der Deponie- und Permanentgaskonzentrationen.

7.1.2 Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

An 10 Bodenluftproben wurden die Gehalte an monoaromatischen Kohlenwasserstoffen mit folgenden Einzelsubstanzen analysiert:

- Benzol
- Toluol
- Ethylbenzol
- o-Xylol
- Summe m,p-Xylol

In allen Proben lagen die Konzentrationen der Einzelparameter unterhalb der stoffspezifischen Nachweisgrenze von jeweils 0.05 mg/m³. Die Analysenergebnisse und Nachweisgrenzen sind im einzelnen der Anlage 8.1 zu entnehmen.

7.1.3 Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW)

4 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)

Die analysierten Einzelstoffe wurden in keiner Probe nachgewiesen, die Konzentrationen lagen unterhalb der stoffspezifischen Nachweisgrenzen von jeweils 0.01 mg/m³ bzw. 0.1 mg/m³ (DCM). Die Analyseergebnisse und Nachweisgrenzen sind im einzelnen der Anlage 8.1 zu entnehmen.

7.2 Feststoffanalytik

7.2.1 Kohlenwasserstoffe nach DIN 38409 H18 (KW)

Tabelle 3 enthält die KW-Konzentrationen der untersuchten Proben.

Tabelle 3 KW-Konzentrationen im Feststoff (Ablagerungsmaterial, Boden)

Teilfläche	Lokation	Entn.tiefe [m u.GOK]	Horizont	KW [mg/kg TS]
1	S22	2.8-3.0	A	24
	S23	1.0-2.0	A	< 10
	S24	1.8-2.4	A	18
2	S33	1.6-2.0	A?	390
	S34	2.4-2.7	sj α ₂	< 10
	S35	1.4-2.0	A	< 10
	S36	2.4-2.6	sj α ₂	4 430
	S38	0.7-1.5	A	12
	S38	4.5-4.8	sj α ₂	980
	S39	1.3-2.0	A	< 10
	S39	5.0-5.4	A	1 340
	S40	0.3-0.7	A	20
	S28	0.7-1.2	fl	< 10

Anm. zu Tab. 3:	A	Auffüllung
	fl	Filderlehme
	sj α_2	Verwitterungszone Schwarzer Jura α_2

Aus den Ergebnissen der Feststoffanalytik ergibt sich für die Untersuchungsfläche eine spezifische Belastungssituation durch Mineralöl-Kohlenwasserstoffe (KW).

Betrachtet man die lateralen Konzentrationsverteilungen, so zeichnen sich im Bereich der Teilfläche 1 punktuelle Belastungen um die Sondierungen S33, S36, S38 und S39 ab. Anhand der vertikalen Konzentrationsverteilungen ist zunächst ein heterogenes Belastungsmuster mit Schwerpunkten in der Auffüllung (S33, S39) und der Verwitterungszone des Schwarzen Jura α_2 (S36, S38) zu erkennen. Signifikante Konzentrationen treten sowohl in der ungesättigten (S36: 4 430 mg/kg TS) als auch in der teilgesättigten Bodenzone (S39: 1 340 mg/kg TS) auf. In der gesättigten Zone waren in den Profilen S38 und S39 Mineralölphasenanteile sowie organoleptisch erkennbare KW-Kontaminationen festzustellen. Quantitative Aussagen sind nicht möglich, da die Kornverteilung des verwitterten Materials (Grobkiese und Steine) in Verbindung mit den Bohrwasserspiegeln eine repräsentative Probenentnahme verhinderte.

Unter Berücksichtigung der Grundwasserhydraulik ist jedoch davon auszugehen, daß die KW-Kontaminationen primär der gesättigten Zone in den Festgesteinen des Schwarzen Jura α_2 zuzuordnen sind. Aus den potentiellen Grundwasserspiegelschwankungen (vgl. Abb. 1) und dem Auftreten von KW-Phasenanteilen lassen sich in Verbindung mit stoffspezifischen Faktoren (Mobilität, Löslichkeiten) relevante Eintragsmechanismen für die tieferen Teile der ungesättigten Zone ableiten. Als Indiz für diesen Sachverhalt sind die vertikalen KW-Verteilungsmuster der untersuchten Profile zu werten; signifikante Gehalte orientieren sich ausschließlich an geringmächtigen Profilabschnitten im Basisbereich der ungesättigten Zone.

Die höheren Abschnitte der Auffüllungen, die nicht durch Grundwasserspiegeldifferenzen beeinflusst sind, lassen eine relativ homogene Verteilung der KW-Gehalte erkennen. Mit < 10 bis maximal 24 mg/kg TS ist ein niedriges Konzentrationsniveau vorhanden, das nahezu identisch mit dem in der VwV für vergleichbares Material genannten Hintergrundwert (50 mg/kg) ist. Aufgrund der absoluten Konzentrationshöhen sowie den geringen Varianzen sind die genannten Gehalte als standortspezifische **geogene Hintergrundkonzentration** zu interpretieren. Die KW-Verteilungen und -Konzentrationen im Bereich der

geogenen Hintergrundkonzentrationen lassen den Schluß zu, daß im Stoffinventar der Verdachtsfläche weitgehend unbelastetes Material vorliegt.

Die Filderlehme wurden stichprobenartig mit der Probe S28 erfaßt. Die analysierte Probe erbrachte mit < 10 mg/kg TS KW-Konzentrationen, die als standort-spezifische geogene bzw. pedogene Hintergrundkonzentration interpretiert werden können.

In der Anlage 7.2 sind die lokalen KW-Konzentrationsverteilungen graphisch dargestellt; die Analysendaten sind im einzelnen der Anlage 8.2 zu entnehmen.

7.2.2 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

PAK wurden selektiv an 2 Einzelproben analysiert, die aus Profilhorizonten mit organoleptisch erkennbaren Auffälligkeiten wie Verfärbungen und Geruch (S33, S38) entnommen worden waren.

Die Summe PAK (16 n. EPA) ergab insgesamt geringe Konzentrationen von 0.67 (S33) bzw. 0.56 mg/kg (S38). Betrachtet man die Einzelstoffe, dominieren im Spektrum PAK-Isomere mit 4 Ringen (Fluoranthen, Pyren, Benzo(a)anthracen, Chrysen). Die Konzentrationen bewegten sich geringfügig oberhalb der Nachweisgrenze von je 0.01 mg/kg. Benzo(a)pyren sowie die restlichen Einzelstoffe lagen in beiden Proben unterhalb der parameterspezifischen Nachweisgrenzen von 0.01 bzw. 0.1 mg/kg.

Die PAK-Konzentrationen und parameterspezifischen Nachweisgrenzen sind in der Anlage 8.2 in Tabellenform enthalten.

7.2.3 Monoaromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

An 5 Feststoffproben wurde der Gehalt an BTEX mit den Einzelsubstanzen Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-Xylol und Σ m,p-Xylol analysiert.

Punktuell (S39: 5.0-5.4m; S36: 2.4-2.6m) wurden Benzol und Toluol mit Konzentrationen im Bereich der Nachweisgrenze von je 0.05 mg/kg nachgewiesen. In den restlichen Proben wurden BTEX-Gehalte unterhalb der Nachweisgrenze von jeweils 0.05 mg/kg ermittelt. Die Analyseergebnisse und Nachweisgrenzen sind im einzelnen der Anlage 8.2 zu entnehmen.

7.2.4 Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe (LCKW)

4 Proben wurden auf leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe mit den unter Pkt. 7.1.3 angeführten Einzelparametern untersucht.

In allen Proben lagen die Konzentrationen der Einzelstoffe unterhalb der parameterspezifischen Nachweisgrenze von jeweils 0.01 mg/kg. Die Analysenergebnisse und Nachweisgrenzen sind im einzelnen der Anlage 8.2 zu entnehmen.

7.2.5 Schwermetalle

In der Schwermetallanalytik wurden die Einzelparameter Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom ges. (Cr), Kupfer (Cu), Quecksilber (Hg), Nickel (Ni) und Zink (Zn) in insgesamt 16 Feststoffproben aus den Profilhorizonten Auffüllung und Filderlehme untersucht. Die in den unversiegelten Bereichen entnommenen Oberbodenproben OF1 - OF3 wurden zusätzlich auf die Parameter Arsen (As) und Thallium (Tl) analysiert. Die Schwermetallkonzentrationen und Nachweisgrenzen sind im einzelnen der Anlage 8.2 zu entnehmen.

Generell zeigten alle Einzelparameter innerhalb der Untersuchungsfläche mehr oder weniger homogene Verteilungen mit insgesamt geringen Konzentrationsniveaus.

Da für die Teilfläche 1 mit den Ergebnissen der Erkundungskampagnen '93 und '96 ausreichend Datensätze zur Verfügung standen, wurde mit Hilfe einer statistischen Auswertung ein Bewertungsansatz für die Feststoffkonzentrationen angestrebt. Zielsetzung war die Ermittlung der standortspezifischen Hintergrundkonzentrationen ("Grundlast"), die sich aus der lokalen geogenen Grundkonzentration und den anthropogen bedingten Anteilen (Kontamination) zusammensetzt. Durch den differenzierten vertikalen Profilaufbau im Untersuchungsbereich ist davon auszugehen, daß die einzelnen Profilhorizonte entsprechend ihrer Zusammensetzung bzw. Genese variierende, geogen bedingte Konzentrationen an Schwermetallen aufweisen. Bei der Entnahme der Bodenproben wurde diese Tatsache durch eine dem vertikalen Profilaufbau entsprechende Probenentnahme berücksichtigt.

Ausgehend von geringen Variationsbreiten der Metallkonzentrationen erfolgt die Beschreibung der Werteverteilungen für den Profilhorizont Auffüllung der Teilfläche 1 mit den Parametern arithmetischer Mittelwert (\bar{x}) und Standardabweichung (σ_n). Bei Zink wurden die Statistikparameter nach einer

Ausreißeranalytik bestimmt. Eine weitere Ausnahme bildet Cadmium, das mit Konzentrationen unterhalb bzw. an der Nachweisgrenze keine entsprechende Auswertung zuließ. Für die Teilfläche 2 und die Profilhorizonte Oberboden (A-Horizont) sowie Filderlehme ist aufgrund der Größe der Datensätze keine statistische Auswertung möglich. Hier wurden jeweils die Minimal- und Maximalkonzentrationen berücksichtigt; die Angaben sind in diesem Fall als durchschnittliche Gehalte zu interpretieren.

Zu Vergleichszwecken wurden die in der VwV Anorganische Schadstoffe (UM, 1993) angegebenen Hintergrundwerte ($H_{ges.}$, Tongehaltsgruppen T4 und T5) sowie geogene Schwermetallgehalte (LFU, 1990), die aus Substraten vergleichbarer Zusammensetzung und Genese gewonnen wurden, herangezogen. Die Tabelle 4 enthält die Konzentrationen im Standortbereich und die zitierten Vergleichsdaten für die entsprechenden Profilhorizonte.

Tabelle 4 Schwermetallkonzentrationen, Standort und Vergleichsdaten

Par.	Standort					Literaturdaten		
	Auffüllung				Filder- lehme	VwV Anorg*		LfU** Lö/LöI
	Teilfläche 1		Teilfläche 2	A-Horizont		T4	T5	
\bar{x}	σ_n							
Pb	23.0	10.3	22 - 42	29 - 30 (299 ⁺)	18 - 30	50	55	21 - 27
Cd	< 0.1	-	< 0.1 - 0.1	0.2 - 0.4	< 0.1	0.5	0.6	-
Cr	37.1	10.0	25 - 31	30 - 45	31 - 41	60	75	29 - 39
Cu	19.8	4.5	17 - 19	19 - 35	15 - 17	35	50	14 - 22
Hg	0.04	0.02	0.04 - 0.05	0.04 - 0.05	0.02	0.10	0.12	-
Ni	32.4	9.7	24 - 29	28 - 44	21 - 45	55	70	19 - 29
Zn	63.4	29.5	49 - 57	79 - 122	30 - 150	95	110	54 - 74
As	-	-	-	11.4 - 19.4	-	17	17	-
Tl	-	-	-	< 0.5	-	0.4	0.5	-

Anm.: Alle Angaben in mg/kg TS

A-Horizont Oberboden (0-0.1m u. GOK)

(⁺) Maximalwert; Probe mit Schlackeanteilen

* Vergleichssubstrat Mineralboden, Tongehaltsgruppen T4/T5, UM 1993

** Vergleichssubstrat Löß und Lößlehm, mittlere Gehalte nach LFU 1990

Anhand der Tabelle wird deutlich, daß sich die Werteverteilungen aller Profilhorizonte auf niedrigen Konzentrationsniveaus mit geringen Variationsbreiten bewegen. Lediglich die Bleiverteilung weist im Oberboden einen Extremwert (299 mg/kg TS) auf, der jedoch mit Sicherheit durch die hohen Anteile an Schlackerückständen in der betreffenden Probe (OF2) bedingt ist. Die Schlackepartikel waren bereits visuell erkennbar.

Mit Ausnahme des Oberbodens (A-Horizont), der geringfügig höhere Cadmium- und Zinkwerte aufweist, sind die Auffüllungen der Teilflächen 1 und 2 durch nahezu identische Metallkonzentrationen gekennzeichnet. Vergleicht man diese mit den Filderlehmen, sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen. In Verbindung mit dem angetroffenen Stoffinventar ist dies als weiteres Indiz für eine Zusammensetzung des Auffüllmaterials aus überwiegend standortgebundenem Abraummaterial (Teilfläche 1, ehem. Steinbruch) bzw. standortnahe Boden-aushub (Teilfläche 2) zu werten. Bedingt durch die Genese aus Tonstein-Verwitterungsprodukten mit deutlichen Deckschichteneinflüssen (Lößeinwehungen) sind bei den Filderlehmen höhere Nickel- und Zinkgehalte zu erwarten. Im Untersuchungsbereich ist dieser Effekt jedoch nur geringfügig bei Zink ausgeprägt (vgl. Tabelle 4).

Ein Vergleich mit der VwV und den Literaturdaten läßt erkennen, daß die mittleren Schwermetallkonzentrationen der Profilhorizonte im Untersuchungsbereich weitgehend den Hintergrundwerten bzw. geogenen Gehalten (LfU) entsprechen. Die angegebenen Konzentrationen der Einzelparameter repräsentieren daher mit einiger Sicherheit die standortspezifischen **geogenen/pedogenen Hintergrundkonzentrationen (SHK)**.

Auf Grundlage des Bewertungskriteriums SHK sind für die einzelnen Metalle im Bereich der Untersuchungsfläche keine Belastungen erkennbar. Sowohl die Auffüllungen als auch die unterlagernden Filderlehme weisen bei sämtlichen Einzelparametern ausschließlich die für diese Profilhorizonte anzusetzenden standortspezifischen geogenen Hintergrundkonzentrationen auf. Lediglich für den Entnahmebereich der Probe OF2 (vgl. Anlage 3) ist eine relevante Belastung durch Blei zu postulieren. Die mit 299 mg/kg TS gegenüber der Bezugsgröße SHK deutlich erhöhte Konzentration korreliert mit entsprechenden Bestandteilen der Auffüllung (Schlackereste).

7.3 Eluatanalytik

Um weiterführende Aussagen zu Verfügbarkeit und Mobilität organischer und anorganischer Stoffe zu erhalten, wurde an 5 Proben, die in der Feststoffanalytik signifikante Konzentrationen bei Einzelparametern ergaben, die Eluatkonzentrationen bestimmt. Die Analytik umfasste die Parameter KW nach DIN 38409 H18, BTEX und Blei.

Tabelle 5 enthält die ermittelten Eluatkonzentrationen der relevanten Einzelparameter; zu Vergleichszwecken sind die Feststoffkonzentrationen mit angegeben.

Tabelle 5 Eluat- und Feststoffkonzentrationen: KW H18, BTEX und Blei

Lokation	Entn.tiefe [m u.GOK]	KW H18		Σ BTEX*		Pb	
		FS	E	FS	E	FS	E
S33	1.6 - 2.0	390	n.n.	-	-	-	-
S36	2.4 - 2.6	4 430	n.n.	0.15	n.n.	-	-
S38	4.5 - 4.8	980	n.n.	-	-	-	-
S39	5.0 - 5.4	1 340	n.n.	0.11	n.n.	-	-
OF2	0 - 0.1	-	-	-	-	299	0.01
NWG			0.05		0.05		0.005

Anm.: FS Feststoffkonzentration in mg/kg TS
 E Eluatkonzentration in mg/l
 * nur Benzol und Toluol
 NWG Nachweisgrenze
 n.n. nicht nachweisbar (\leq NWG)
 Werte in Fettdruck Maximalkonzentration am Standort

Die Konzentrationen der organischen Stoffgruppen KW H18 und BTEX lagen in allen untersuchten Proben unterhalb der parameterspezifischen Nachweisgrenzen (vgl. Tabelle 5). Blei wurde in der Probe OF2 mit einem Gehalt von 0.01 mg/l detektiert.

Der Effekt geringer bis fehlender KW-Löslichkeiten (Eluat) bei hohen Feststoffkonzentrationen (Bsp. S36) ist mit einiger Sicherheit auf die Korngrößenverteilungen und TOC/C_{org}-Gehalte der Proben zurückzuführen. Die vorhandene Feststoffmatrix mit hohen Feinkornanteilen und Gehalten an organischer Substanz (TOC/C_{org}) besitzt relativ hohe Sorptionskapazitäten für KW-Fractionen. Da

zugleich in allen Proben die für das jeweilige Material anzusetzende KW-Residualsättigung deutlich unterschritten wird und somit keine mobilen Phasenanteile vorliegen, resultieren insgesamt geringe Lösungsanteile bzw. KW-Gehalte im Eluat. Weitere Einflüsse ergeben sich aus der Variabilität der Kohlenwasserstofffraktionen, die mit dem Gruppenparameter KW H18 erfaßt werden, und deren unterschiedliche Löslichkeiten.

Die in der Probe OF2 ermittelte Bleikonzentration im Eluat zeigt bei insgesamt hoher Feststoffkonzentration geringe Löslichkeiten an. In Verbindung mit einer möglichen Korrelation der Bleigehalte mit den in der Probe auftretenden dispers verteilten Schlackepartikeln ist die geringe Mobilisationsfähigkeit mit einiger Sicherheit durch die Aggregats- und Bindungsform (Metalloxide) bedingt.

Die Eluatkonzentrationen und parameterspezifischen Nachweisgrenzen sind in der Anlage 8.3 tabellarisch dargestellt.

8.0 Bewertung und Gefährdungsabschätzung

Für die Beurteilung und Gefährdungsabschätzung von Verdachts- bzw. Kontaminationsflächen sind die mit der gemeinsamen Verwaltungsvorschrift des Umwelt- und Sozialministeriums Baden-Württemberg (VwV UM/SM vom 16.09.1993) und der 3. Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums (VwV Anorganische Schadstoffe vom 24.08.1993) eingeführten Orientierungswerte als Bewertungsgrundlage und Entscheidungshilfe heranzuziehen.

Die Orientierungswerte gelten für die Konzentrationen verschiedener organischer und anorganischer Stoffparameter in den Medien Boden und Grundwasser. Anhand 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 (Erkundungsstufe E_{2,3}) notwendig. Regionale und lokale standortspezifische Verteilungscharakteristika der Einzelstoffe sind bei den

Hintergrundwerten jedoch nur eingeschränkt, z. B. bei Schwermetallen in Böden in Abhängigkeit vom Tongehalt oder Ausgangsgestein, berücksichtigt.

Entscheidungsgrundlage hinsichtlich der Notwendigkeit einer eingehenden Erkundung bzw. einer Sanierungsvorplanung bilden Prüfwerte (P-Werte). Die P-Werte sind schutzgut- (Boden, Grundwasser) und nutzungsbezogen (menschliche Gesundheit, Pflanzen). Überschreiten repräsentative Schadstoffkonzentrationen diese Werte, sind in der Regel detaillierte Erkundungsmaßnahmen (Erkundungsstufe E₃₋₄) bzw. eine Sanierungsvorplanung notwendig, die als Grundlage für eine einzelfallspezifische Bewertung hinsichtlich möglicher Sicherungs- und/oder 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 nicht ohne detaillierte Gefährdungsabschätzung im Rahmen einer einzelfallspezifischen Betrachtung vorgenommen werden kann. Die Bewertung der Bodenbelastungen und die Ableitung von möglichen Folgemaßnahmen muß in diesem Falle die nachgewiesene oder potentielle Beeinflussung von Schutzgütern im Bereich oder im Umfeld der Verdachtsfläche zur Grundlage haben.

Im vorliegenden Fall sind die expositions- und emissionsrelevanten Schutzgüter **Luft** (Atmosphären-/Raumluft), **Boden** (menschliche Gesundheit, Pflanzen) und **Grundwasser** zu bewerten. Bewertungsgrundlagen für die relevanten Schutzgüter und Nutzungen sind die in den Tabellen 6 bis 8 angegebenen Hintergrund- und Prüfwerte (gem. VwV, 1993). Bezugsgrößen bei den Prüfwerten sind die Charakterisierung der Verdachtsfläche als Siedlungs- bzw. Kinderspielfläche und Pflanzenstandort sowie potentielle Schadstoffeinträge aus belastetem Bodenmaterial in die gesättigte Zone. Die Prüfwerte entsprechen der allgemeinen Mindestanforderung bei der Festlegung von Sanierungszielwerten.

8.1 Schutzgut Luft

Für Belastungen der Gasphase (Bodenluft) existieren gegenwärtig keine vergleichbaren Orientierungs- oder Prüfwerte. Die im Bereich der Verdachtsfläche nachgewiesenen CO₂-Konzentrationen repräsentieren nach den vorliegenden Erkenntnissen die pedogene/biogene Hintergrundkonzentration. Bodenluft-

belastungen durch deponiespezifische Komponenten (CH₄) und weitere leichtflüchtige organische Schadstoffe (BTEX, LCKW) wurden nicht nachgewiesen.

Relevante Belastungen der Gasphase (Bodenluft), aus denen in Verbindung mit möglichen Expositionspfaden ein humanrelevantes Gefährdungspotential resultiert, sind im Verdachtsflächenbereich nicht vorhanden. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse ist nach Einschätzung des Gutachters für den Teilaspekt „Schutzgut Atmosphären-/Raumlufte“ kein Gefährdungspotential abzuleiten.

8.2 Boden, Schutzgut menschliche Gesundheit

Entscheidendes Kriterium bei der Bewertung des human- und ökotoxikologischen Gefährdungspotentials von Bodenbelastungen im Bereich der Untersuchungsfläche sind die aktuellen und künftigen flächenspezifischen Nutzungen. Die aktuellen Nutzungen beinhalten Freizeit-, Verkehrs- und Brachflächen, die mit wirksamen Oberflächenabdeckungen oder -versiegelungen versehen sind. Da diese Flächen nur in Teilbereichen und kurzzeitig dem Aufenthalt von Menschen dienen, besitzen die aktuellen Nutzungen nach Ansicht des Gutachters eher extensiven Charakter.

Hinsichtlich der künftigen Nutzungen sehen die derzeitigen Planungen die Errichtung von Wohngebäuden vor (vgl. Anlage 3). Aus den Nutzungsänderungen sind potentielle humanrelevante Gefährdungs- bzw. Expositionspfade (inhalative, orale, dermale Aufnahme von Schadstoffen) abzuleiten, die aus indirektem und/oder direktem Kontakt mit belastetem Boden oder Ablagerungsmaterial resultieren können. Bereiche wie Spielplätze oder Haus- und Kleingärten, die hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten eine erhöhte Sensibilität aufweisen, sind nach gegenwärtigem Planungsstand nicht definiert, können jedoch aufgrund der Gesamtcharakteristik nicht ausgeschlossen werden. Aufgrund der genannten Sachverhalte kann die Verdachtsfläche bei der Bewertung gem. VwV UM/SM BaWü (1993) den Nutzungsszenarien „Siedlungsfläche“ (Prüfwert P-M2), teilweise auch „Kinderspielfläche“ (Prüfwert P-M1) zugeordnet werden. Tabelle 6 auf der folgenden Seite zeigt die entsprechenden Hintergrund- und Prüfwerte für die relevanten Parameter.

Tabelle 6 Hintergrund- und Prüfwerte Boden, Schutzgut menschliche Gesundheit

Parameter	H-B [mg/kg] ²	P-M1 [mg/kg]	P-M2 [mg/kg]
Σ BTEX	0.01	60	60
Benzol	0.01	0.01	0.01
Toluol	0.01	9.0	9.0
As	17	20	30
Pb	50/55	100	500
Cd	0.5/0.6	3.0	15
Cr ges.	60/75	100	500
Cu	35/50	- ¹	- ¹
Hg	0.10/0.12	2.0	10
Ni	55/70	100	100
Tl	0.4/0.5	1.0	4.0
Zn	95/110	- ¹	- ¹

- Anm.:**
- ¹ Einzelfallentscheidung; ökotoxikologische Relevanz bei geringem human-toxikologischem Gefährdungspotential (humantoxische Wirksamkeit liegt im Gramm-Bereich)
 - ² Schwermetalle: Tongehaltsgruppen T4/T5

Unter Zugrundelegung der Hintergrundwerte (H-B) werden diese bei den Parametern Arsen, Blei und Zink in Einzelproben, die aus dem Profilhorizont *Oberboden* untersucht wurden, überschritten. In den tieferen Profilabschnitten der *Auffüllungen* existieren punktuelle Belastungen durch Benzol und Toluol; die Konzentrationen sind jedoch nur geringfügig gegenüber der Bezugsgröße H-B erhöht. Vergleicht man die ermittelten Feststoffkonzentrationen mit den zugehörigen Prüfwerten, zeigt nur die Oberbodenprobe OF2 eine deutliche Überschreitung des P-M1 für Blei; der P-M2 wird jedoch nicht erreicht. Die restlichen Proben wiesen bei allen Parametern, insbesondere Schwermetallen, Feststoffgehalte im Bereich der geogenen/pedogenen Hintergrundkonzentrationen auf, die parameterspezifisch definierten Hintergrund- und Prüfwerte werden dabei nicht überschritten.

Ausgehend von der Überschreitung des Prüfwertes P-M1 muß für **Blei** eine weiterführende Bewertung erfolgen, welche die Kriterien Schutzgut-, Nutzungs-, Standort- und Schadstoffcharakteristika einzelfallbezogen berücksichtigt.

Die humantoxikologische Bedeutung von Blei und Bleiverbindungen resultiert vorrangig aus der chronischen Toxizität. Potentielle Expositionspfade sind die inhalative Aufnahme von belastetem Staub, abhängig vom Partikeldurchmesser, und die orale Aufnahme (Ingestion). Die Bioverfügbarkeit variiert jedoch erheblich

in Abhängigkeit von zahlreichen Faktoren, z. B. dem Alter der exponierten Personen oder der Art der Bleiverbindungen. Nach heutigem Kenntnisstand ist bei Kleinkindern im Vergleich zu Erwachsenen von einer insgesamt höheren Bleiaufnahme auszugehen. Quantitative Ergebnisse zum Transfer Boden-Mensch, insbesondere zur Bioverfügbarkeit oral aufgenommenen Bodens in der Zielgruppe der Kleinkinder, liegen jedoch nicht vor.

Die im **Bereich OF2** nachgewiesenen Bleibelastungen des Oberbodens sind nach den vorliegenden Erkenntnissen auf Schlackereste in Form von überwiegend makroskopischen Partikeln, für die eine oxidische Bindungsform anzunehmen ist, zurückzuführen. In Zusammenhang mit dem vorhandenen Oberflächenbewuchs und der extensiven Nutzungscharakteristik ist insgesamt von einer wirksamen Unterbindung maßgeblicher Expositionspfade (inhalativ bzw. oral) auszugehen. Ein relevanter Schadstofftransfer Boden-Mensch über die entsprechenden Expositionspfade ist nach Ansicht des Gutachters nicht abzuleiten, ein aktuelles Gefährdungspotential für die menschliche Gesundheit nicht zu erkennen.

Mit der geplanten Folgenutzung als Siedlungsfläche ist zunächst keine Zunahme des Gefährdungspotentials zu erwarten. Berücksichtigt man die entsprechenden Prüfwerte P-M2 (Tabelle 6), werden diese auch im Belastungsbereich OF2 deutlich unterschritten. Einschränkungen ergeben sich jedoch bei der Anlage von unbefestigten Flächen und deren Nutzung als Spielplätze, die nach derzeitigem Planungsstand nicht auszuschließen sind (vgl. Ausführungen oben). Gem. VwV ist für diese Teilflächen eine Bewertung im Hinblick auf die sensiblere Nutzungsart „Kinderspielflächen“ vorzunehmen. Für den Fall entsprechender Nutzungen im Bereich OF2 ist ein deutliches Gefährdungspotential durch die Bleibelastungen zu konstatieren; in Verbindung mit fehlenden Oberflächenbefestigungen ist dann insbesondere für die Risikogruppe der Kleinkinder eine relevante Schadstoffexposition infolge direkten und indirekten Bodenkontakts möglich.

8.3 Boden, Schutzgut Pflanzen

Nach der 3. VwV zum BodSchG (VwV Anorganische Schadstoffe) ist im vorliegenden Fall auch das Schutzgut Pflanzen als bewertungsrelevant einzustufen. Bewertungskriterien sind die Stoffgehalte im Boden hinsichtlich des Transfers in Nahrungspflanzen und die Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums. Die Tabelle 7 auf der folgenden Seite enthält die maßgeblichen Orientierungswerte.

Tabelle 7 Hintergrund- und Prüfwerte Boden, Schutzgut Pflanzen

Parameter	H-B [mg/kg] ³	P-P [mg/kg]
KW H18	50	400
Σ BTEX	0.01	.. ²
Benzol	0.01	.. ²
Toluol	0.01	.. ²
Σ PAK ¹	1.0	10
As	17	40 ⁴
Pb	50/55	100
Cd	0.5/0.6	1.5 ⁴
Cr ges.	60/75	100
Cu	35/50	60
Hg	0.10/0.12	1.0
Ni	55/70	50
Tl	0.4/0.5	1.0 ⁴
Zn	95/110	200 ⁴

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

¹ 16 n. EPA, ohne Naphthalin

² Einzelfallentscheidung

³ Schwermetalle: Tongehaltsgruppen T4/T5

⁴ Tongehaltsgruppen T2 - T6, sonst T1 - T6

Vergleicht man die im Bereich der Verdachtsfläche ermittelten Feststoffkonzentrationen mit den zugehörigen Prüfwerten P-P (Tabelle 7), zeigt sich wiederum in der Oberbodenprobe OF2 eine deutliche Überschreitung des Prüfwertes für **Blei**. In Einzelproben sind die Konzentrationen an Mineralölkohlenwasserstoffen gegenüber der Bezugsgröße P-P erhöht. Unter Einbeziehung der Entnahmetiefen besitzen diese jedoch aus Sicht des Gutachters keine Bewertungsrelevanz hinsichtlich des Schutzgutes Pflanzen.

Zur Bewertung des aktuellen und langfristigen Gefährdungspotentials der festgestellten Schwermetallbelastung müssen weitere Faktoren berücksichtigt werden. Durch Schadstofftransfer und -akkumulation existieren insbesondere beim Anbau von Nahrungspflanzen humantoxikologische Risiken, speziell für Blei und Cadmium. Entscheidendes Kriterium im Hinblick auf potentielle toxische Wirkungen sind die mobilen Gehalte bzw. Transferfaktoren der Schwermetalle. Deren Löslichkeit und Mobilität wird hauptsächlich durch Ad- und Desorptionsprozesse in Abhängigkeit von bodenspezifischen Eigenschaften wie pH-Wert, Tonfraktion und Gehalt an organischer Substanz sowie den jeweiligen Bindungsformen bestimmt.

Organische (z. B. metallorganische Komplexe) oder oxidische Blei-Verbindungen sind insgesamt als relativ immobil einzustufen. Nach Literaturangaben existieren bei pH-Werten > 5 und bei hohen Gehalten an organischer Substanz geringe Löslichkeiten, eine Extraktion und/oder Verlagerung findet unter diesen Bedingungen kaum statt. Auch die pH-Wert abhängige Pflanzenverfügbarkeit wird als gering eingeschätzt und läßt nur für saure Böden (pH < 4) nennenswerte Anreicherungen in Pflanzen erwarten. Die Angaben für den Transfer-Koeffizienten Boden-Pflanze variieren zwischen 0.01 und 0.1.

Die Transferfaktoren sind im vorliegenden Fall nicht bekannt; betrachtet man stellvertretend die Ergebnisse der Eluatanalytik, so ist für Blei eine geringfügige Mobilität zu erkennen (vgl. Ausführungen unter 7.3). In Verbindung mit künftigen gartenbaulichen Nutzungen ist daher im **Bereich OF2** bedingt ein Gefährdungspotential für den Anbau von Nahrungspflanzen zu postulieren. Ein aktuelles Risiko ist nach Ansicht des Gutachters nicht zu erkennen, da nach derzeitigem Kenntnisstand keine Nahrungs- oder Futterpflanzen angebaut werden.

8.4 Schutzgut Grundwasser

Durch die Lage der Untersuchungsfläche im Bereich eines nutzungswürdigen Grundwasservorkommens (Schwarzer Jura α_2) muß eine Bewertung der Bodenbelastungen unter dem Aspekt des potentiellen Risikos einer Grundwassergefährdung (Schutzgut Grundwasser) erfolgen.

Tabelle 8 Hintergrund- und Prüfwerte Schutzgut Grundwasser (Eluat)

Parameter	H-W [mg/l]	P-W [mg/l]
KW H18	0.01	0.05
Σ BTEX	n.n.	0.01
Benzol	n.n.	0.001
Pb	0.004	0.01

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

Basierend auf den spezifischen Verteilungsmustern der relevanten Einzelstoffe, die Belastungen der ungesättigten und teilgesättigten Zone aufweisen, orientiert sich die Bewertung vorrangig an möglichen Schadstoffeinträgen aus kontaminiertem Boden oder Ablagerungsmaterial über den Sickerwasserpfad. Das Gefährdungspotential kann zunächst durch einen Vergleich mit entsprechenden Prüfwerten (P-W-Werte) abgeschätzt werden.

Vergleicht man die Eluatkonzentrationen der Einzelstoffe mit den in Tabelle 8 genannten Hintergrund- (H-W) und Prüfwerten (P-W), sind bei keinem Parameter Überschreitungen festzustellen. Im Hinblick auf eine potentielle Grundwasser-gefährdung sowie eine - vorläufig qualitative - Gefährdungsabschätzung sind weitere standort- und stoffspezifische Faktoren in Betracht zu ziehen und abzuwägen.

Die im Bereich der Teilfläche 1 nachgewiesenen Bodenbelastungen sind in der ungesättigten und teilgesättigten Zone lokalisiert. Die ungesättigte Zone zeigt einen wenig differenzierten Aufbau aus bindigem Material; ausgehend von der Zusammensetzung des Materials, überwiegend Tone und Schluffe mit geringen Grobkornanteilen, sind für die Auffüllung minimale vertikale Durchlässigkeiten ($k_f \leq 10^{-7}$ m/s) anzusetzen. In der unterlagernden Verwitterungszone des Schwarzen Jura α_2 sind dagegen wesentlich höhere Durchlässigkeiten anzunehmen; für die Verwitterungsstufe W3, die mit den Erkundungsmaßnahmen erfaßt wurde, kann k_f in der Größenordnung von 10^{-4} bis 10^{-5} m/s abgeschätzt werden. In den tieferen Teilen des Profils der Hauptsandsteinserie ist mit abnehmendem Verwitterungsgrad ein inhomogener Kluftaquifer entwickelt. Die Gebirgsdurchlässigkeit bewegt sich etwa in der gleichen Größenordnung wie in der Verwitterungsstufe W3.

Bedingt durch die Zusammensetzung und die in früheren Untersuchungen nachgewiesenen hohen Anteile an organischer Substanz (TOC/ C_{org} -Gehalte) sind für die Auffüllung insgesamt hohe Sorptionskapazitäten gegenüber organischen und anorganischen Schadstoffen vorauszusetzen. Im Hinblick auf eingetragene Schadstoffe ist von einem hohen Retardationsvermögen in der ungesättigten Zone auszugehen. Im Gegensatz hierzu ist in den grundwasserführenden Festgesteinsfolgen des Schwarzen Jura α_2 ein insgesamt geringes Retardationspotential anzusetzen. Auf Grundlage der grundwasserhydraulischen Tendenz (vgl. Pkt. 6.2 und Anlage 6) und der geschätzten Gebirgsdurchlässigkeiten können für die Untersuchungsfläche Abstandsgeschwindigkeiten von ca. 1 bis 3 m/d berechnet werden. Die Verhältnisse hinsichtlich einer Ausbreitung potentieller Kontaminationen sind nach dem Altlastenhandbuch als "generell ungünstig" zu bewerten.

Die Mineralölkohlenwasserstoffe zeigen in der Feststoffphase im gesamten Untersuchungsbereich mit maximal 4 430 mg/kg TS Konzentrationen, die unter den Residualsättigungen vergleichbaren Materials liegen. Die Residualsättigungen betragen nach Literaturdaten für Kiese und Sande mit hohen Feinkornanteilen, die weitgehend der Zusammensetzung der Verwitterungszone des Schwarzen Jura α_2 entsprechen, ca. 8 000 - 12 000 mg/kg; für Tone und Schluffe, wie sie in der

Auffüllung vorliegen, sind Werte $> 15\,000$ mg/kg angegeben. Ausgehend von Feststoffkonzentrationen, die generell kleiner als der Minimalwert der Residualsättigung sind, ist anzunehmen, daß die KW in der ungesättigten Zone als immobile Phase vorliegen. In Abhängigkeit vom Sorptionsverhalten der Feststoffmatrix sind Mobilisation und Transport nur noch durch Lösungsvorgänge möglich. Unter Einbeziehung der Eluatkonzentrationen, die in allen Proben unterhalb der Nachweisgrenze lagen, und relativ hoher Sorptionskapazitäten des Feststoffmaterials sind relevante KW-Einträge in tiefere Bereiche der ungesättigten Zone bzw. die gesättigte Zone über den Mechanismus Lösungstransport weitgehend auszuschließen.

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand ist in Teilfläche 1 bei entsprechenden hydrologischen Bedingungen mit einem partiellen Einstau bzw. einer Durchströmung der basalen Zone des Deponiekörpers zu rechnen. Unter diesen Bedingungen kann zumindest temporär ein Transfer von KW in die gesättigte Zone erfolgen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die nachgewiesenen KW-Belastungen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht auf Immissionen aus infiltrierendem Poren- bzw. Sickerwasser, sondern auf Einträge aus der gesättigten Zone, d. h. über kontaminiertes Grundwasser, zurückzuführen sind. Als Indiz für diese Annahme sind die vertikalen KW-Konzentrationsverteilungen innerhalb der un-/teilgesättigten Zone sowie das qualitativ in Einzelprofilen nachgewiesene Auftreten von KW-Phasenanteilen in der gesättigten Zone zu werten. Zusätzlich lassen die vorliegenden Untersuchungsergebnisse für die KW-Belastungen eine deutliche Orientierung an den potentiellen Grundwasserspiegeldifferenzen erkennen. Die lateralen Konzentrationsverteilungen deuten in Verbindung mit den grundwasserhydraulischen Verhältnissen auf potentielle Eintragungsschwerpunkte außerhalb der Verdachtsfläche.

Für die oberflächennahen Bleibelastungen im Bereich OF2 ist eine Grundwassergefährdung durch Stofftransport über infiltrierendes Sickerwasser als minimal bis nicht vorhanden zu bewerten. Dies ist aus den geringen Eluatkonzentrationen in Kombination mit den Mächtigkeiten (ca. 5 m) und vertikalen Durchlässigkeiten ($k_f \leq 10^{-7}$ m/s) der ungesättigten Zone abzuleiten. Betrachtet man die im Zuge der Erkundungskampagne '94 in den tieferen Profilabschnitten der Auffüllung ermittelten Feststoffkonzentrationen, liegen diese im Bereich der für dieses Material anzusetzenden geogenen/pedogenen Hintergrundkonzentrationen. Die vertikale Konzentrationsverteilung mit einer deutlichen Abnahme der Bleigehalte vom Oberbodenhorizont zum unterlagernden Auffüllmaterial bzw. die fehlenden Belastungen dieses Profilabschnittes sind als Indiz dafür zu werten, daß eine Mobilisierung der vorhandenen Kontaminationen

und damit ein Eintrag in tiefere Teile der ungesättigten Bodenzone nicht stattgefunden hat.

Nach den vorhandenen Informationen liegt die Verdachtsfläche außerhalb von Einzugsgebieten für Trinkwasserfassungen; entsprechende Schutzzonen sind im Bereich oder im Umfeld des Standortes nicht ausgewiesen bzw. geplant. Das Grundwasser im Bereich oder im unmittelbaren Umfeld der Verdachtsfläche wird nicht zur Brauchwasserentnahme genutzt. Nach Ansicht des Gutachters ist das Grundwasser des Kluftaquifers in der Hauptsandsteinserie des Schwarzen Jura α_2 prinzipiell als nutzungswürdig einzustufen. Kriterien für diese Einstufung sind die hydrogeologischen Randbedingungen (mittleres Einzugsgebiet, allerdings geringe Speichervolumina und Ergiebigkeiten) sowie die zu erwartende geogene Grundwasserqualität. Aufgrund der sich daraus ergebenden Schutzgutbedeutung und der nachgewiesenen Belastungen durch Mineralöl-KW sollte eine weiterführende, detaillierte Erkundung und Bewertung des Grundwassergefährdungspotentials erfolgen.

9.0 Handlungsempfehlungen

Aus der Bewertung ergeben sich unterschiedliche Gefährdungspotentiale für die relevanten Schutzgüter menschliche Gesundheit, Pflanzen und Grundwasser. Nach Ansicht des Gutachters ist Handlungsbedarf hinsichtlich weiterführender Maßnahmen im Rahmen der Erkundungsstufe E₂₋₃ zu erkennen.

Ausgehend von der Überschreitung des P-M1 für Blei und den Ergebnissen der Gefährdungsabschätzung wird empfohlen, für das belastete Areal OF2 Nutzungseinschränkungen durch Ausschluß einer künftigen Nutzung als Kinderspielfläche (gem. VwV „Aufenthaltsbereiche für Kinder, die mit Spiel-einrichtungen wie z. B. Sandkästen, Rutsche, Klettergeräten u. ä. ausgestattet und öffentlich zugänglich sind“) festzulegen. Im Sinne einer präventiven Risikominimierung sollte geprüft werden, inwieweit für den genannten Bereich eine vollständige und dauerhafte Oberflächenbefestigung (Rasen, Stellflächen) vorgesehen werden kann.

Nach derzeitigem Stand der Planungen sind im Bereich OF2 gartenbauliche Nutzungen nicht auszuschließen. Weiterhin ist hier im Zuge der Baumaßnahmen von einem Oberbodenabtrag im Bereich von Gebäudegrundrissen auszugehen, ein Wiedereinbau des Materials innerhalb von Freiflächen kann nach heutigem Stand der Technik nicht ausgeschlossen werden. Ausgehend von potentiellen

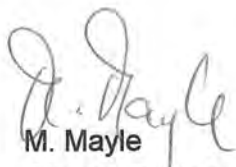
gartenbaulichen Nutzungen bzw. dem Wiedereinbau von belastetem Oberbodenmaterial und der Überschreitung des P-P Wertes wird vorgeschlagen, an einer repräsentativen Oberbodenmischprobe aus dem Bereich OF2 den pH-Wert und den mobilen Gehalt an Blei mittels NH_4NO_3 -Extraktion zu bestimmen (gem. VwV Anorganische Schadstoffe).

Sollten die gegenwärtigen Planungen nicht realisiert werden, sind für den Belastungsbereich OF2 Nutzungsbeschränkungen durch Ausschluß sensibler Nutzungsarten (landwirtschaftlich, gartenbaulich) vorzusehen. Die künftig möglichen Nutzungen bzw. Nutzungseinschränkungen (s. o.) sollten rechtsverbindlich festgelegt werden.

Um eine Abschätzung des Grundwassergefährdungspotentials durch Mineralöl-KW im Bereich der Teilfläche 1 zu erreichen, sollte eine Quantifizierung der Emissions- und Immissionssituation durchgeführt werden. Zur Erkundung der geohydraulischen Situation wird die Einrichtung von Grundwassermeßstellen, die den Kluftaquifer der Hauptsandsteinserie im Schwarzen Jura α_2 erfassen, vorgeschlagen. Aus den Meßstellen sollten qualifizierte Pumpproben entnommen und auf die Zielparameter Kohlenwasserstoffe n. DIN 38409 H18, BTEX und DOC untersucht werden. Bei Auftreten von Mineralölphasen ist eine Messung und Registrierung der jeweiligen Schichtstärken vorzunehmen. An Einzelproben mit signifikanten KW/DOC-Konzentrationen wird eine (qualitative) Identifikation der Einzelsubstanzen mittels GC-MS Übersichtsanalysen empfohlen. Zusätzlich sollten an einer Probe die Einzelstoffe der Parameterstufe 1 gem. Altlastenhandbuch Baden-Württemberg analysiert werden, um eine Charakterisierung der geogenen Grundwasserbeschaffenheit zu erreichen.

Im Hinblick auf die geplanten Bauvorhaben wird ergänzend empfohlen, Aushubmaßnahmen im Bereich der Verdachtsfläche mit gutachterlicher Begleitung und Aufsicht durchzuführen. Bei Auftreten von möglichen Belastungen, die mit den bisherigen Maßnahmen nicht erfaßt wurden, kann flexibel reagiert, d. h. eine unmittelbare Separierung und vorläufige Einordnung des Materials vorgenommen und die Verwertungs-/Entsorgungsmöglichkeiten nach weiteren Analysen auf Zielparameter geklärt werden.

Kirchentellinsfurt, den 29.10.1996


M. Mayle
Diplom-Geologe

Anlagen

Anlagenverzeichnis

- 1 Übersichtslagepläne des Untersuchungsgebietes und der Verdachtsfläche (Pfeil) im Maßstab 1 : 25 000.
 - 1.1 Ausschnitt aus der topographischen Karte, Blatt 7221 Stuttgart Südost.
 - 1.2 Ausschnitt aus der geologischen Karte, Blatt 7221 Stuttgart Südost.
- 2 Detailplan des Untersuchungsareals mit Lage und Ausdehnung der Altablagerung nach den Ergebnissen der technischen Erkundungen; Maßstab 1 : 2 500.
- 3 Detailplan der Altablagerung mit Lage der Probenahmelokationen (Sondierungen, Oberboden) und Profilsereien; Maßstab 1 : 1 000.
- 4 Profilsereien mit Aufbau der Altablagerung und Darstellung der geologisch-hydrogeologischen Situation; Maßstab 1 : 250 (2.5-fach überhöht).
 - 4.1 Längsprofil A - A', Orientierung Westnordwest - Ostsüdost.
 - 4.2 Querprofil B - B', Orientierung Nordnordwest - Südsüdost.
- 5 Isoliniendarstellung der Deponiekörper-Mächtigkeiten; Tiefenlage der Basis in m unter GOK; Maßstab 1 : 1000.
- 6 Grundwasserhydraulik im Bereich der Untersuchungsfläche mit Darstellung der Kontaminationssituation in der gesättigten Zone; Maßstab 1 : 1 000.
- 7 Graphische Darstellung der lokalen Konzentrationsverteilungen relevanter Parameter in ungesättigter und teilgesättigter Zone; Maßstab 1 : 500.
 - 7.1 Deponie- und Permanentgaskonzentrationen in der Bodenluft.
 - 7.2 Mineralölkohlenwasserstoff-Konzentrationen (KW n. DIN 38409 H18) im Feststoff (Ablagerungsmaterial/Boden).
- 8 Analysenergebnisse und parameterspezifische Nachweisgrenzen
 - 8.1 Bodenluftanalytik
 - 8.2 Feststoffanalytik
 - 8.3 Eluatanalytik
- 9 Sondierprofile nach DIN 4022/4023

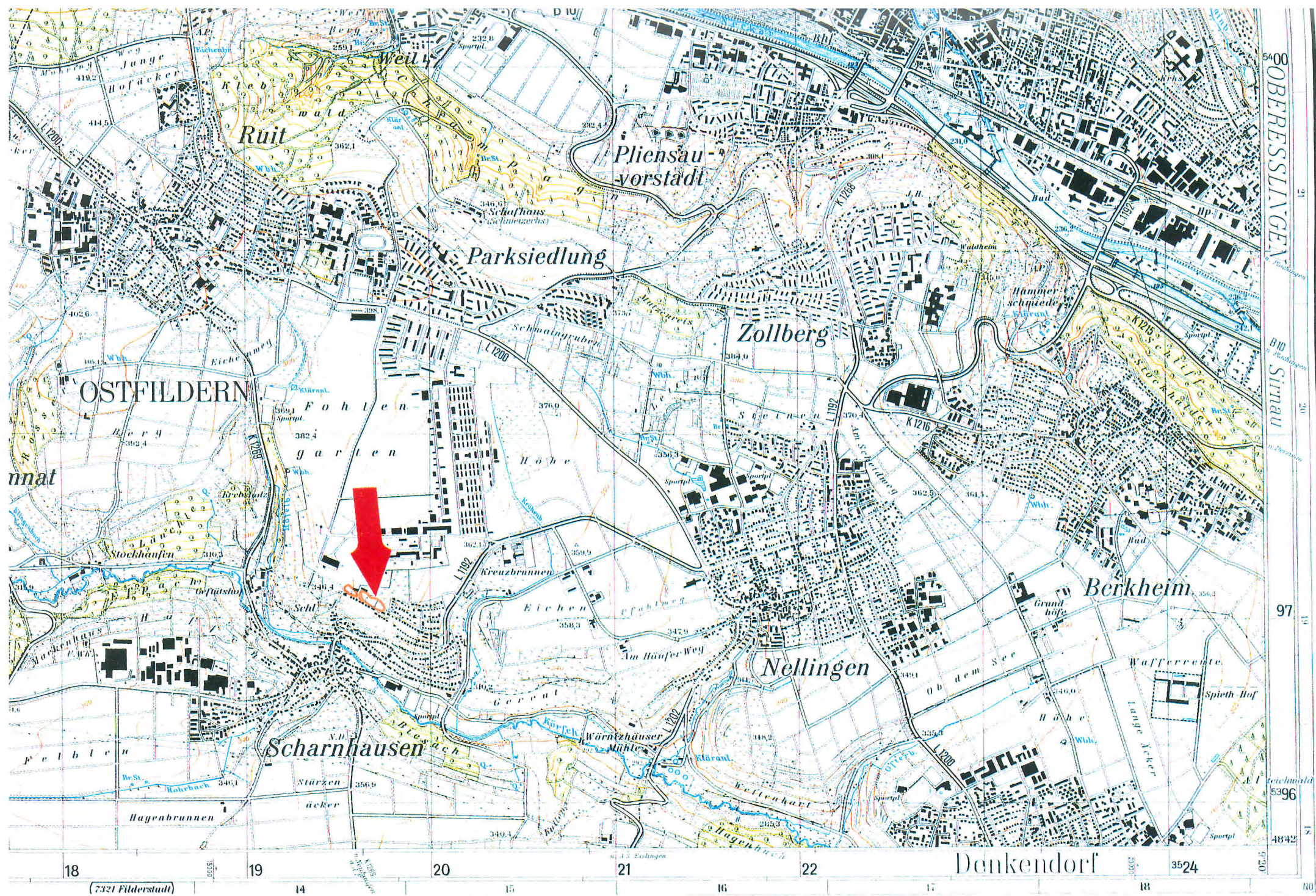
Anlage 1

**Übersichtslagepläne des Untersuchungsgebietes
und der Verdachtsfläche (Pfeil)**

Maßstab 1 : 25 000

Anlage 1.1

Ausschnitt aus der topographischen Karte, Blatt 7221 Stuttgart Südost



5400
OBERESSLINGEN

810
SINBAU

97

5396

4842

920

NO

18

19

20

21

22

Denkendorf

3524

(7321 Filderstadt)

14

15

16

17

18

NO

Anlage 1.2

Ausschnitt aus der geologischen Karte, 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

Diluviale Bildungen

Talauen

 as
 a
 al
 Aufschüttungen in Talzügen sowie in flachen Mulden und Senken
 as-Vormiegend sandig
 al-Vormiegend lehmig

Schuttkegel

 ah
 Flachgewölbte Aufschüttungen am Ausgang von Nebentälern

Moorige Flächen

 ah
 Feuchter durch Anreicherung von Humus schwarz gefärbter Boden

Süßwasserkalk

 ak
 Polster von drusigem, festem oder lockerem Kalktuff

Wenig mächtiger Gehängelehnt (Fremdlehnt)

 la
 kms
 kms
 Abgeglittene Vermittlungsmassen höher gelegener Schichten in dünnen Decken mit Lößbeimengung

Mächtiger Gehängelehnt (Fremdlehnt)

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

Löß und Lößlehm

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

Sauerwasserkalk (Travertin)

 dk
 Gelblicher, zum Teil ockerführender Kalk von wechselnder Härte und Beschaffenheit

Diluvialschotter in den Flußtäälern

 ds
 Grobe Flußschotter, meistens überdeckt und durchmengt mit gelbem sandhaltigem Vermittlungslehm, z. Teil verfestigt / Nagelfluh

Filderlehm

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

Hochgelegene alte Schotter

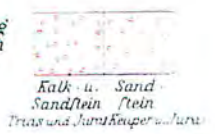
 dg
 dg
 Grobe Flußschotter, z. Teil unter schwerem, meist sandhaltigem Vermittlungslehm

Miozän

Lias

Keuper

Zusammensetzung der Gerölle in den Schottermulden



Basalttuff

 Bl
 Dunkler vulkanischer Aschertuff mit Lapilli u. Bruchstücken durchschlagener Gesteinsschichten Grundgebirge bis Weiß Jura

Lias β

 lβ
 Dunkle, blätterige, mergelige Tone mit Toneisenteinknollen

Lias α unter tiefer Verwitterungsdecke

 la
 Kalle und Kalksteine unter mächtigem, gelegentlich sanddurchmengtem Verwitterungslehm

Oberer Lias α Artenkalk

 laα
 Unten dunkelgraue Kalkbänke mit Arten und Gryphoen, oben hellere Kalle mit Scheffertonen, z. Tl bituminös (belschiefer)

Unterer Lias α
 αα - Apulatenleh. αα - Pflonotenleh.

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

Rätlandstein

 ko
 b
 Harter, feinkörniger, weißlichgelber bis weißgrauer Sandstein. Mitunter hart verfestigt, gelegentlich reich an Versteinerungen und Knochenrückstücken (b = Bonebed)

Knollenmergel

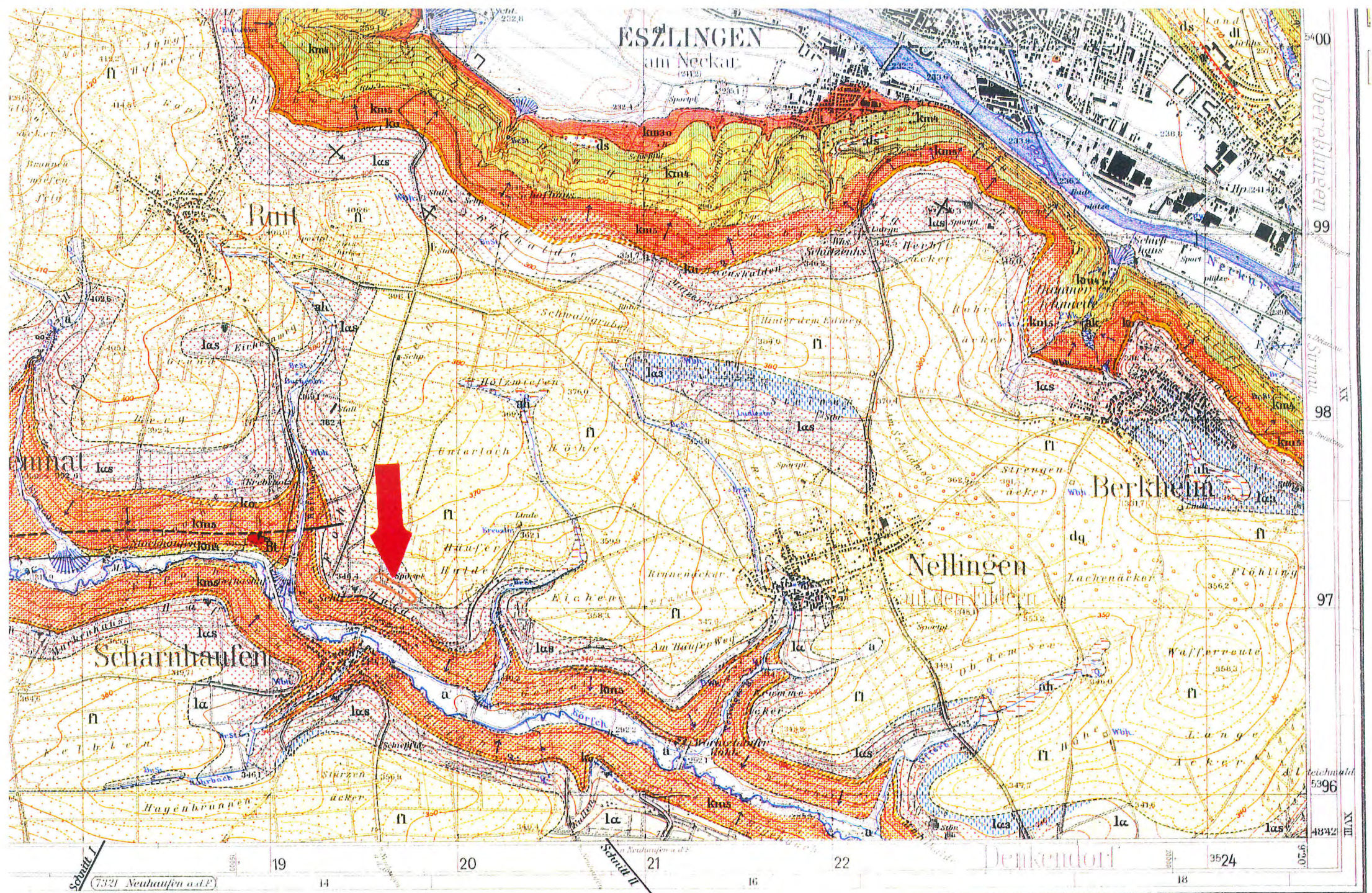
 kms
 Rote bis braunrote, oben meist entfärbte Tonmergel und Tone, lagenweise reich an Kalkknollen

Stubensandstein

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

Obere Bunte Mergel

 kms o
 Vormiegend graublau und grau-grün oder bunt gefärbte Mergel mit hellen Steinmergelbänken



Eszlingen
am Neckar

Ruit

Scharnhäufen

Nellingen
am Neckar

Berkheim

Schart I
(7321 Neuhäufen a.d.P.)

Schart II

Denkendorf

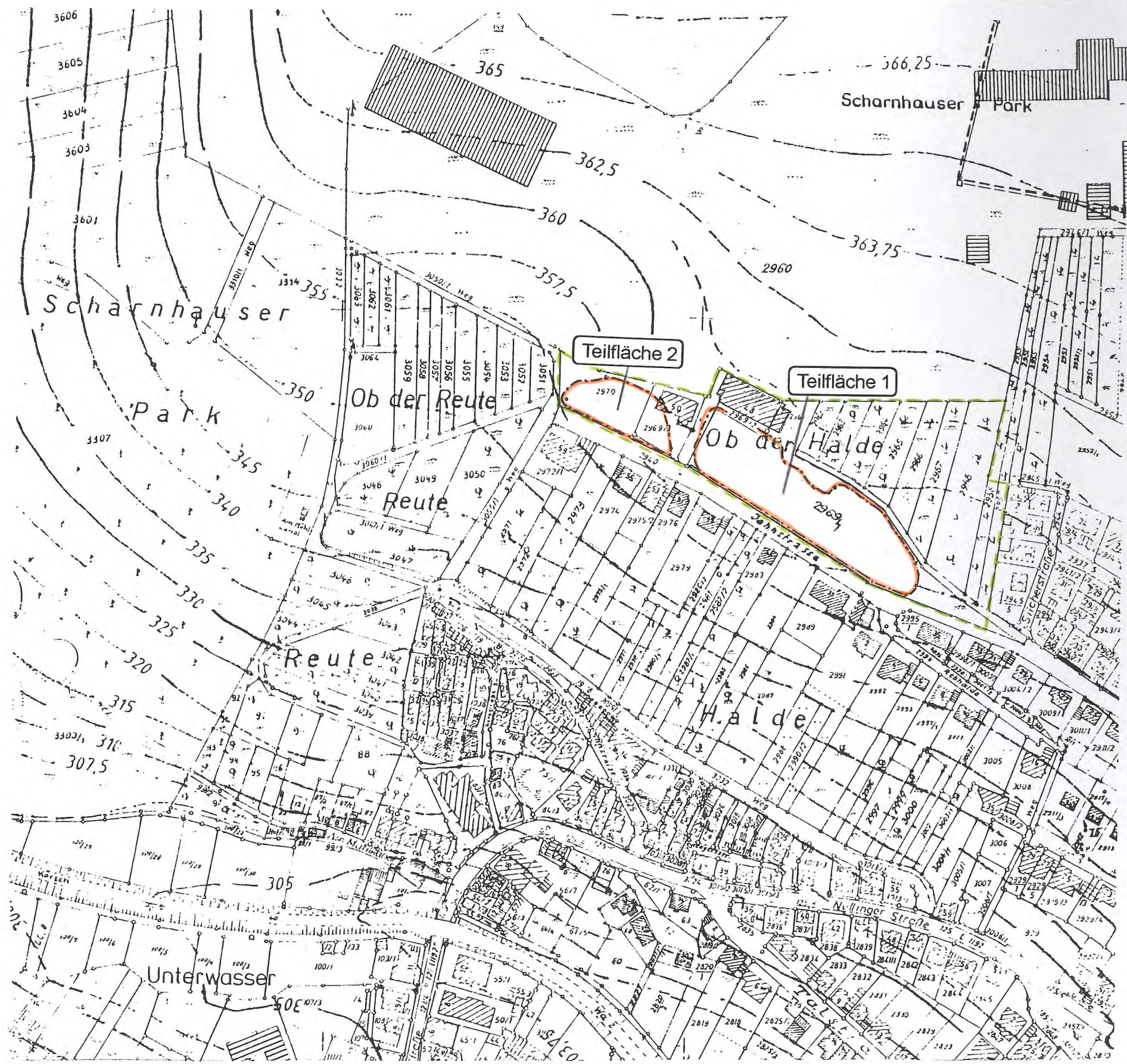
00
99
98
97
5396
4842
9220

Anlage 2

**Detailplan des Untersuchungsareals mit Lage und Ausdehnung der
Altablagerung nach den Ergebnissen der technischen Erkundungen**

Maßstab 1 : 2 500

Detailplan des Untersuchungsareals mit Lage und Ausdehnung der Altablagerung



Legende

- 47 Gebäude, bestehend
- Böschungen
- Flurstücke mit Kataster-Nr.
- Bereich mit geplanten Folgenutzungen
- Begrenzung der Altablagerung



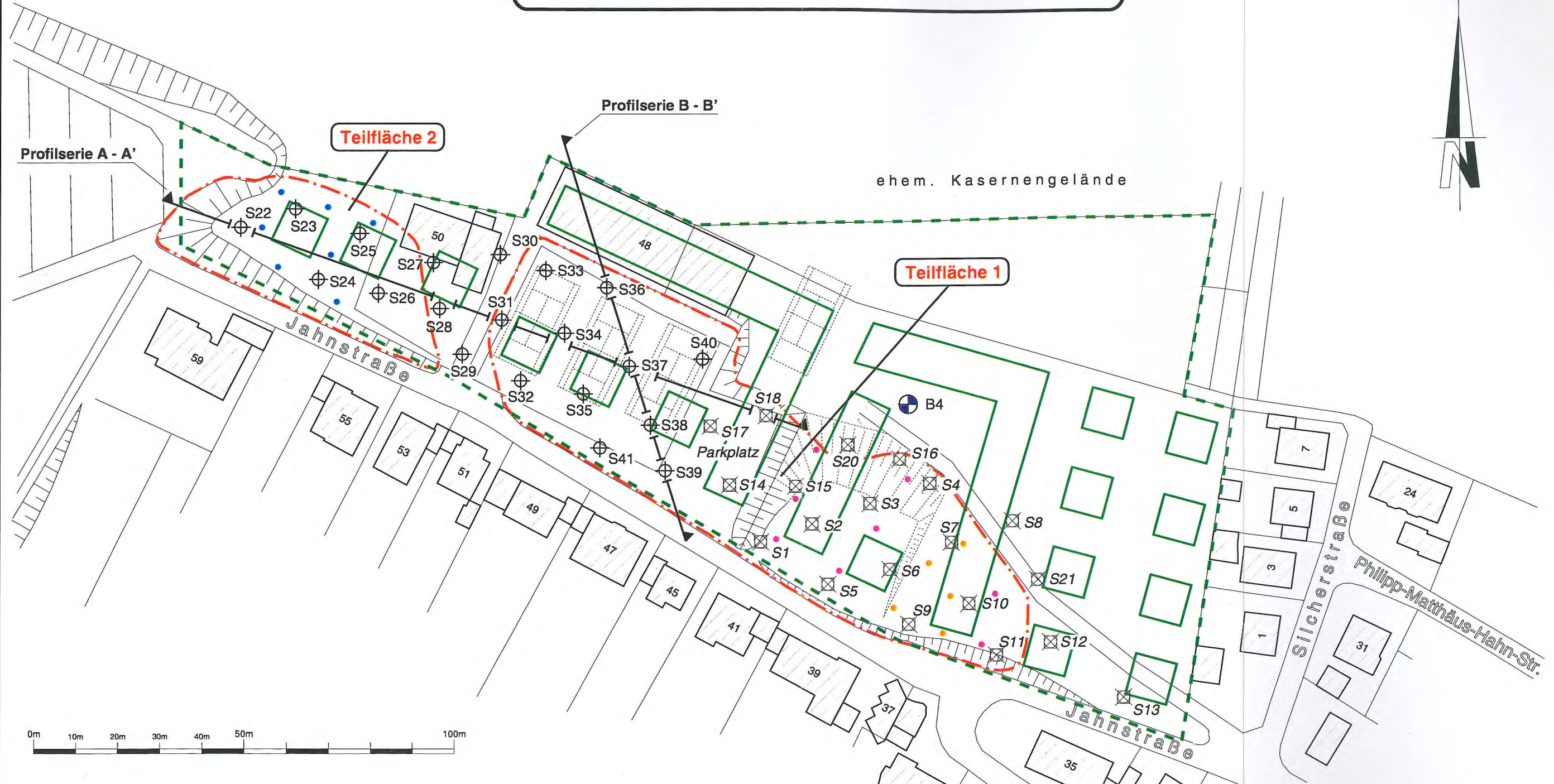
Projekt: A0296, E ₁₋₂ "Ob der Halde" Auftrag.: Stadt Ostfildern Planbezeichnung: Detailplan des Untersuchungsareals mit Lage und Ausdehnung der Altablagerung nach den Ergebnissen der technischen Erkundungen	INGEO Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie
Maßstab: 1 : 2 500	Bearbeiter: mm Datum: 02.09.96 Anlage: 2

Anlage 3

**Detailplan der Altablagerung mit Lage der Probenahmelokationen
(Sondierungen, Oberboden) und Profilserien**

Maßstab 1 : 1 000

Detailplan der Altablagerung mit Lage der Probenahmelokationen und Profilserien



Legende

- | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--|------------------------------|--|---|--|--|
| | Gebäude, bestehend | | Begrenzung der Altablagerung | | Rammkernsondierungen (E ₁₋₂ '96) | | Mischproben Oberboden |
| | Böschungen | | | | Rammkernsondierungen (E ₀₋₁ '93) | | Entnahmepunkte der Einzelproben im Bereich unversiegelter Flächen: |
| | Bereich mit geplanten Folgenutzungen | | | | | | OF1 |
| | Gebäude | | | | | | OF2 |
| | | | | | | | OF3 |

Projekt:	A0296, E _{1,2} "Ob der Halde"	 Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie
Auftrag:	Stadt Ostfildern	
Planbezeichnung:	Detailplan der Altablagerung mit Lage der Probenahmelokationen (Sondierungen, Oberboden) und Profilserien sowie Darstellung der geplanten Folgenutzungen	
Maßstab:	1 : 1 000	Bearbeiter: MST
		Datum: 02.09.96
		Anlage: 3

Anlage 4

**Profilserien mit Aufbau der Altablagerung und Darstellung
der geologisch-hydrogeologischen Situation**

Maßstab 1 : 250 (2.5-fach überhöht)

Anlage 4.1

Längsprofil A - A', Orientierung Westnordwest - Ostsüdost

WNW

A

Profilserie A - A'

Weg

Tennisplätze

S 22
359.00

S 24
358.77

S 26
359.15

S 28
359.24

S 31
358.64

AUFFÜLLUNG

AUFFÜLLUNG

FILDERLEHME

SCHWARZER JURA α2
(Hauptsandsteinserie)

AUFFÜLLUNG

FILDERLEHME

SCHWARZER JURA α2
(Hauptsandsteinserie)

ESE

A'

Tennisplätze

Parkplatz

S 31
358.64

S 34
358.64

S 37
358.64

S 40
358.64

S 18
358.50

AUFFÜLLUNG

SCHWARZER JURA α2
(Hauptsandsteinserie)

AUFFÜLLUNG

SCHWARZER JURA α2
(Hauptsandsteinserie)

Legende

S 34
358.64 Rammkernsondierung
mit Ansatzhöhe in m üNN

▼ Grundwasserspiegel
(vermutet)

--- Basis der Altablagung



Projekt: A0296-E₁₋₂ "Ob der Halde"

Auftrag: Stadt Ostfildern

Planbezeichnung:
Profilserie A - A' mit Darstellung
der geologisch-hydrogeologischen
Situation (2.5-fach überhöht)



Bearbeiter: mm

A0296_41 Datum: 02.09.96

Maßstab: L/H 1:250/1:100

Anlage: 4.1

Anlage 4.2

Querprofil B - B', Orientierung Nordnordwest - Südsüdost

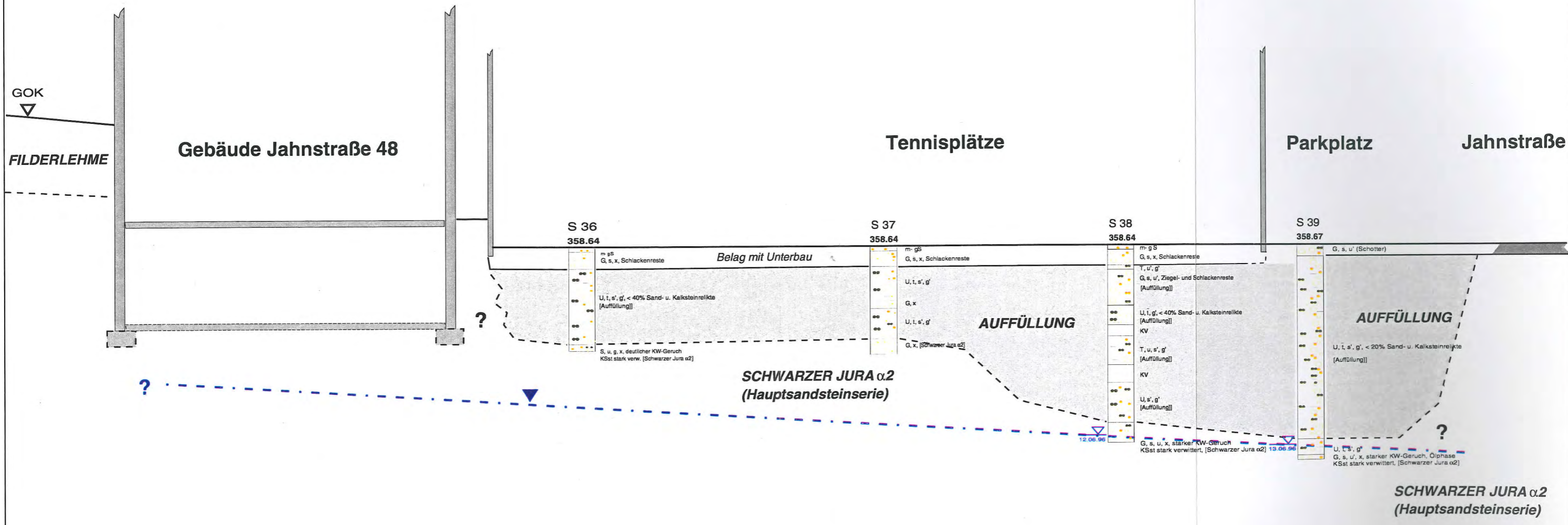
Profilserie B - B'

NNW

B

SSE

B'



Legende

S 34 Rammkernsondierung mit Ansatzhöhe in m üNN

Grundwasserspiegel (vermutet)

Basis der Altablagerung

Bohrwasserspiegel



Projekt: A0296-E_{1,2} "Ob der Halde"

Auftrag.: Stadt Ostfildern

Planbezeichnung:
Profilserie B - B' mit Darstellung der geologisch-hydrogeologischen Situation (2.5-fach überhöht)



Bearbeiter: mm

Datum: 02.09.96

Maßstab: L/H 1:250/1:100

Anlage: 4.2

Anlage 5

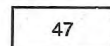




**Isoliniendarstellung der Deponiekörper-Mächtigkeiten
Tiefenlage der Basis in m unter GOK**

Maßstab 1 : 1 000

Isoliniendarstellung der Deponiekörper-Mächtigkeiten



Legende

-  47 Gebäude, bestehend
-  Gebäude, geplant
-  Böschungen
-  Begrenzung der Altablagerung
-  Mächtigkeit bzw. Basis der Deponiekörper in m unter GOK

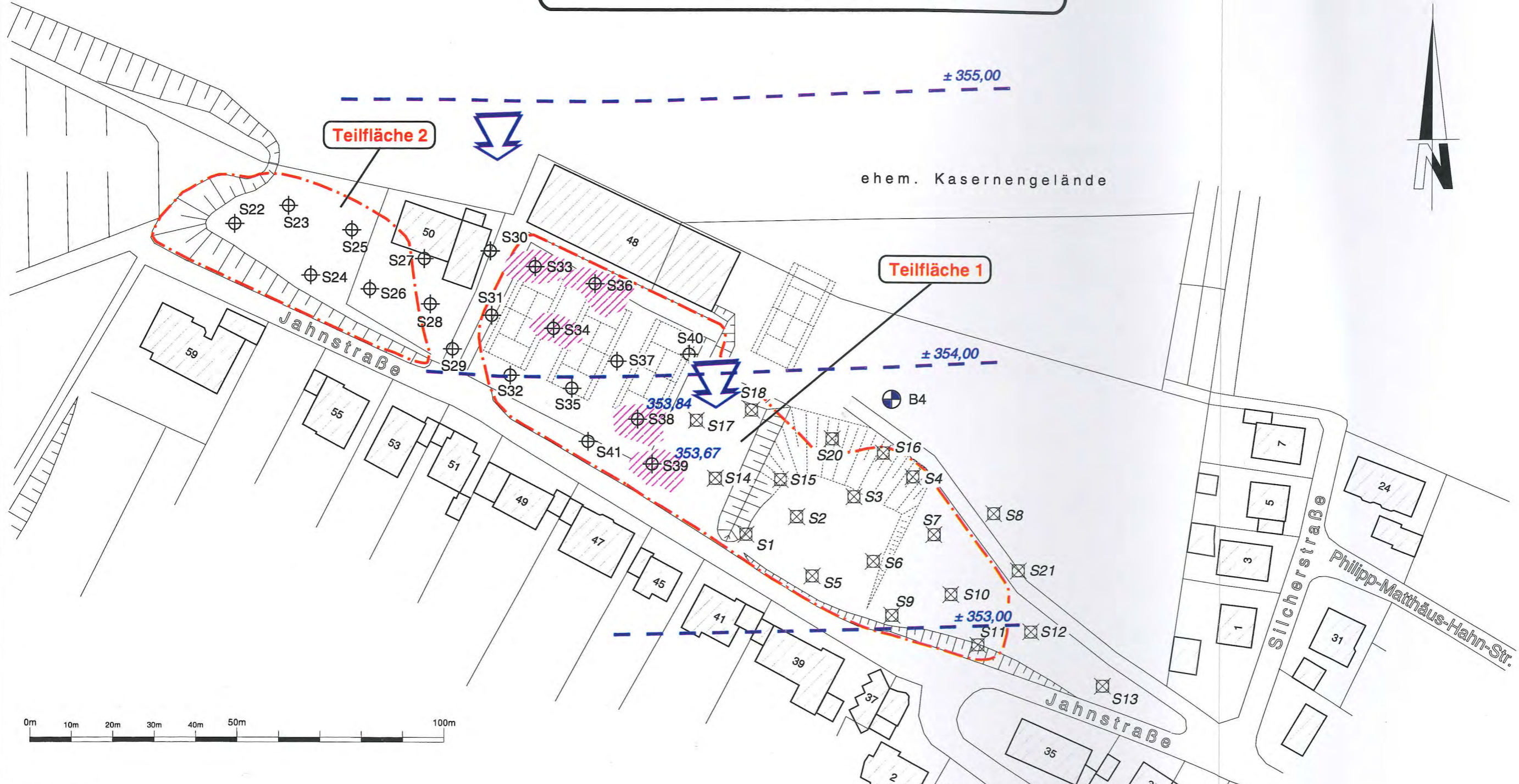
Projekt:	A0296, E _{1,2} "Ob der Halde"	 Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie
Auftrag:	Stadt Ostfildern	
Planbezeichnung:	Isoliniendarstellung der Mächtigkeiten der Deponiekörper - Tiefenlage der Basis in m u. GOK	
Maßstab:	1 : 1 000	A0296_5 Bearbeiter: mm Datum: 02.10.96 Anlage: 5

Anlage 6

**Grundwasserhydraulik im Bereich der Untersuchungsfläche in Kombination
mit der Kontaminationssituation in der gesättigten Zone**

Maßstab 1 : 1 000

Grundwasserhydraulik im Bereich der Untersuchungsfläche



Legende

- | | | | | | |
|--|-------------------------------|--|---|--|--------------------------|
| | 47 Gebäude, bestehend | | S34 Rammkernsondierungen (E ₁₋₂ '96) | Grundwasserhydraulische Tendenz im Untersuchungszeitraum: | |
| | Böschungen | | S15 Rammkernsondierungen (E ₀₋₁ '93) | 353,67 Bohrwasserspiegelhöhe in m üNN | |
| | Begrenzung der Altablagierung | | B4 Grundwassermeßstelle | ± 353,00 Isolinie (m üNN) | |
| | | | KW-Belastungsbereiche in gesättigter / teilgesättigter Zone | | Grundwasserfließrichtung |

Projekt:	A0296, E _{1,2} "Ob der Halde"	 Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie
Auftrag:	Stadt Ostfildern	
Planbezeichnung:	Grundwasserhydraulik im Bereich der Untersuchungsfläche mit Darstellung der Kontaminationssituation in der gesättigten Zone	
Maßstab:	1 : 1 000	Bearbeiter: MST/mm Datum: 17.09.96 Anlage: 6

Anlage 7

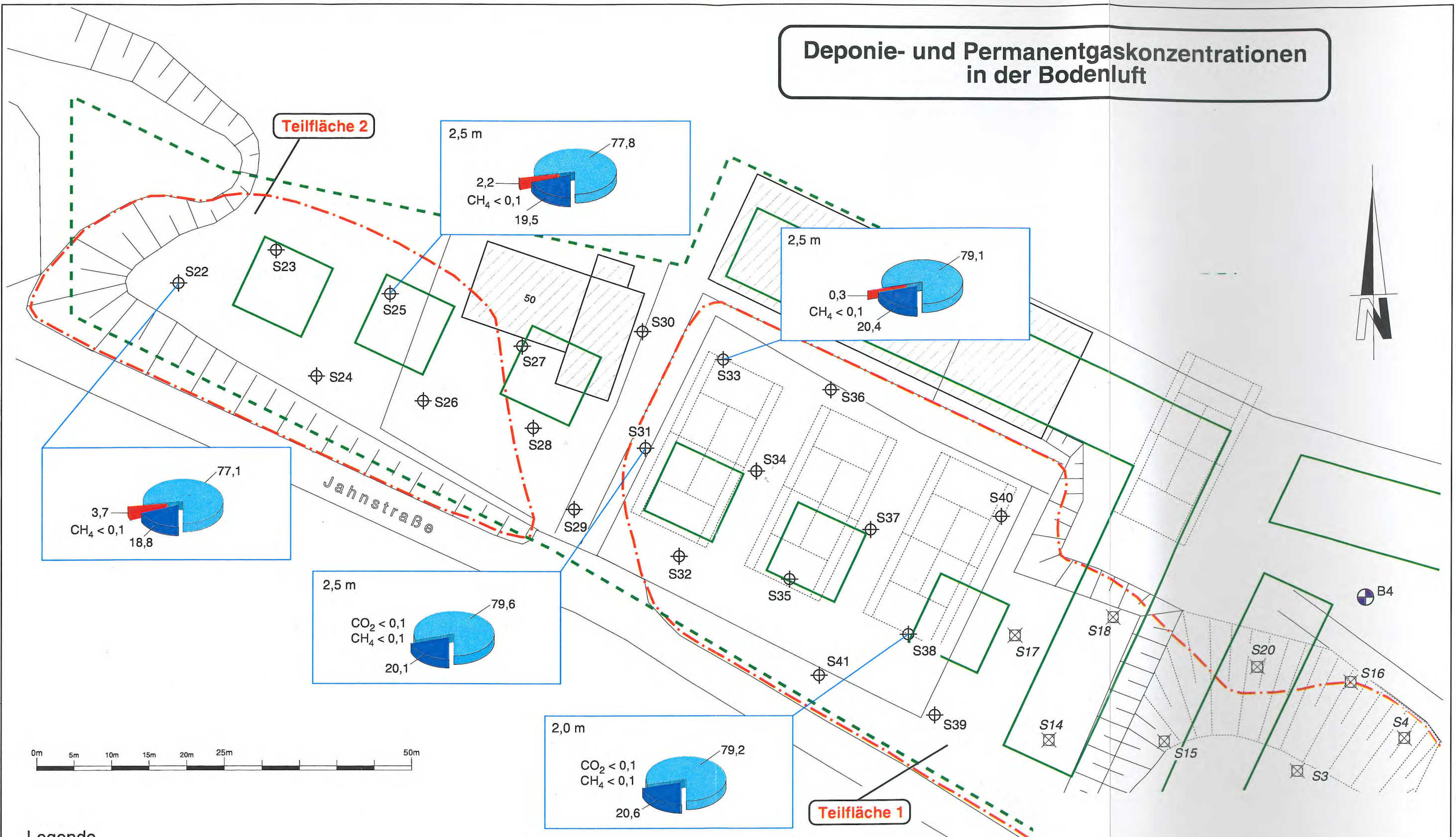
**Graphische Darstellung der lokalen Konzentrationsverteilungen
relevanter Parameter in ungesättigter und teilgesättigter Zone**

Maßstab 1 : 500

Anlage 7.1

Deponie- und Permanentgaskonzentrationen in der Bodenluft

Deponie- und Permanentgaskonzentrationen in der Bodenluft



Projekt:	A0296, E ₁₋₂ "Ob der Halde"
Auftrag:	Stadt Ostfildern
Planbezeichnung:	Lokale Konzentrationsverteilungen der Deponie- und Permanentgase in der Bodenluft
Maßstab:	1 : 500

INGEO
 Dipl.-Geol. Michael Mayle
 Geotechnik
 Altlasten
 Hydrogeologie

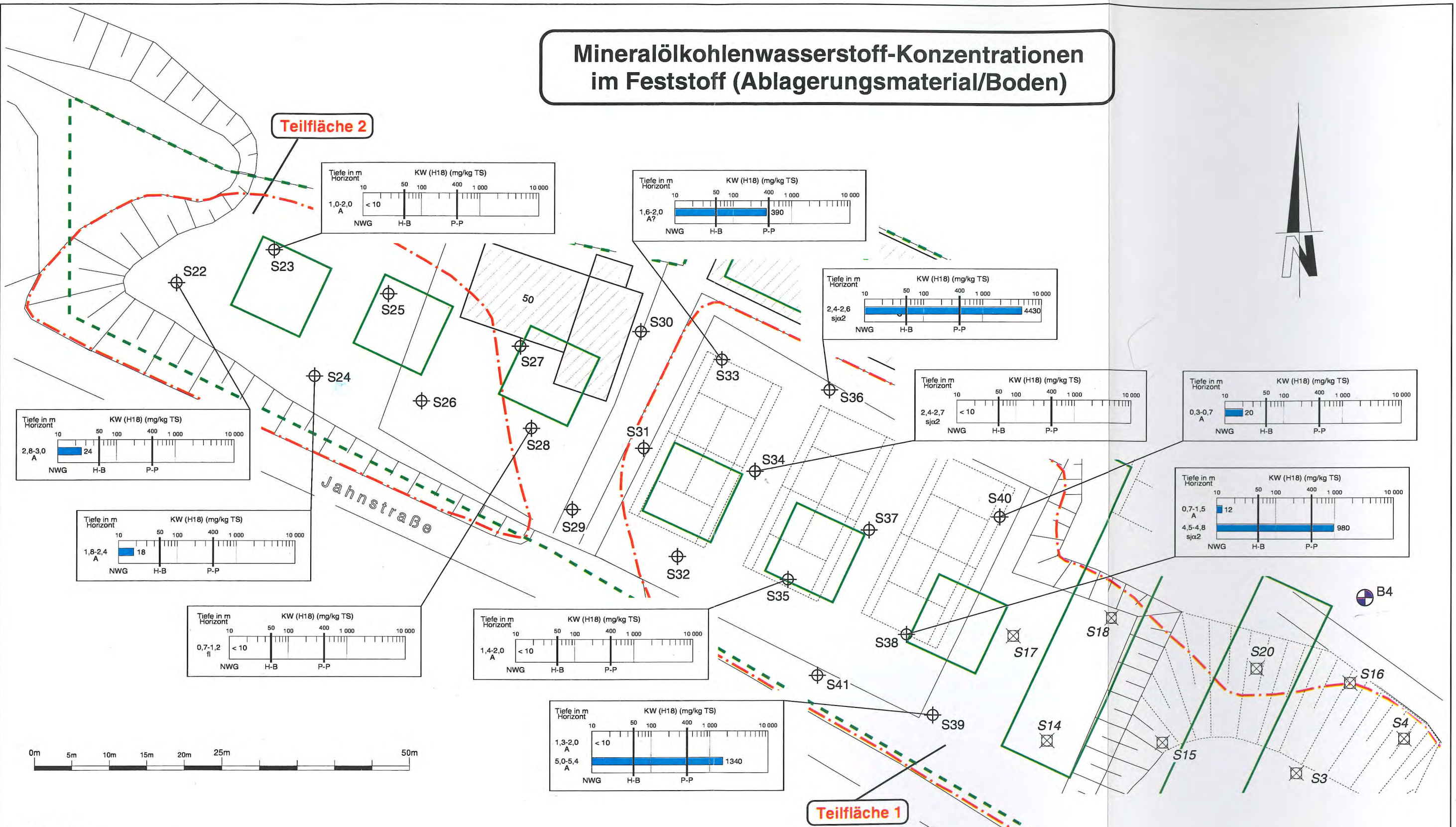
Bearbeiter:	MST/mm
Datum:	09.09.96
Anlage:	7.1

A0296_71

Anlage 7.2

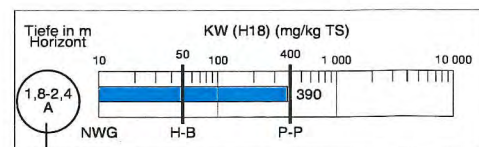
**Mineralölkohlenwasserstoff-Konzentrationen (KW n. DIN 38409 H18)
im Feststoff (Ablagerungsmaterial/Boden)**

Mineralölkohlenwasserstoff-Konzentrationen im Feststoff (Ablagerungsmaterial/Boden)



Legende

- 47 Gebäude, bestehend
- Böschungen
- Bereich mit geplanten Folgenutzungen
- Gebäude
- Begrenzung der Altablagierung
- S34 Rammkernsondierungen (E₁₋₂ '96)
- S15 Rammkernsondierungen (E₀₋₁ '93)
- B4 Grundwassermeßstelle



Probenhorizonte: A
fl
sjα2

Auffüllung: Filderlehme
Schwarzer Jura α2
(Verwitterungszone)

KW (H18) Kohlenwasserstoffe (DIN 38409H18)
NWG Nachweisgrenze
Orientierungswerte VwV UM/SM BaWü, 1993:
H-B Hintergrundwert Boden
P-P Prüfwert Schutzgut Pflanzen

Projekt: A0296, E₁₋₂ "Ob der Halde"

Auftrag.: Stadt Ostfildern

Planbezeichnung:
Lokale Konzentrationsverteilungen
Mineralöl-KW (n. DIN 38409 H18)
im Feststoff
- logarithmierte Darstellung -

Maßstab: 1 : 500



Bearbeiter: MST/mm

Datum: 09.09.96

Anlage: 7.2

A0296_72

Anlage 8

Analysenergebnisse und parameterspezifische Nachweisgrenzen

Anlage 8.1

Bodenluftanalytik

**Bodenluftproben von INGEO - Kirchentellinsfurt, Projekt A0296**alle Konzentrationsangaben in mg/m^3 Vol %

Probenbezeichnung	S22	S25	S31
Teufe (m)	2,5	2,0	2,5
Analysen-Nr.	9606056	9606058	9606059

Permanentgase:

Kohlendioxid	3,7	2,2	<0,1
Sauerstoff	18,8	19,5	20,9
Stickstoff	77,1	77,8	79,6
Methan	<0,1	<0,1	<0,1

Probenbezeichnung	S33	S38
Teufe (m)	2,5	2,0
Analysen-Nr.	9608005	96006064

Permanentgase:

Kohlendioxid	0,3	<0,1
Sauerstoff	20,4	20,8
Stickstoff	79,1	79,2
Methan	<0,1	<0,1

**Bodenluftproben von INGEO - Kirchentellinsfurt, Projekt A0296**alle Konzentrationsangaben in mg/m³

Probenbezeichnung	S23	S25	S31	S32
Teufe (m)	2,5	2,0	2,5	2,5
Analysen-Nr.	9606057	9606058	9606059	9606060

LHKW:

Dichlormethan	-	n.n.	-	-
Chloroform	-	n.n.	-	-
1,1,1-Trichlorethan	-	n.n.	-	-
Tetrachlormethan	-	n.n.	-	-
Trichlorethen	-	n.n.	-	-
Tetrachlorethen	-	n.n.	-	-

AKW:

Benzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)
Toluol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)
Ethylbenzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)
m/p-Xylol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)
o-Xylol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)

Probenbezeichnung	S33	S34	S36	S38
Teufe (m)	2,5	2,5	2,5	2,0
Analysen-Nr.	9606061	9606062	9606063	9606064

LHKW:

Dichlormethan	n.n.	n.n.	-	n.n. (<0,1)
Chloroform	n.n.	n.n.	-	n.n. (<0,01)
1,1,1-Trichlorethan	n.n.	n.n.	-	n.n. (<0,01)
Tetrachlormethan	n.n.	n.n.	-	n.n. (<0,01)
Trichlorethen	n.n.	n.n.	-	n.n. (<0,01)
Tetrachlorethen	n.n.	n.n.	-	n.n. (<0,01)

**Bodenluftproben von INGEO - Kirchentellinsfurt, Projekt A0296**alle Konzentrationsangaben in mg/m³

Probenbezeichnung	S33	S34	S36	S38
Teufe (m)	2,5	2,5	2,5	2,0
Analysen-Nr.	9606061	9606062	9606063	9606064

AKW:

Benzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)
Toluol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)
Ethylbenzol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)
m/p-Xylol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)
o-Xylol	n.n.	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)

Probenbezeichnung	S39	S40
Teufe (m)	3,0	2,0
Analysen-Nr.	9606065	9606066

AKW:

Benzol	n.n.	n.n. (<0,05)
Toluol	n.n.	n.n. (<0,05)
Ethylbenzol	n.n.	n.n. (<0,05)
m/p-Xylol	n.n.	n.n. (<0,05)
o-Xylol	n.n.	n.n. (<0,05)

Anlage 8.2

Feststoffanalytik

**Bodenproben von INGEO - Kirchentellinsfurt, Projekt A0296**

alle Konzentrationsangaben in mg/kg

Probenbezeichnung	S22	S23	S24	S2 5 7
Teufe (m)	2,8-3,0	1,0-2,0	1,8-2,4	1,0-1,9
Analysen-Nr.	9606067	9606068	9606069	9606070

Blei	42	22	32	18
Cadmium	0,1	<0,1	0,1	<0,1
Chrom ges.	25	31	26	31
Kupfer	17	19	17	15
Nickel	27	29	24	24
Quecksilber	0,04	0,04	0,05	0,02
Zink	57	49	56	41

Mineralöl	24	<10	18	-
-----------	----	-----	----	---

LHKW:

Dichlormethan	-	-	n.n.	-
Chloroform	-	-	n.n.	-
1,1,1-Trichlorethan	-	-	n.n.	-
Tetrachlormethan	-	-	n.n.	-
Trichlorethen	-	-	n.n.	-
Tetrachlorethen	-	-	n.n.	-

Probenbezeichnung	S28	S29	S31	S31
Teufe (m)	0,7-1,2	1,0-2,0	1,5-2,0	3,4-4,0
Analysen-Nr.	9606071	9606072	9606073	9606074

Blei	-	22	16	-
Cadmium	-	<0,1	<0,1	-
Chrom ges.	-	35	38	-
Kupfer	-	15	17	-
Nickel	-	21	24	-
Quecksilber	-	0,02	0,02	-
Zink	-	30	36	-

Mineralöl	<10	-	-	-
-----------	-----	---	---	---

AKW:

Benzol	-	-	-	n.n. (<0,05)
Toluol	-	-	-	n.n. (<0,05)
Ethylbenzol	-	-	-	n.n. (<0,05)
m/p-Xylol	-	-	-	n.n. (<0,05)
o-Xylol	-	-	-	n.n. (<0,05)

**Bodenproben von INGEO - Kirchentellinsfurt, Projekt A0296**

alle Konzentrationsangaben in mg/kg

Probenbezeichnung	S33	S33	S34	S35
Teufe (m)	0,5-1,0	1,6-2,0	2,4-2,7	1,4-2,0
Analysen-Nr.	9606075	9606076	9606077	9606078

Blei	20	-	-	14
Cadmium	<0,1	-	-	<0,1
Chrom ges.	35	-	-	36
Kupfer	17	-	-	17
Nickel	31	-	-	32
Quecksilber	0,03	-	-	0,02
Zink	41	-	-	41

Mineralöl	-	390	<10	<10
-----------	---	-----	-----	-----

LHKW:

Dichlormethan	-	n.n.	-	-
Chloroform	-	n.n.	-	-
1,1,1-Trichlorethan	-	n.n.	-	-
Tetrachlormethan	-	n.n.	-	-
Trichlorethen	-	n.n.	-	-
Tetrachlorethen	-	n.n.	-	-

AKW:

Benzol	-	n.n.	-	-
Toluol	-	n.n.	-	-
Ethylbenzol	-	n.n.	-	-
m/p-Xylol	-	n.n.	-	-
o-Xylol	-	n.n.	-	-

Probenbezeichnung	S35	S36	S38	S38
Teufe (m)	0,5-1,0	2,4-2,6	0,7-1,5	4,5-4,8
Analysen-Nr.	9606079	9606080	9606081	9606082

Blei	22	-	17	-
Cadmium	<0,1	-	<0,1	-
Chrom ges.	37	-	10	-
Kupfer	20	-	17	-
Nickel	34	-	19	-
Quecksilber	0,10	-	0,04	-
Zink	55	-	95	-
Mineralöl	-	-	12	980

**Bodenproben von INGEO - Kirchentellinsfurt, Projekt A0296**

alle Konzentrationsangaben in mg/kg

Probenbezeichnung	S35	S36	S38	S38
Teufe (m)	0,5-1,0	2,4-2,6	0,7-1,5	4,5-4,8
Analysen-Nr.	9606079	9606080	9606081	9606082

LHKW:

Dichlormethan	-	n.n.	-	n.n. (<0,01)
Chloroform	-	n.n.	-	n.n. (<0,01)
1,1,1-Trichlorethan	-	n.n.	-	n.n. (<0,01)
Tetrachlormethan	-	n.n.	-	n.n. (<0,01)
Trichlorethen	-	n.n.	-	n.n. (<0,01)
Tetrachlorethen	-	n.n.	-	n.n. (<0,01)

AKW:

Benzol	-	0,05	-	n.n. (<0,05)
Toluol	-	0,10	-	n.n. (<0,05)
Ethylbenzol	-	n.n.	-	n.n. (<0,05)
m/p-Xylol	-	n.n.	-	n.n. (<0,05)
o-Xylol	-	n.n.	-	n.n. (<0,05)

Probenbezeichnung	S39	S39	S40	S40
Teufe (m)	1,3-2,0	5,0-5,5	0,2-0,7	1,6-2,0
Analysen-Nr.	9606083	9606084	9606085	9606086

Blei	17	-	15	19
Cadmium	<0,1	-	<0,1	<0,1
Chrom ges.	37	-	39	43
Kupfer	22	-	19	24
Nickel	35	-	30	33
Quecksilber	0,03	-	0,04	0,03
Zink	42	-	50	35
Mineralöl	<10	1340	20	-

**Bodenproben von INGEO - Kirchentellinsfurt, Projekt A0296**

alle Konzentrationsangaben in mg/kg

Probenbezeichnung	S39	S39	S40	S40
Teufe (m)	1,3-2,0	5,0-5,5	0,2-0,7	1,6-2,0
Analysen-Nr.	9606083	9606084	9606085	9606086

AKW:

Benzol	-	0,05	-	-
Toluol	-	0,06	-	-
Ethylbenzol	-	n.n.	-	-
m/p-Xylol	-	n.n.	-	-
o-Xylol	-	n.n.	-	-

Probenbezeichnung	OF1	OF2	OF3
Teufe (m)	-	-	-
Analysen-Nr.	9606087	9606088	9606089

Arsen	11,4	19,4	14,1
Blei	29	299	30
Cadmium	0,2	0,2	0,4
Chrom ges.	30	37	45
Kupfer	19	35	26
Nickel	28	44	34
Quecksilber	0,05	0,04	0,05
Thallium	n.n.	n.n.	n.n. (<0,5)
Zink	79	122	101

**Bodenproben von INGEO - Kirchentellinsfurt, Projekt A0296**

alle Konzentrationsangaben in mg/kg

Probenbezeichnung	S33	S38
Teufe (m)	1,6-2,0	4,5-4,8
Analysen-Nr.	9606076	9606082

PAK nach EPA:

Naphtalin	<0,10	<0,10
Acenaphten	<0,10	<0,10
Fluoren	<0,10	<0,10
Phenanthren	<0,01	0,035
Anthracen	<0,01	<0,01
Fluoranthen	0,065	0,080
Pyren	0,060	0,050
Benzo-(a)-anthracen	0,060	0,010
Chyrsen	0,065	0,010
Benzo-(b)-fluoranthen	0,030	<0,01
Benzo-(k)-fluoranthen	0,030	<0,01
Benzo-(a)-Pyren	<0,01	<0,01
Indeno-(1,2,3-cd)-Pyren	<0,01	<0,01
Dibenzo-(a,h)-anthracen	<0,01	<0,01
Benzo-(ghi)-Perylen	<0,01	<0,01

Anlage 8.3

Eluatanalytik



Nachproben (Eluat) von INGEO - Kirchentellinsfurt, Projekt A0296
alle Konzentrationsangaben in mg/l

Probenbezeichnung	S33	S36	S38
Teufe (m)	1,6-2,0	2,4-2,6	4,5-4,8
Probeneingang	22.7.96	22.7.96	22.7.96
Analysen-Nr.	9606076E	9606080E	9606082E

Benzol	-	n.n. (<0,01)	-
Toluol	-	n.n. (<0,01)	-
Ethylbenzol	-	n.n. (<0,01)	-
m/p-Xylol	-	n.n. (<0,01)	-
o-Xylol	-	n.n. (<0,01)	-
Mineralöl (DEV-H18)	n.n.	n.n.	n.n. (<0,05)
Blei	-	-	-

Probenbezeichnung	S39	OF2
Teufe (m)	5,0-5,5	0-0,1
Probeneingang	22.7.96	22.7.96
Analysen-Nr.	9606084E	9606088E

Benzol	n.n. (<0,01)	-
Toluol	n.n. (<0,01)	-
Ethylbenzol	n.n. (<0,01)	-
m/p-Xylol	n.n. (<0,01)	-
o-Xylol	n.n. (<0,01)	-
Mineralöl (DEV-H18)	n.n. (<0,05)	-
Blei	-	0,01

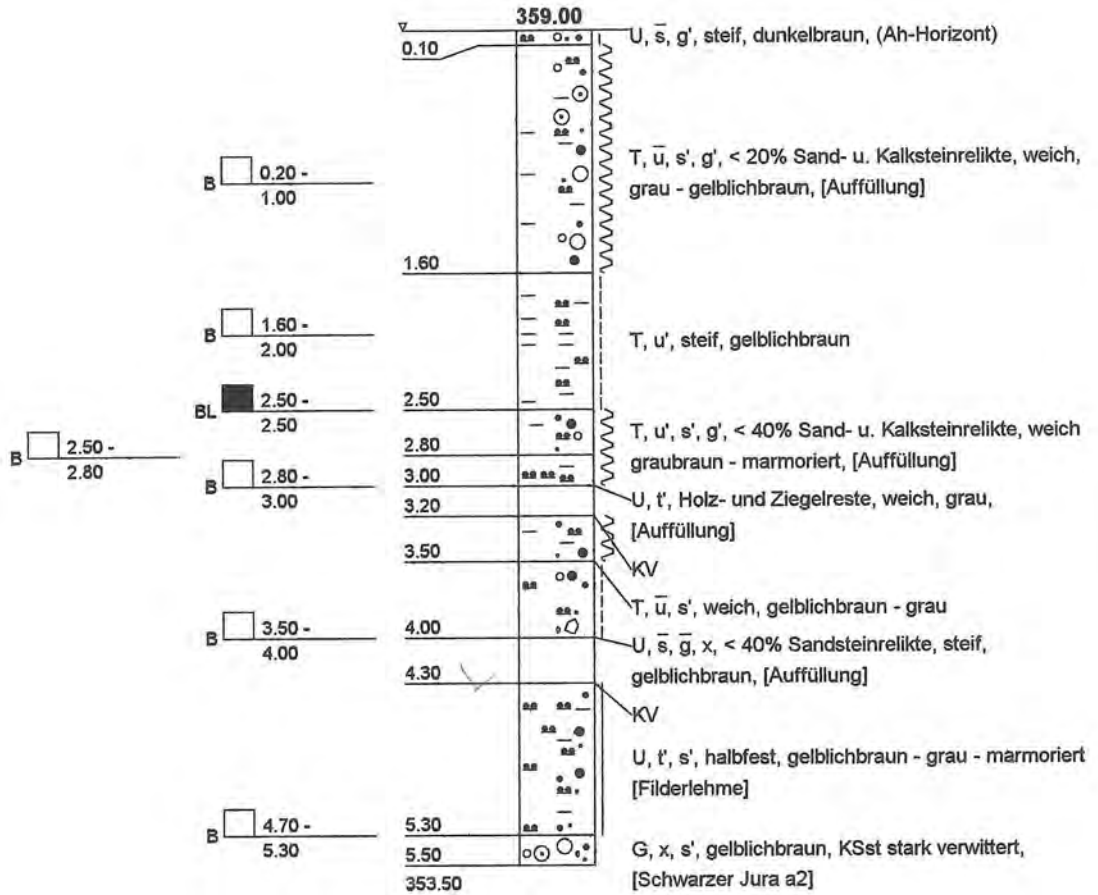
Probenbezeichnung	S36 (Boden)
Teufe (m)	2,4-2,6
Probeneingang	22.7.96
Analysen-Nr.	9606080


Mineralöl (DEV-H18) 4 430 mg/kg

Anlage 9

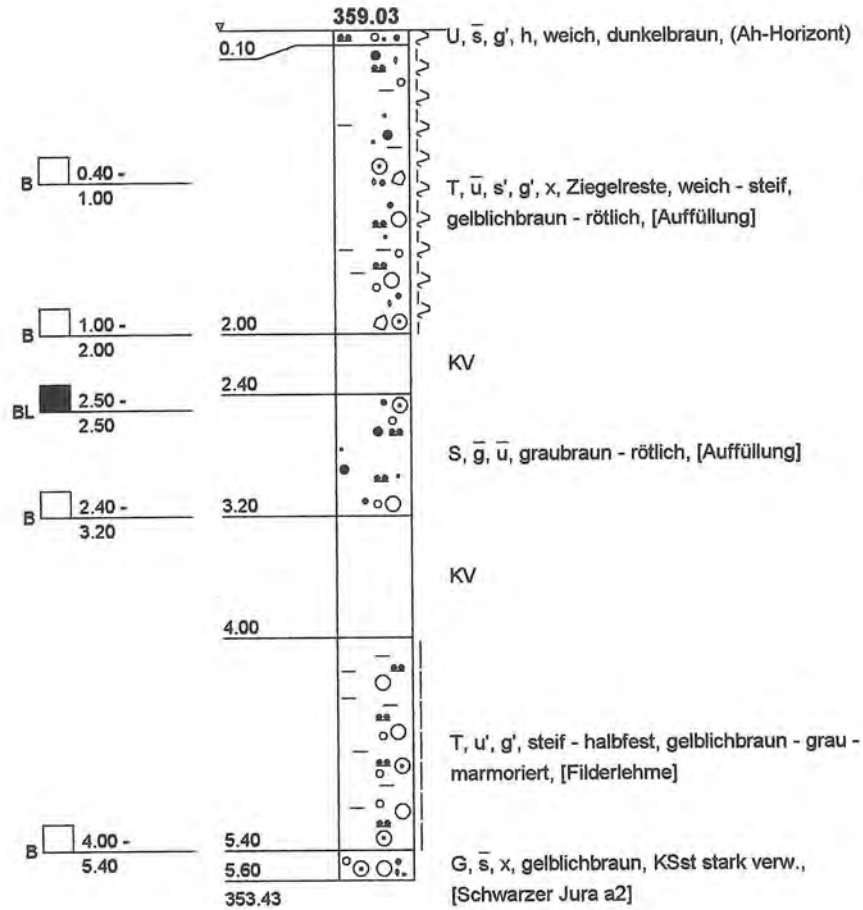
Sondierprofile nach DIN 4022/4023

S 22



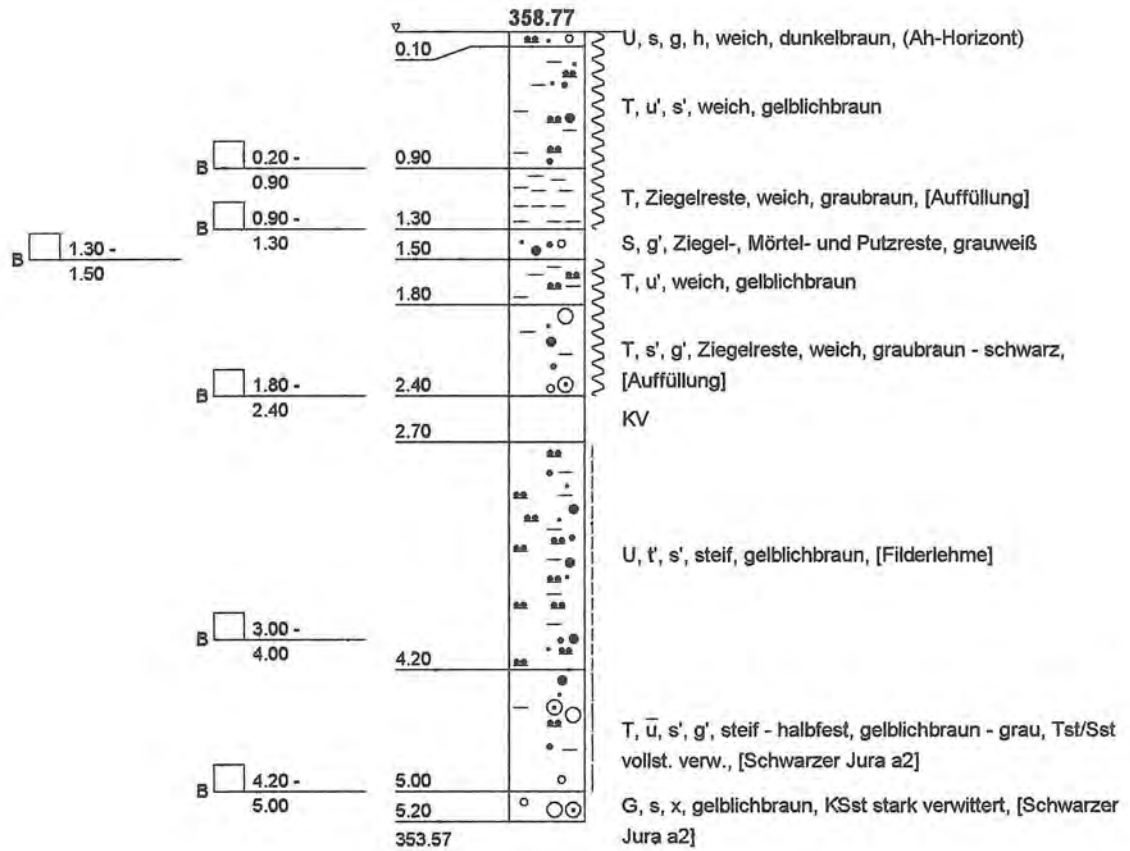
Projekt: A0296	 <p>Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie</p>
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
Maßstab: 1 : 50	Anlage: 9


S23



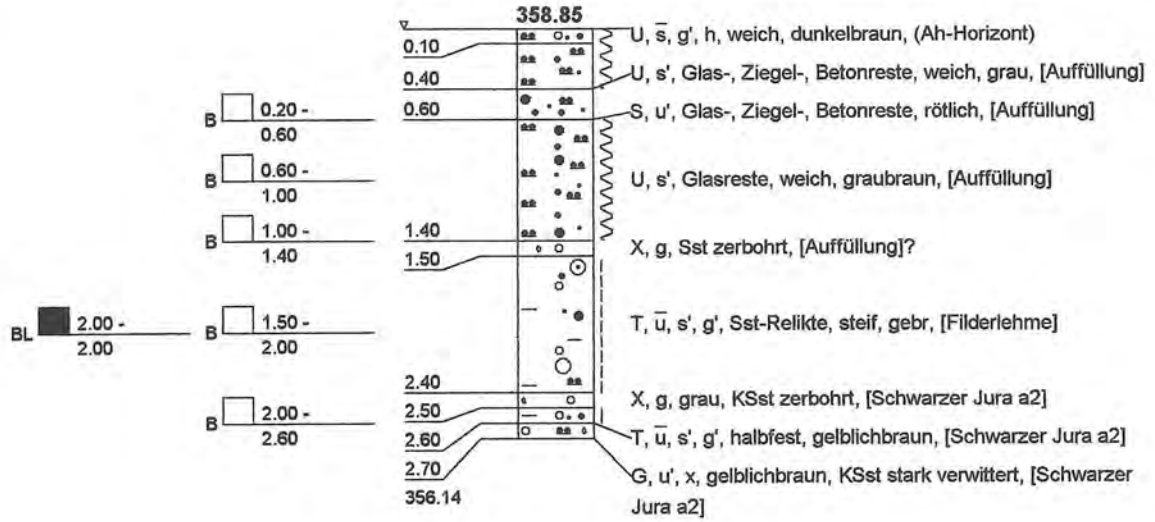
Projekt: A0296	 Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 24



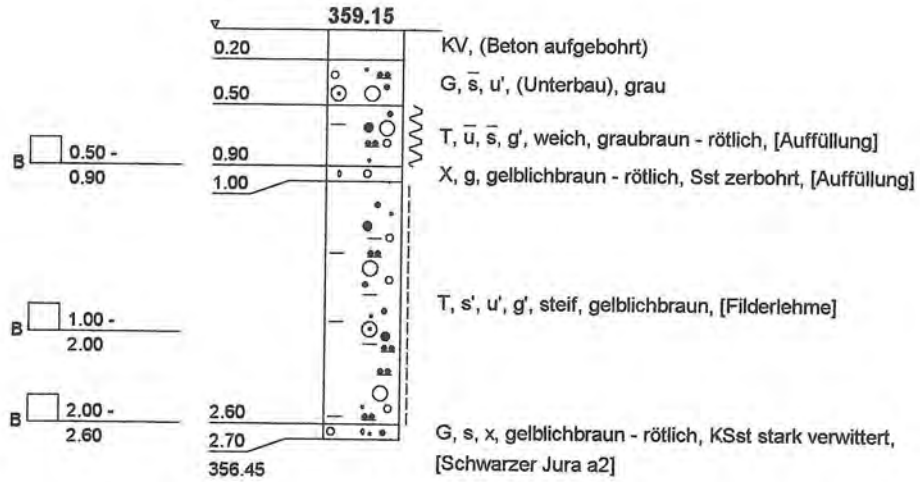
Projekt: A0296	 <small>Dipl.-Geol. Michael Mayle</small> <small>Geotechnik</small> <small>Alltasten</small> <small>Hydrogeologie</small>
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 25



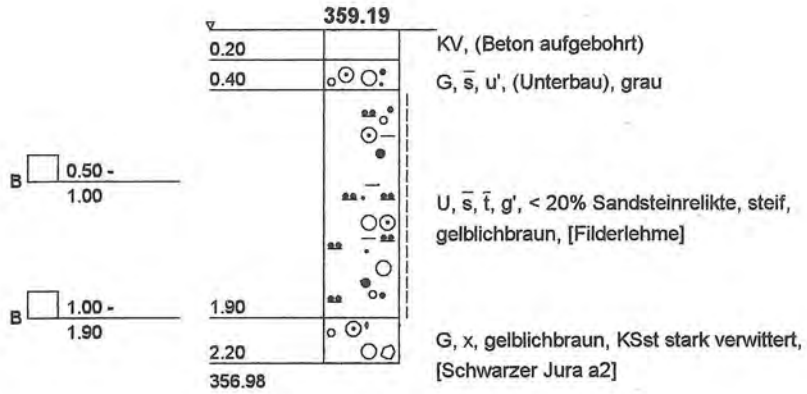
Projekt: A0296	 <p>Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie</p>
Auftrag: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	
	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 26



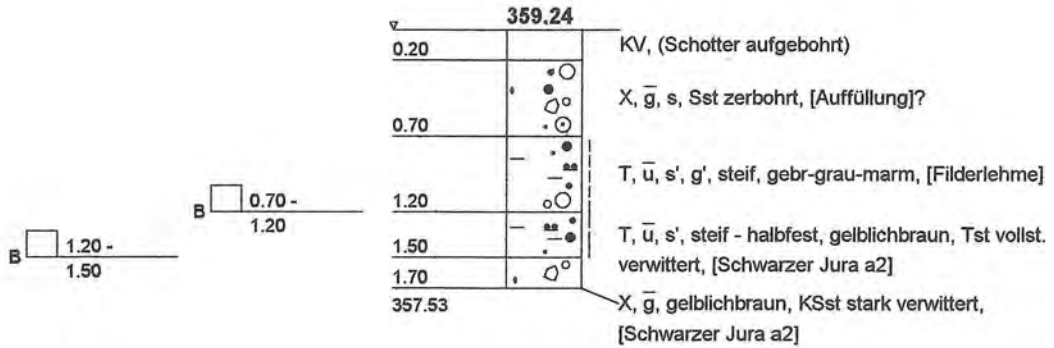
Projekt: A0296	 Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	
	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 27



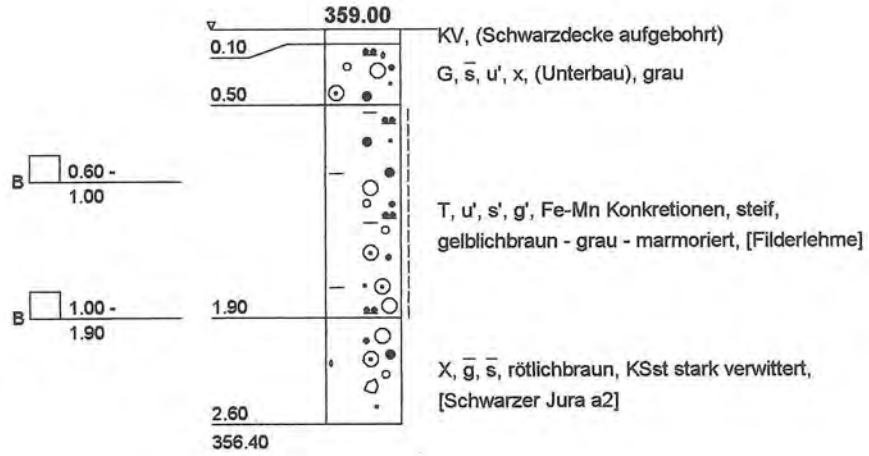
Projekt: A0296	 <small>Dipl.-Geol. Michael Mayle</small> <small>Geotechnik</small> <small>Alllasten</small> <small>Hydrogeologie</small>
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
Maßstab: 1 : 50	Anlage: 9


S 28



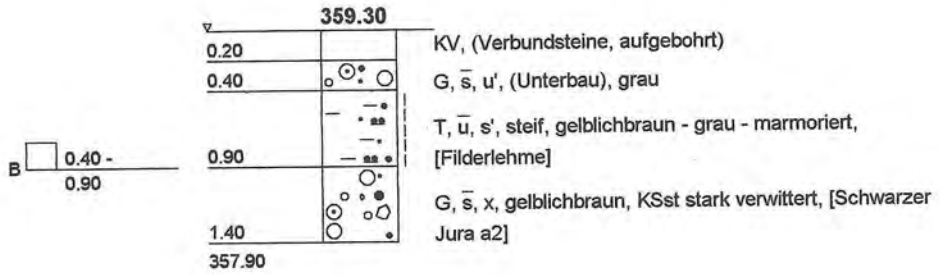
Projekt: A0296	 <small>Dipl.-Geol. Michael Mayle</small> Geotechnik Altlasten Hydrogeologie
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 29



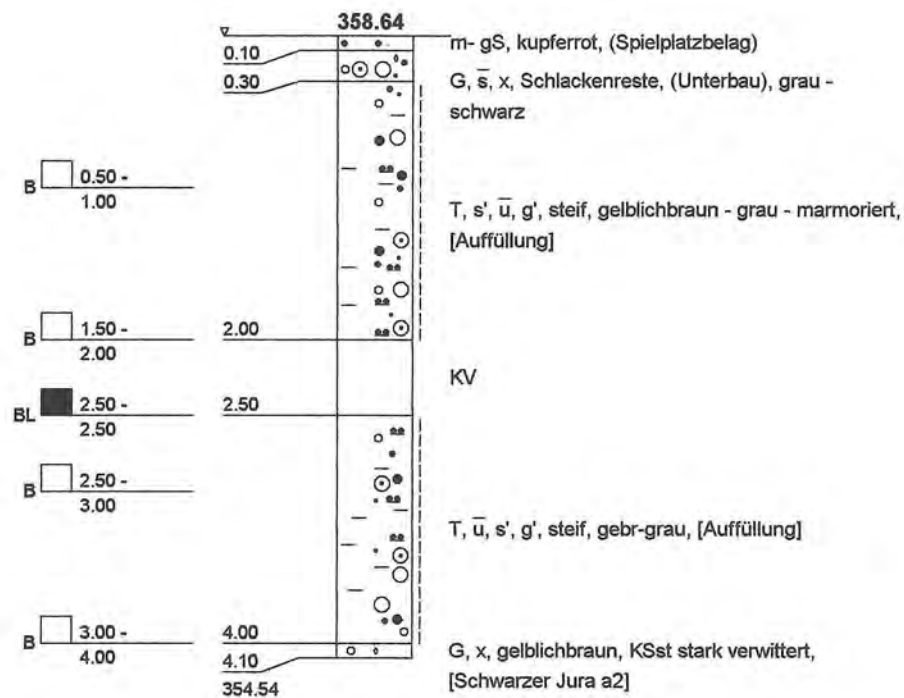
Projekt: A0296	 <small>Dipl.-Geol. Michael Mayle</small> <small>Geotechnik</small> <small>Altlasten</small> <small>Hydrogeologie</small>
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9

S 30



Projekt: A0296	 <small>Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie</small>
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
Maßstab: 1 : 50	Anlage: 9

S 31



Projekt: A0296

Auftrag.: Stadt Ostfildern

Planbez.: Profil nach DIN 4023

Maßstab: 1 : 50

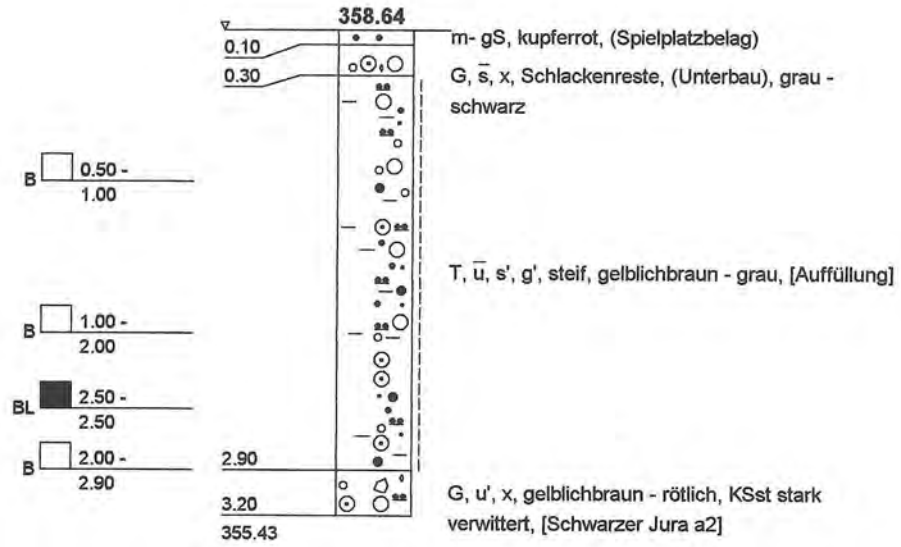



Bearbeiter: mm

Datum: 27.08.96

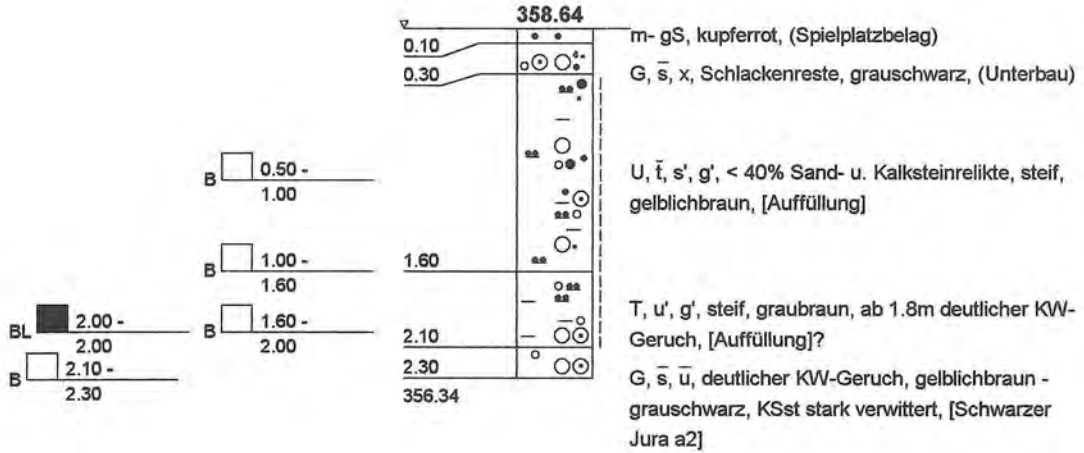
Anlage: 9


S 32



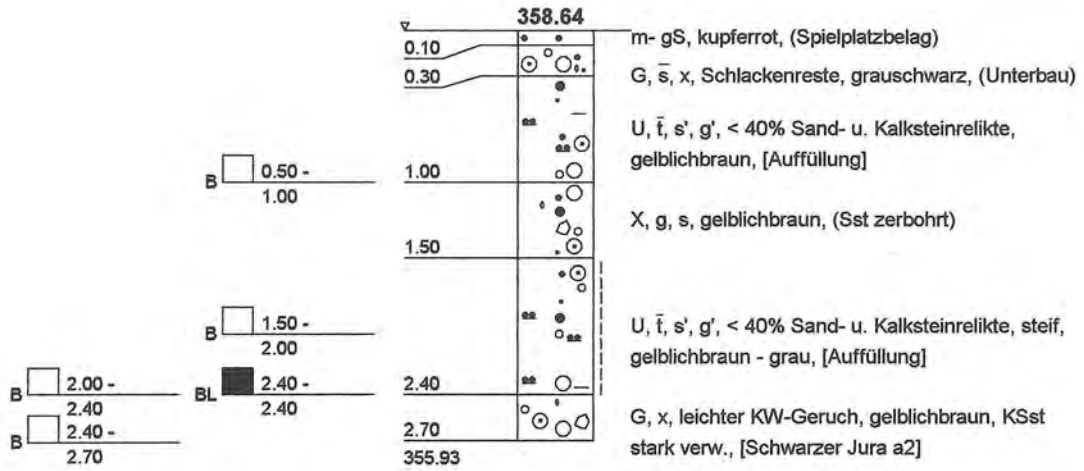
Projekt: A0296	 <p>INGEO Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie</p>
Auftrag: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	
	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 33



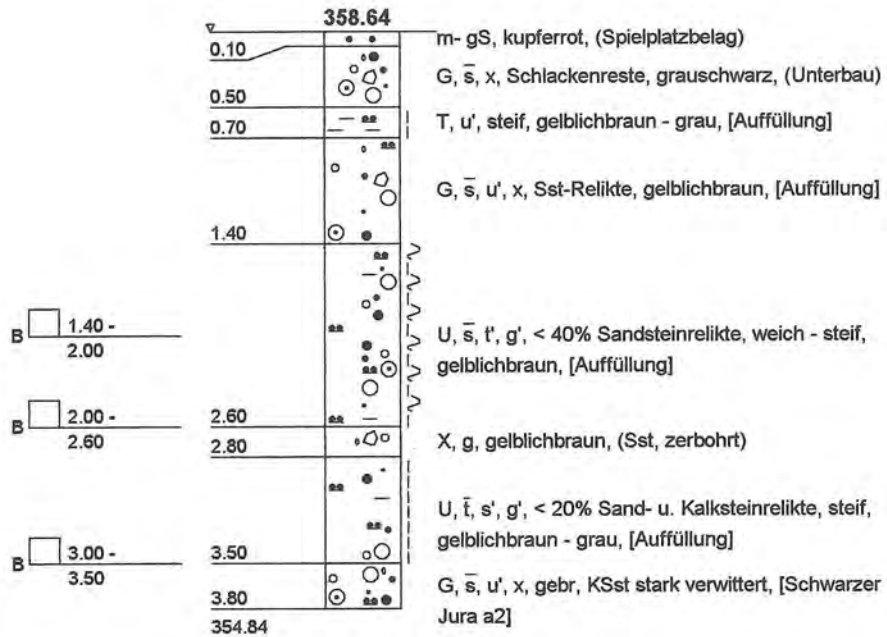
Projekt: A0296	 <small>Dipl.-Geol. Michael Mayle</small> <small>Geotechnik</small> <small>Altlasten</small> <small>Hydrogeologie</small>
Auftrag: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 34



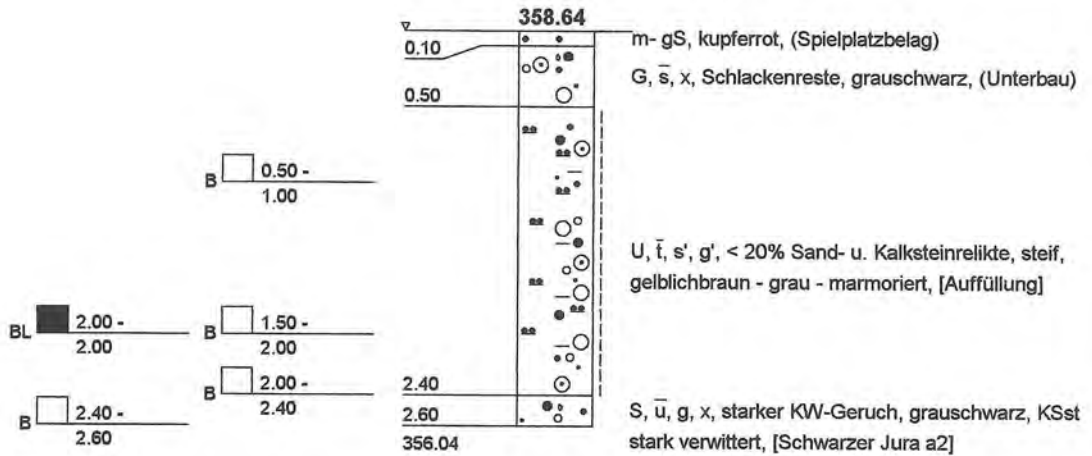
Projekt: A0296	 <p>INGEO Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie</p>
Auftrag: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	
	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 35



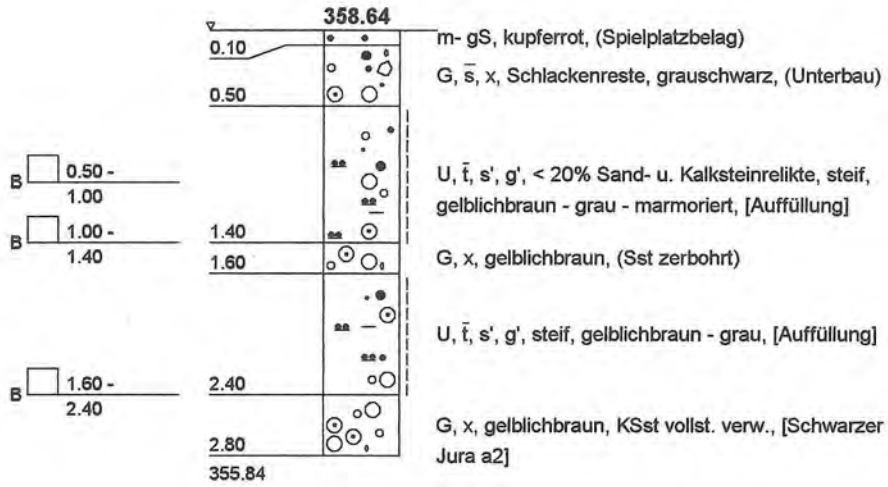
Projekt: A0296	 Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie
Auftrag: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 36



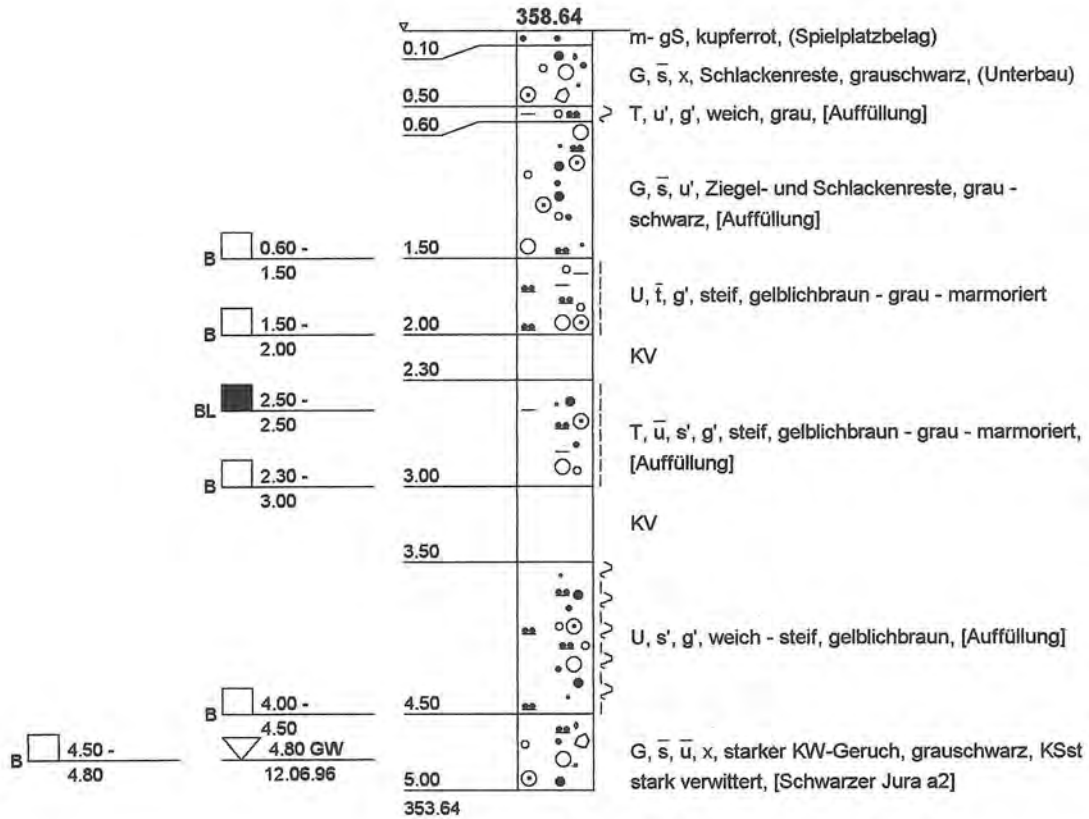
Projekt: A0296	 <p>INGEO Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie</p>
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 37



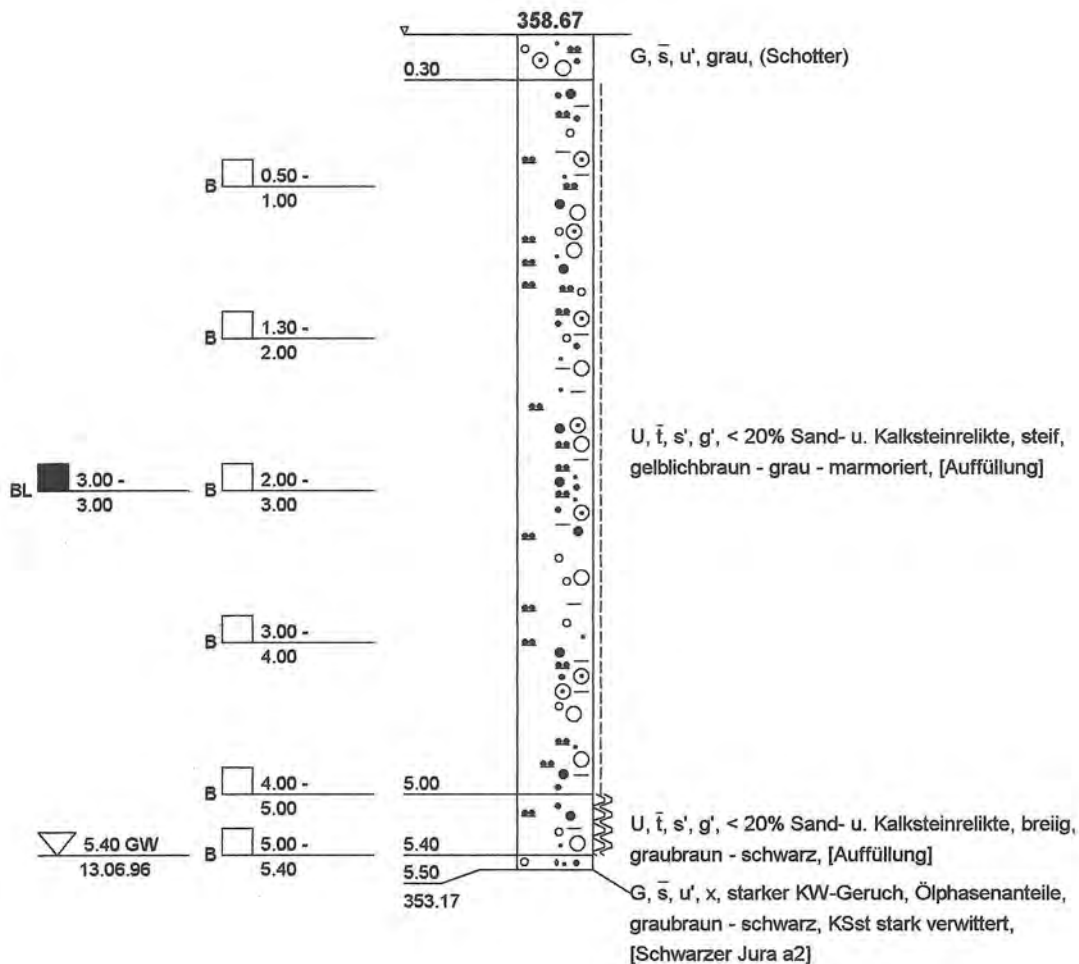
Projekt: A0296	 Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Atlanten Hydrogeologie
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 38



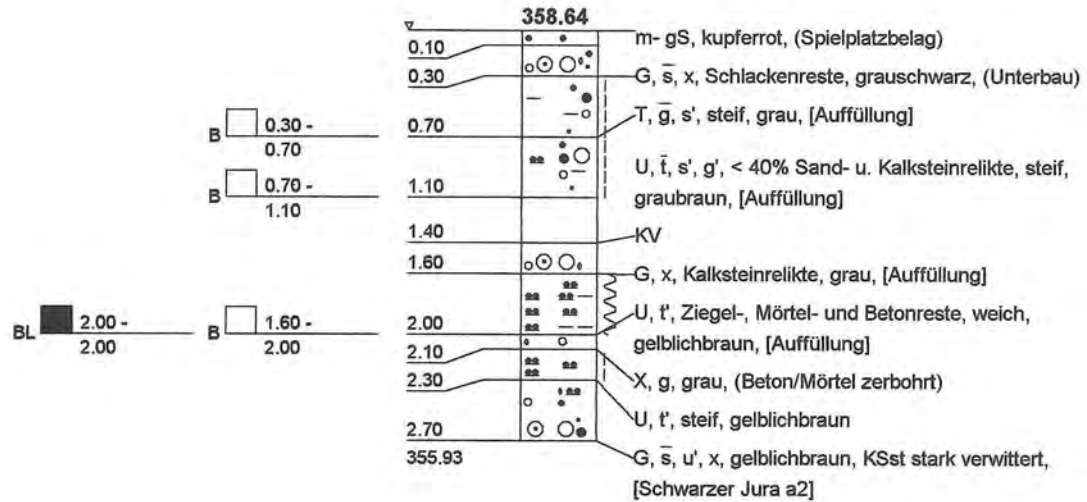
Projekt: A0296	 <p>Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie</p>
Auftrag: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	
	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 39



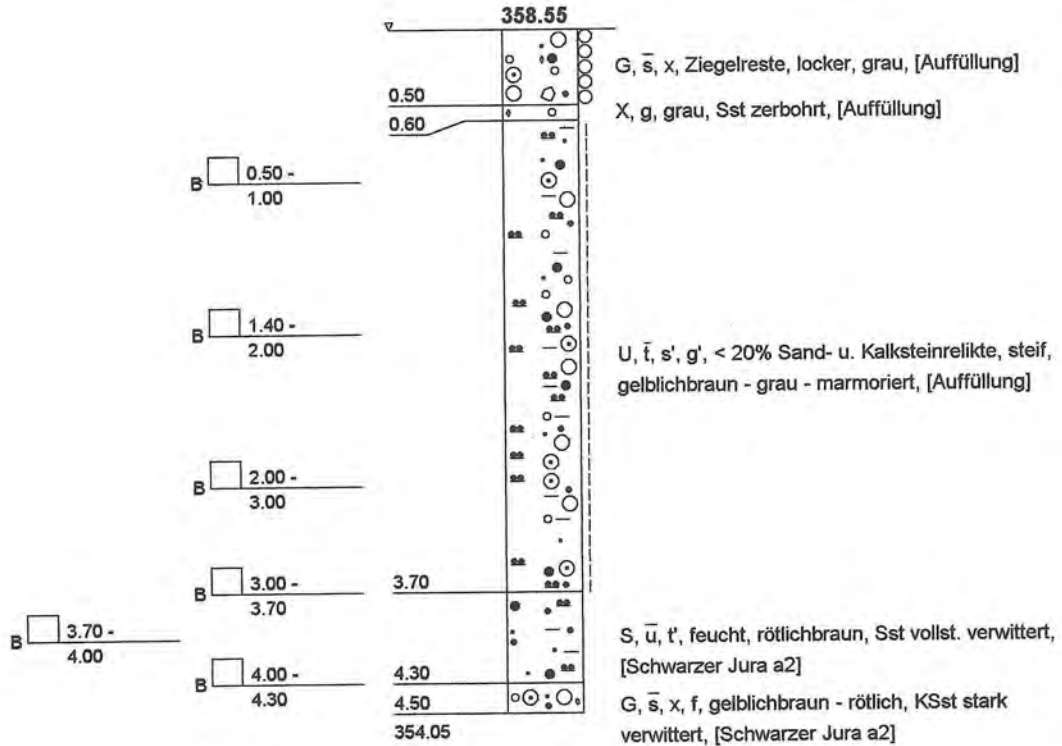
Projekt: A0296	 Dipl.-Geol. Michael Mayle Geotechnik Altlasten Hydrogeologie
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9


S 40



Projekt: A0296	 <small>Dipl.-Geol. Michael Mayle</small> <small>Geotechnik</small> <small>Altlasten</small> <small>Hydrogeologie</small>
Auftrag: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
Maßstab: 1 : 50	Anlage: 9

S 41



Projekt: A0296	 <p>Dipl.-Geol. Michael Mayb Geotechnik Altlasten Hydrogeologie</p>
Auftrag.: Stadt Ostfildern	
Planbez.: Profil nach DIN 4023	
Maßstab: 1 : 50	Bearbeiter: mm
	Datum: 27.08.96
	Anlage: 9