ORIENTIERENDE ERKUNDUNG

Kasernengelände Jena-Zwätzen

Reg-Nr. 06 Gera 049

Auftraggeber :

Stadtverwaltung Jena
Stadtentwicklungsamt
Tatzendpromenade 2
O-6900 JENA

Gutachter:

Ingenieurgemeinschaft für Umweltanalytik
Ingenieurberatungsbüro A. Szabady
Ingenieurbüro J. Fuchs
Gustav-Freytag-Straße 7
O-6900 Jena
Tel./Fax: (03641) 335887

Stand:

März 1993

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS 1

1. Veranlassung 4
Topographische Karte 1 : 50.000 6

2. Allgemeine Situation 7

3. Ausgeführte Arbeiten 8
Lageplan mit Sondierungen und Pegelbohrungen 10

4. Topographische Lage, Höhe und Morphologie 11
Morphologie des Untersuchungsgebietes 1:5.000 12
Morphologie des Untersuchungsgebietes 1:1.600 13

5. Geologisch-Hydrogeologische Situation 14

5.1. Regionalgeol. Position des Untersuchungsgebietes ... 14
Geologische Karte Maßstab 1 : 5.000 15

5.2. Allgem. geol. Situation im Untersuchungsgebiet 16
5.2.1. Lockergesteinsdecke 16
5.2.2. Festgesteinssockel 18

5.3. Spezielle geolologische Situation im WGT-Gelände ... 23
5.3.1. Bereits Vorhandene Gutachten 23
Geologische Karte 1:1.600 25
5.3.2. Eigene Untersuchungen 26
5.3.2.1. Verbreitung der anstehenden Gesteine 26
Geologischer Schnitt I 28
Geologischer Schnitt II 29
5.3.2.2. Petrographie der anstehenden Gesteine 30
5.3.2.2.1. Lockergesteine 30
5.3.2.2.1.1. Auffüllung 30
5.3.2.2.1.2. Auelehm 34
5.3.2.2.1.3. Altwassersedimente und Flußsande 35
5.3.2.2.1.4. Saalekiese - Niederterrassenschotter der Saale 36
5.3.2.2.1.5. Muschelkalkhangschutt 37
5.3.2.2.2. Festgestein im Untersuchungsgebiet 38

5.4. Hydrogeologische Situation 39

5.5. Hydrodynamik 42
Karte Hydrodynamik im Untersuchungsgebiet 1:5.000 .. 44
Karte Hydrodynamik im Untersuchungsgebiet 1:1.600 .. 45

5.6. Hydrochemische Verhältnisse 46

5.7. Trinkwasserschutzzonen 49
Karte Altbrunnen und Trinkwasserschutzzonen im
weiteren Untersuchungsgebiet M: 1:5.000 50

6. Laboranalytik 51

6.1. Untersuchungsparameter 51
6.1.1. Kohlenwasserstoffe 51
6.1.2. Polycyclische arom. Kohlenwasserstoffe 53
6.1.3. Polychlorierte Biphenyle 53
6.1.4. Leichtflüchtige arom. Kohlenwasserstoffe 54
6.1.5. Leichtfl. halogenierte Kohlenwasserstoffe ... 54
6.1.6. Schwermetalle 56
6.1.3. Wasseranalytik 57

6.2. Bewertungsmaßstäbe 58

6.3. Auswertung der Laboranalytik 60
Lageplan mit Gliederung der Untersuchungsbereiche .. 61
6.3.1. Laborergebnisse Bereich A 62
Diagramm KW-Belastungen Bereich A 63
6.3.3. Laborergebnisse Bereich B 64
Diagramm KW-Belastungen Bereich B 65
6.3.3. Laborergebnisse Bereich C 66
Diagramm KW-Belastungen Bereich C 68
6.3.4. Laborergebnisse Bereich D 69
Diagramm KW-Belastungen Bereich D 70
6.3.5. Laborergebnisse Bereich E 71
Diagramm KW-Belastungen Bereich E 72
6.3.6. Laborergebnisse Bereich F 73
Diagramm KW-Belastungen Bereich F 74
6.3.6. Laborergebnisse Bereich G 75
Diagramm KW-Belastungen Bereich G 76
Lageplan mit Mineralölkontaminationen 77
Lageplan mit CKW-Kontaminationen 78

6.4. Wasseranalytik 79
6.4.1. Ergebnisse Einzelparameter 79
6.4.1.1. Färbung, Trübung, Geruch 79
6.4.1.2. Temperatur 79
6.4.1.3. pH-Wert 79
6.4.1.4. Leitfähigkeit 80
6.4.1.5. Sulfat 80
6.4.1.6. Chlorid 81
6.4.1.7. Nitrat und Ammonium 81
6.4.1.8. Nitrit 82
6.4.1.9. Phosphor 83
6.4.1.10. Calzium, Magnesium 83
6.4.1.11. Kalium und Natrium 84
6.4.1.12. Eisen und Mangan 84
6.4.1.13. Schwermetalle 85
6.4.1.14. Bor 86
6.4.1.15. Kohlenwasserstoffe (Mineralöl) 86
6.4.1.16. Polyzyklische Arom. Kohlenwasserstoffe ... 88
6.4.1.17. Leichtflüchtige Halog. Kohlenwaserstoffe . 88
6.4.1.18. Phenol 89
6.4.1.19. Cyanid 89
6.4.1.20. Fluorid 90
6.4.1.21. Anionische Tenside 90
6.4.1.22. Bakteriologische Belastung 90
6.4.2. Zusammenfassung der Wasseranalytik 91
Zusammenfassende Tabelle der Wasseranalytik 95

7. Fazit 96

8. Erste Abschätzung über die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen 98

9. Kostenabschätzung 101

10. Anlagen 103

1. Veranlassung

Die Stadt Jena, Dezernat Bauwesen, Stadtentwicklungsamt, plant im Bereich der ehemaligen Liegenschaften der Westgruppe der sowjetischen Streitkräfte (WGT) eine Wiedernutzbarmachung des Geländes in Form eines gemischten Wohn- und Gewerbegebietes.

Im Auftrag des Bundesvermögensamtes Gera wurde im Sommer 1992 durch die GEOS-Ingenieurbüro-GmbH eine Ermittlung von Altlastenverdachtsflächen (ALFV) auf diesen Liegenschaften durchgeführt. Dabei handelte es sich um eine rein visuelle Aufnahme von Altlastenverdachtsflächen auf dem Gelände, die durch einzelne analytische Untersuchungen, die in augenscheinlich stark verunreinigten Bereichen zur schnellen Gefahrenabwehr nötig waren, ergänzt wurde.

Nach Übernahme der Liegenschaften durch die Stadt Jena erhielt diese die Planungshoheit für das zu untersuchende Gebiet. Vor der Detailplanung möchte sich der AG durch die in Auftrag gegebene orientierende Erkundung einen Überblick über das Gefährdungspotential der visuell festgestellten ALFV verschaffen, um den notwendigen Sanierungsumfang festlegen zu können.

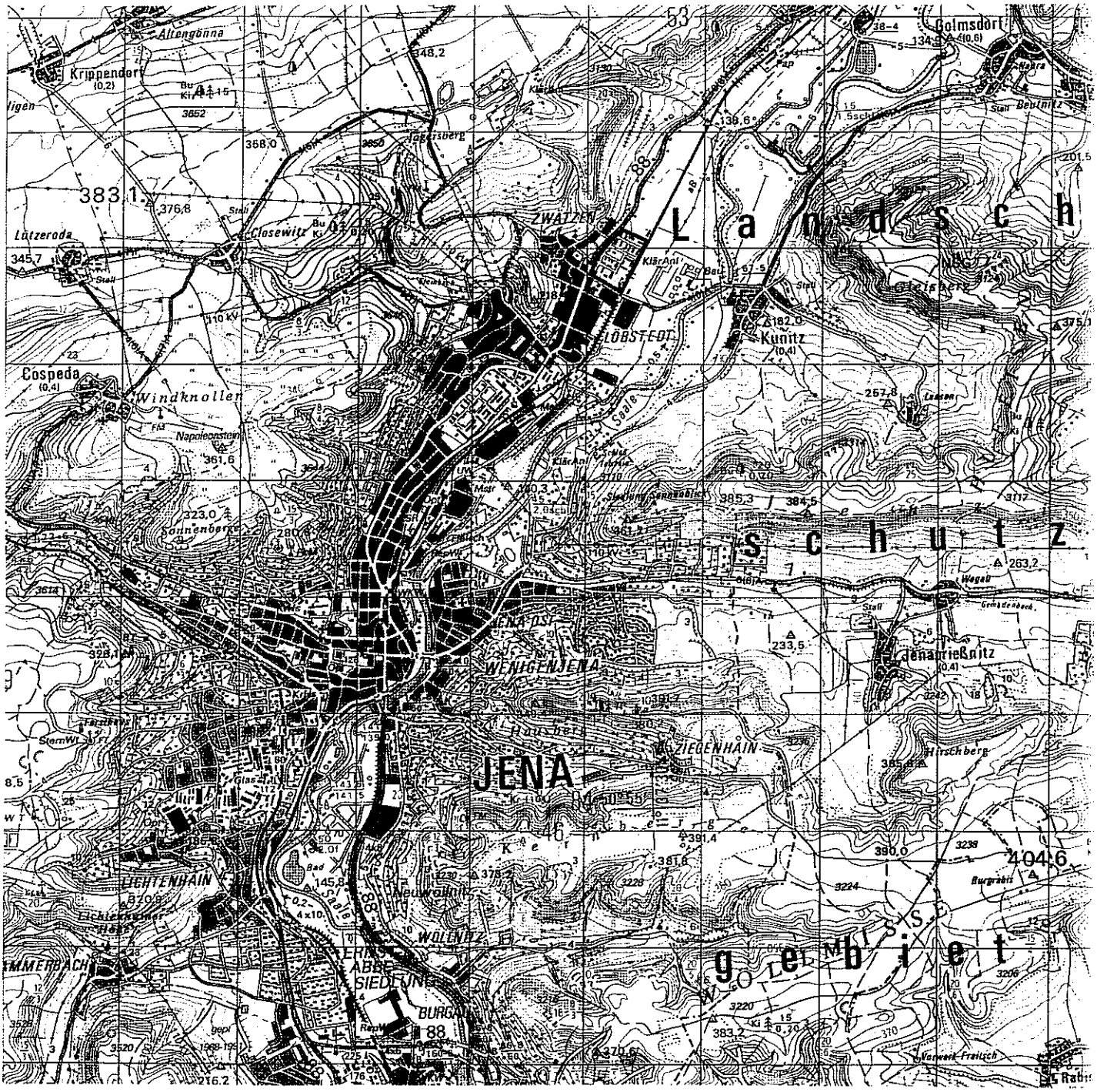
In der ersten Kalenderwoche dieses Jahres erhielt unser Büro den Auftrag von der Stadt Jena, Dezernat Bauwesen, Stadtentwicklungsamt, die notwendigen Untersuchungen auf dem Gelände der Kaserne in Zwätzen Nord in Form einer orientierenden Erkundung auszuführen.

Es wurde durch den AG auf die Untersuchungen und den Bericht der GEOS-Ingenieurbüro-GmbH verwiesen, die die Grundlage für den Ansatz der orientierenden Erkundung incl. Laboranalytik darstellen.

Der südliche Bereich der Liegenschaft (Wohnbereich) wurde nach Absprache mit dem AG nicht umfassend sondern nur stichprobenartig untersucht, da aufgrund der Ergebnisse des Erstgutachtens mit keinen nennenswerten Verunreinigungen in diesem Teil des Geländes zu rechnen ist.

TOPOGRAPHISCHE KARTE

M 1:50.000



2. Allgemeine Situation

Das Untersuchungsgelände befindet sich am nördlichen Ortsausgang von Jena (siehe Topographische Karte 1:50.000).
Die Gesamtfläche der Liegenschaft beträgt 14,20 ha (Angabe aus GEOS-Bericht).

Das Gelände diente von 1936 bis 1992 als militärisches Objekt. Bis 1945 war die deutsche Wehrmacht, ab 1945 die WGT stationiert. Das Gelände wurde überwiegend als Technikstandort von mobilen Einheiten (bis 1945 auch berittene Kompanien) genutzt. Davon zeugt der ausgedehnte Garagenkomplex und mehrerer Reparatur- und Waschrampen für Fahrzeuge.

Im Zuge der historischen Erkundung des Geländes konnte durch Befragung von Ortsansässigen festgestellt werden, daß während der Luftangriffe im April 1945 keine Zerstörungen durch Bomben auf dem Gelände zu verzeichnen waren. Ein bekannt gewordener Flugzeugabsturz auf ehemaliges Wehrmachtsgelände traf nicht diesen Kasernenbereich.

Das zu untersuchende Gelände (Arbeitsbereich mit Werkstätten, Garagen, Tankstelle, Wasch- und Reparaturrampen, Lagerräumen) umfaßt eine Fläche von ca. 135.000 m².

Im Ergebnisbericht der GEOS-Ingenieurbüro-GmbH wurden auf der Fläche insgesamt 22 Altlastverdachtsflächen näher spezifiziert und bezeichnet. (ausgehalten und beschrieben)

3. Ausgeführte Arbeiten

Am 8.1.93 wurde mit zwei Vertretern der Stadt Jena (Frau Nielsen, Stadtentwicklungsamt; Herr Zenner, Umweltamt) eine Begehung vor Ort durchgeführt.

Nach Einholung der Schachtgenehmigungen in der 2. KW, wurden die notwendigen Feldarbeiten vor Ort (Sondierungen niederbringen, Bodenluftabsaugungen, erste Beprobung des Grundwassers) vom 12.1. bis einschließlich 08.02.1993 ausgeführt.

Aufgrund der Spezifizierung von 22 Altlastverdachtsflächen durch die GEOS-Ingenieurbüro GmbH wurden im Gelände durch unser Büro insgesamt 78 Rammkernsondierungen bis in max. Tiefen von 6,0 m ausgeführt.

Die Sondieransatzpunkte befinden sich in den Bereichen,

- die durch das Vorgutachten näher benannt wurden,
- die augenscheinlich die größten Verunreinigungen im Untergrund vermuten lassen,
- die auf einen langjährigen Eintrag von Schadstoffen durch den Umgang mit Kraft- und Schmierstoffen sowie Lösungsmitteln hindeuten,
- die durch ein gestörtes geologisches Profil anhand ihrer morphologischen Veränderungen augenscheinliche Aufschüttungen darstellen bzw. vermuten lassen,
- die stichprobenartig im Bereich der Wohnunterkünfte liegen.

Die Schichtenprofile zu diesen Sondierungen sind im Anhang enthalten.

Weiterhin wurde an 8 Verdachtsflächen Bodenluftentnahmen durchgeführt und eine Analytik auf leichtflüchtige Komponenten im Labor untersucht.

Während der Probenahme erfolgte mittels Photoionisationsdedektor eine grobe Einstufung von Schadstoffkonzentrationen und die Festlegung des Laboranalytikumfanges.

Im Anschluß an diese Feldarbeiten wurden die gewonnen Boden- und Bodenluftproben sowie eine erste GW-Probe in Kühlboxen und speziellen Luftbeuteln ins Labor transportiert, analytisch untersucht und die weitere Vorgehensweise mit dem AG abgestimmt.

Aufgrund der Ergebnisse der Boden- und Bodenluftanalytik wurden im Untersuchungsgebiet 5 GW-Beobachtungspegel, Ausbau PVC-5" bis in 10 m Tiefe abgeteuft und an allen GW-Pegeln Pumpversuche durchgeführt. Die Probenahme des Grundwassers erfolgte zu Beginn und zum Abschluß des jeweiligen Pumpversuches.

Die Auswahl der Parameter erfolgt nach den Richtlinien des Altlastenhandbuches Teil II, Parameterumfang Stufe 1-3.

LEGENDE:

- P... PEGELBOHRUNG 1 – 5
- SONDIERUNG
- Nr. BEZEICHNUNG DER SONDIERUNG
- Nr./Nr. SONDIERUNGEN GEOS INGENIEURBÜRO GmbH
- ALVF/Nr. Nr. d. ALTLASTENVERDACHTSFLÄCHE / Nr. d. SONDIERUNG

INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, O-6900 JENA

BEARBEITER: Gf
GEZEICHNET: Glaschke

OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN
ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG

ZEICHNUNG: LAGE DER SONDIERUNGEN UND PEGELBOHRUNGEN

MASSTAB: 1:1600
DATUM: 03./93
BL.-NR.: SEITE 10

4. Topographische Lage, Höhe und Morphologie

Das Kasernengelände befindet sich am nördlichen Stadtrand von Jena im Ortsteil Zwätzen, linksseitig der Saale zwischen Saalebahn und B88 (siehe Topographische Karte 1:5.000 und 1:1.600).

Während der Ostteil des Untersuchungsgebietes der ebenen Talaue der Saale (138,0 bis 140,0 m ü.NN) angehört, befindet sich der Westteil im unteren Teil des linksseitigen Saalehanges.

Das Gelände steigt hier von 140,0 m ü. NN im SE auf 153 m ü. NN im NW - Höhe B88 - hin an (Höhenunterschied: 13 m, Steigung: 1:17, Steigungswinkel 3,4°).

Oberhalb der B88 nimmt die Steigung des Talhanges zu den Höhen des Weiden- und Jägerberges rapide zu.

Die WGT-Liegenschaft befindet sich in unmittelbarer Verlängerung des Rosentales. Das Ende des Rosentales wird von einem Schuttkegel gebildet. Das Rosental tritt deshalb mitten im WGT-Gelände morphologisch nicht als Eintalung sondern als kleiner Bergrücken in Erscheinung.

Der SE-liche ebene Teil des WGT-Geländes (139 m ü.NN) befindet sich ca. 780 m NE-lich der Saale (136 m ü.NN). Er liegt ca. 3m über Saaleniveau.

ZWÄTZEN

LÖBSTEDT

Unteraue

Heiliger Berg

KlärAnl

SAALE

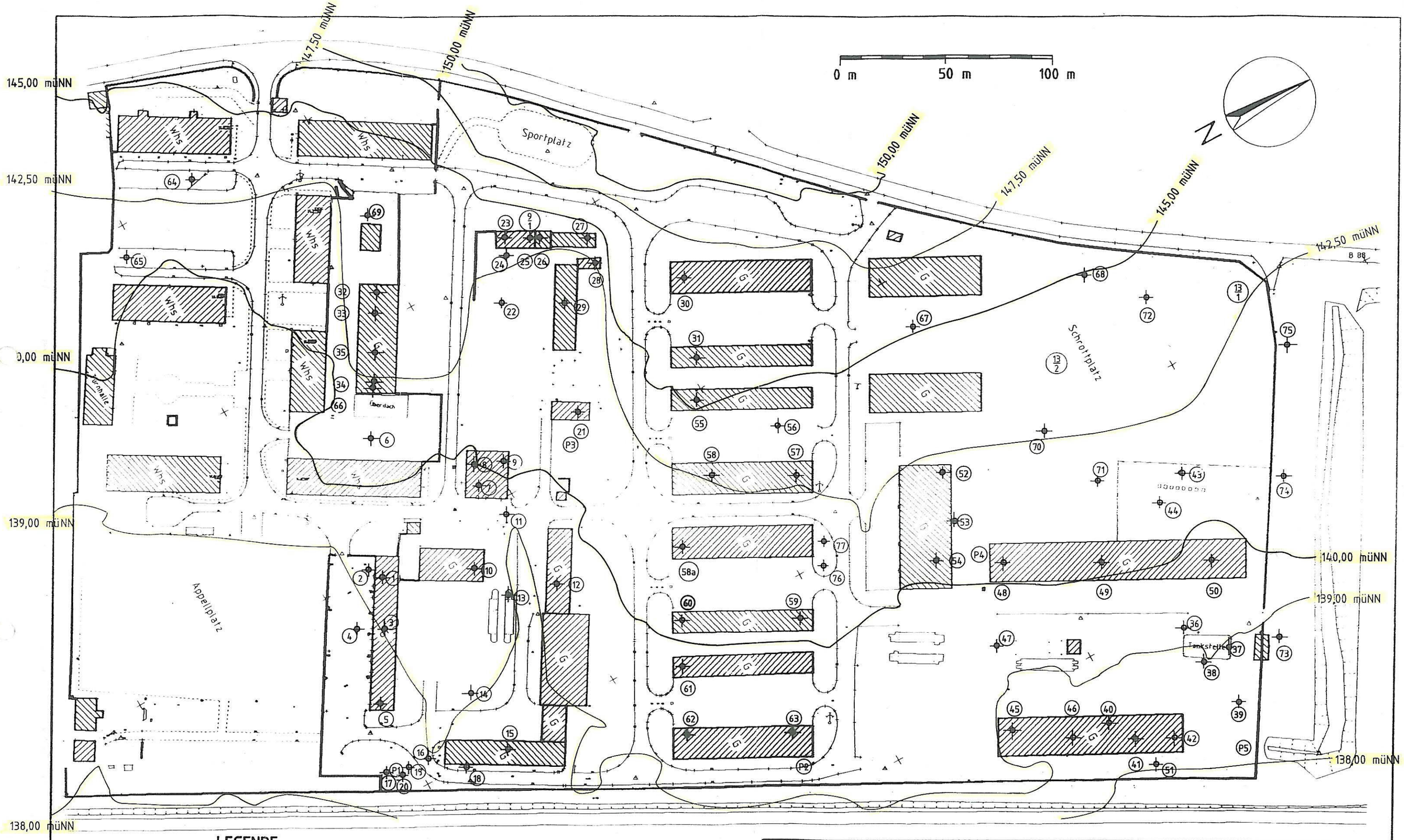
LEGENDE:

UNTERSUCHUNGSGEBIET

HÖHENLINIEN

INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, 0-6900 JENA

BEARBEITER: Göke	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA/ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: 1:5.000
GEZEICHNET: Glaschke	ZEICHNUNG: LAGE UND MORPHOLOGIE DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	DATUM: 03./93
		BL.-NR.: SEITE 12



LEGENDE:

- (P...) PEGELBOHRUNG 1 – 5
- ⌖ SONDIERUNG
- (Nr.) BEZEICHNUNG DER SONDIERUNG
- (Nr. Nr.) SONDIERUNGEN GEOS INGENIEURBÜRO GmbH
- ALVF Nr. / Nr. Nr. d. ALTLASTENVERDACHTSFLÄCHE / Nr. d. SONDIERUNG

INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, 0-6900 JENA

BEARBEITER:	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: 1:1600
GEZEICHNET: Glaschke	ZEICHNUNG: MORPHOLOGIE	DATUM: 03./93
		BL.-NR.: SEITE 13

5. Geologisch-Hydrogeologische Situation

5.1. Regionalgeologische Position des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Ostteil des Thüringer Beckens im Ausstrich des Muschelkalkes und des Oberen Buntsandsteines (Röt).

Durch die Lage des WGT-Geländes im Saaletal, ist der Festgesteinssockel durch bis 7 m mächtige Lockergesteine (Verwitterungsschutt der Talhänge und Sedimente der Saaleaue) bedeckt.

Der Festgesteinsuntergrund des Untersuchungsgebietes besteht aus Ton- und Mergelsteinen des Röt, der an den Talhängen vom Unteren Muschelkalk überlagert wird (siehe Geologische Karte M: 1:5.000).

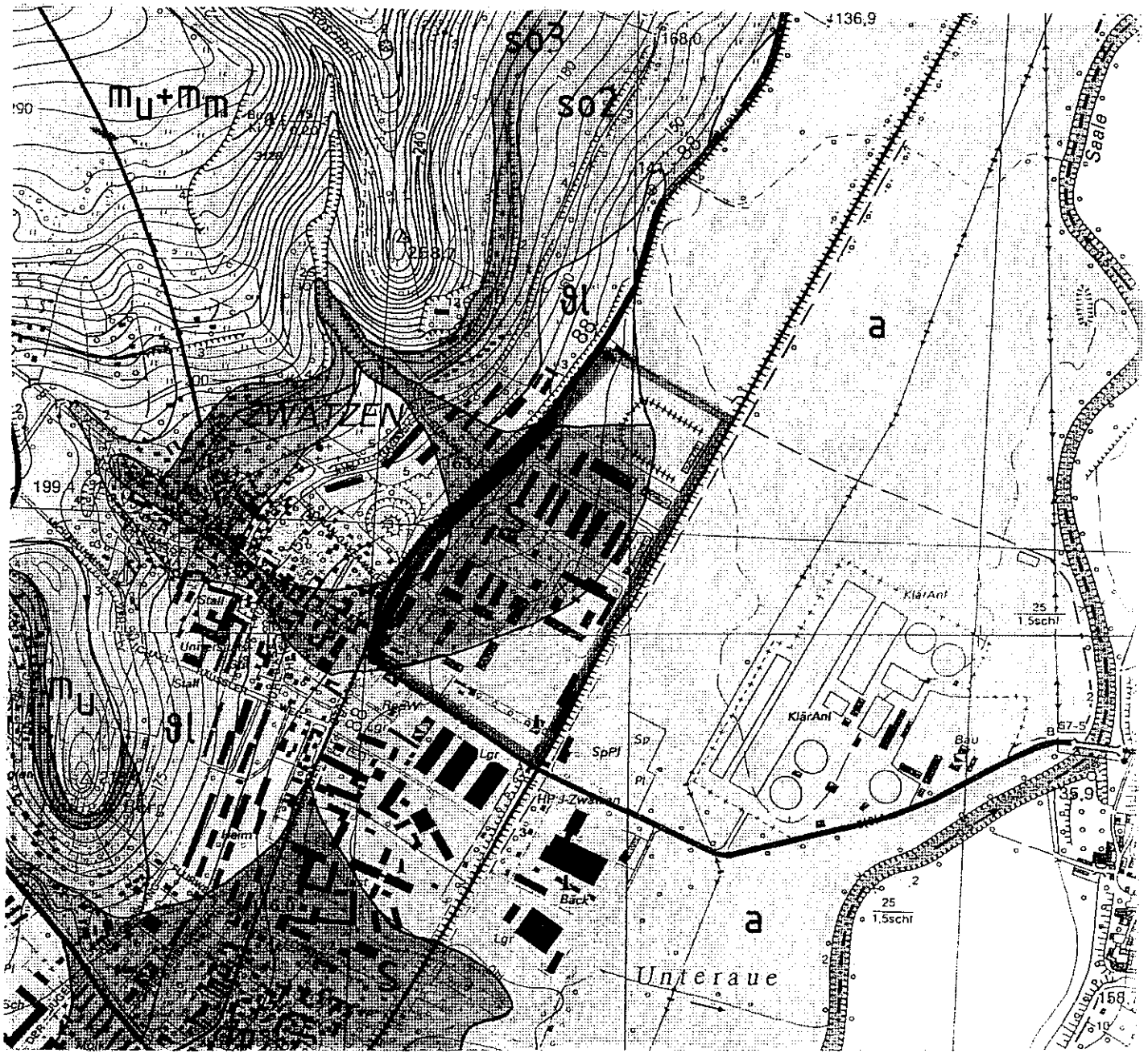
Die Trias-Gesteine fallen flach nach NW zum Zentrum des Thüringer Beckens hin ein. Die Lagerung ist ungestört.

Größere herzyn (NW-SE) verlaufende Störungszonen sind der Leuchtenburg-Graben im SW und die Finne-Störung im NE.

Die Lagerung wird auch durch kleinere Störungen im Raum Jena, wie die Lichtenhain-Coppanzer Störung oder die in unmittelbarer Nachbarschaft verlaufende Heilige-Berg-Störung, nicht beeinflußt.

GEOLOGISCHE KARTE DES WEITEREN UNTERSUCHUNGSGEBIETES

M 1:5000



(NACH E. NAUMANN: GEOL. MESZTISCHBLATT JENA, 1927)

LEGENDE:

HOLOZÄN:

- a — AUELEHM
- S — SCHUTTKEGEL AN DEN TALENDEN
- öl — LÖSZ UND LÖSZLEHM Z.T. GEHÄNGELEHM

MUSCHELKALK:

- m_u+m_m — UNTERER UND MITTLERER MUSCHELKALK

BUNTSANDSTEIN:

- so3 — MYOPHORIENSCHICHTEN (MYOPHORIEN-FOLGE)
- so2 — BUNTER RÖT (PELITRÖT-FOLGE)

GUS-LIEGENSCHAFT

5.2. Allgemeine Geologische Situation im Untersuchungsgebiet

5.2.1. Lockergesteinsdecke

Die holozänen und weichselkaltzeitlichen Lockergesteine der Saaleaue bei Jena wurden in der Vergangenheit durch zahlreiche Flachbohrungen erkundet.

Nach A.STEINMÜLLER (1971) lassen sie sich vom Hangenden zum Liegenden folgendermaßen gliedern:

Gestein	Mächtigkeit	Petrographie
Auelehm	**1,0 - 2,0 m**	Sandig-schluffiger, kalkhaltiger Lehm; teilweise erheblicher Feinsandanteil
Altwassersedimente und Flußsande	**2,0 - 3,0 m**	Schluffige Feinsande und sandige Schluffe; graue bis schwarze Färbung mit hohem Humusgehalt, z.T. auch braune Flußsande ohne Pflanzenreste
Saalekiese	**2,5 - 3,5 m**	Sandiger Mittel- bis Grobkies mit geringem Schluffanteil; Zunahme der Korngröße vom Hangenden zum Liegenden; starke Geröllführung;

Die Mächtigkeit der Lockergesteinsdecke erreicht im Norden von Jena im Durchschnitt 5 bis 6 m.

Nur bei Verzahnung der Schuttkegel der Nebenbäche (Steinbach,

Munketal) mit den Auesedimenten treten lokal Lockergesteinsmächtigkeiten von bis zu 9 m auf (K.GÖTZE 1993).

Die schluffige Sedimente des Auelehmes sind Überflutungssedimente. Die Sedimentation des Auelehmes setzt mit den Rodungsperioden im frühen Mittelalter ein.

Die Auelehmdecke einschließlich der Altwassersedimente und Flußsande ist im Norden Jenas häufig durch Erosion und anthropogene Eingriffe z.T. gekappt. Sie ist deshalb relativ gering mächtig.

So wurde in den Hydrobohrungen entlang der Straße Zwätzen - Kunitz, ca. 250 m südlich des WGT-Geländes die Auelehmdecke mit einer Mächtigkeiten von nur 0,5 bis 1,0 m angetroffen.
Der Auelehm ist im Norden Jenas meist als feinsandiger Schluff entwickelt.

Unter der Auelehmschicht folgt zum Teil mit Einschaltung von Altwassersedimenten und Flußsanden (ca. 2 m Mächtigkeit) die 3,0 bis 3,5 m mächtigen Sande und Kiese der Niederterrassenschotter der Saale (Saalekiese).

5.2.2. Festgesteinssockel

Der tiefere Untergrund (Festgesteinssockel) des Untersuchungsgebietes wird von Sand-, Ton- und Mergelsteinen des Buntsandsteines (Gesamtmächtigkeit im Raum Jena: ca. 570 m) formiert.

Der Buntsandstein des Untersuchungsgebietes ist durch die Tiefbohrungen Thalstein-Erlkönig (HyJe 303/83) und Kunitz (HyJe 304/83) aus den 80-iger Jahren und die Altbohrung Porstendorf bekannt.

In Auswertung der Bohrprofile ergibt sich in Anlehnung an K.GÖTZE (1983) und SEIDEL (1974 und 1992) für das Untersuchungsgebiet folgendes Buntsandsteinprofil: (siehe folgende Seite)

Stratigraphie	Petrographie	Mächtigkeit/ Hydrogeol. Bewertung
Oberer Buntsandstein		**ca. 128 m**
Myophorien-Folge (TMy)	strohgelbe Kalke und graue Tonsteine	**16 - 18 m GWS**
Pelitröt-Folge (TPr)	Wechsellagerung bunter Mergelsteine mit Dolomit, Sandstein- und Gipsbänken	**90 m GWS**
Salinarröt-Folge (TSr) *Fossilfreie Gipse*	**Salinarröt-Folge (TSr)** *Fossilfreie Gipse*	**18-28 m GWS**
Mittlerer Buntsandstein		**ca. 213 m**
Solling-Folge (TSl) *Chirotheriensandstein*	Sandstein, hellgrau, fein- mittel- bis grobkörnig	**14 m GWL**
Hardegsen-Folge (THd) *Thüringer Bausandstein*	Sandstein, rotbraun, fein- bis mittelkörnig mit rotbraunen Ton- und Schluffsteinlagen (Ø 0,5 m)	**57 m GWL**
Detfurth-Folge (TDf)		**52 m GWL**
Detfurth-Ton (Tdf´t)	rotbrauner Tonstein	1-2 m
Detfurth-Wechselfolge (Tdf´st) *Rothensteiner Schichten*	Sandstein, rotbraun, fein- bis mittelkörnig und rotbrauner Tonstein	40 m
Detfurth-Sandstein (TDf´s) *Rothensteiner Geröllhorizont*	Sandstein, hellgrau, hellbraun, fein- bis grobkörnig, z.T. kiesig	10 m
Volpriehausen-Folge (TVp)		**90 m GWL**
Gervillienschichten (TVp´ts) *Rot-Weiße-Wechselfolge* (TVp´st)	Sandstein-Tonstein-Wechselfolge	35-46 m
Basissandstein (TVp´s)	Sandstein-Tonstein-Wechselfolge	38 m
	Sandstein, hellfarben fein- bis grobkörnig	8-16 m
Unterer Buntsandstein		**200 - 250 m**
Bernburg-Folge (TBb)	Sandstein, hellgrau, rötlich, fein- bis mittelkörnig, ooidführend	**ca. 90 m GWL**
Nordhausen-Folge (TNh) *Sandige Tonsteinschichten*	Rotbrauner Tonstein mit vereinzelten Sandsteinlagen	**60 - 70 m GWS**

Im Stadtgebiet von Jena wird der Mittlere und Untere Buntsandstein,

der für die Trinkwasserversorgung bedeutendste Grundwasserleiter, weitflächig vom tonigem Oberer Buntsandstein (Röt) überlagert.
Der Röt ist bei Jena nach PASSARGE (1891) und SEIDEL (1970, 1992) u.a. wiefolgt aufgebaut:

Stratigraphie	Petrographie	Mächtigkeit
Myophorien-Folge (TMy)		**16-18 m**
Myophorienschichten (so3)	strohgelbe Kalke	0,5-1,0 m
	Myophorientone	8,0-9,0 m
	Myophorienplatten	6,0-8,0 m
Pelitröt-Folge (TPr)		**90 m**
Obere Bunte Schichten		**33 m**
Bunter Röt (so2)	bunte Mergelsteine mit Gips und Dolomit	6,0-8,0 m
	Vulgarisdolomit	0,1-0,3 m
	bunte Mergelsteine	7,0-11,0 m
	Knollengipsterrasse II	1,4-3,6 m
	bunte Mergelsteine	2,5-4,0 m
	dolomitische Grenzbank	0,1-0,2 m
	bunte Mergelsteine	4,0-5,0 m
	Subundatusbank	0,1-0,2 m
	bunte Mergelsteine mit Gips	4,0-5,0 m
	Knollengipsterrasse I	1,8-3,0 m
Rote Schichten		**22 m**
Bunter Röt (so2)	Obere Rote Schichten	9 m
	Doppelquarzit	2 m
	Untere Rote Schichten	11 m
Untere Bunte Schichten		**35 m**
Bunter Röt (so2)	bunte Mergelsteine mit Porphyr-gipsbänken	15 m
Grauer Röt (so1)	graugrüne Mergelsteine	1,8-2,0 m
	Knollengipsbank	0,1-0,4 m
	graugrüne Mergelsteine	1,8-3,0 m
	Rhizokorallumbank	0,5-0,9 m
	bunte Mergelsteine	0,2-0,8 m
	obere rote Sandsteinschiefer	1,2-2,0 m
	Muschelbrekzie	0,2-0,8 m
	graugrüne Mergelsteine	1,2-2,0 m
	untere rote Sandsteinschiefer	0,5-1,2 m
	graugrüne Mergelsteine z.T. mit Dolomitbank	0,6-1,0 m
	Sauriersandstein	0,2-0,5 m
	graugrüne Mergelsteine	2,0-3,0 m
	Teniusbank	0,1-0,6 m
	graugrüne Mergelsteine z.T. mit zwei Dolomitbänken	4,0-5,0 m
Salinarröt-Folge (TSl)		**18-28 m**
Grauer Röt (so1)	Gips-Mergelstein-Wechsellagerung	17-21 m
	graugrüne Mergelsteine mit Auslaugungstextur	1,0-4,0 m
	grauer Tonstein ohne Auslaugungstextur	0,1-0,3 m

Die oben genannte Rötabdeckung des Mittleren Buntsandsteines ist auch im Untersuchungsgebiet vorhanden.

Der Festgesteinsuntergrund des WGT-Geländes besteht im östlichen, der ebenen Talaue angehörenden Bereich aus grauen Ton- und Mergelsteinen der Salinarröt-Folge bzw. der Unteren Bunten Schichten, die auf dem geologischen Meßtischblatt (NAUMANN 1923) als Grauer Röt (so1) zusammengefaßt wurden.

Der so1 ist aus grauen Ton- und Mergelsteinen aufgebaut, denen geringmächtige Gips-, Dolomit- und Sandsteinbänke zwischengeschaltet sind (siehe Profil).

Bemerkenswert sind die bei Jena bis 21 m mächtigen Fossilfreien Gipse an der Rötbasis. Sie bestehen aus einer Wechsellagerung von grauem Ton- und Mergelsteinen mit Faergipsbänken.
Die Fossilfreien Gipse treten bei Jena vorrangig rechtsseitig der Saale auf. Linksseitig (Untersuchungsgebiet) wurden nur lokale Vorkommen mit unterschiedlichen Mächtigkeiten nachgewiesen.

Bei Auslaugung der Fossilfreien Gipse kommt es zu Kavernen- und Höhlenbildung (z.B. Teufelslöcher), zur Bildung von Erdfällen und zur Aufhärtung des Quell- und Grundwassers.

In den Hydrobohrungen südlich des WGT-Geländes (Flachbohrungen Hy Je 105/83, 106/83 und 102/83) wurde der so1 nur oberflächennah 0,5 bis 2 m angeschnitten.

Gipshorizonte z.B. die der Fossilfreien Gipse wurden nicht erbohrt.

Im Hangbereich des WGT Geländes stehen unter der Lockergesteinsbedeckung wahrscheinlich die grünlichgrauen auch rotbrauenen Ton- und Mergelsteine der Pelitröt-Folge, wahrscheinlich der Unteren Bunte Schichten an.

Der obere Teil der Unteren Bunten Schichten wurden gemeinsam mit den Roten Schichten und den Oberen Bunten Schichten auf dem geologischen Meßtischblatt Jena als Bunter Röt (so2) zusammengefaßt.

Die Grenze zum Grauen Röt wird von einer 15 m mächtigen bunten Mergelstein-Gips-Wechsellagerung gebildet (siehe Profil).
Genauere Angaben (Bohrprofile) über die Mächtigkeit und Petrographie der Rötbedeckung im Untersuchungsgebiet liegen nicht vor.

5.3. Spezielle geologische Situation im WGT-Gelände

5.3.1. Bereits Vorhandene Gutachten

In der Erstuntersuchung der WGT-Liegenschaft Jena-Zwätzen (GEOS-Ingenieurbüro GmbH, 31.8.1992) wird eine grobe Einschätzung der geologisch-hydrogeologischen Gesamtsituation gegeben.

Die Ausführungen des GEOS-Berichtes basieren auf Angaben:

- des geologischen Meßtischblattes Jena, Maßstab 1:25.000 (Ausgabe 1927),
- der Hydrogeologischen Karte der DDR Blatt Jena/Jena Ziegenhain, Maßstab 1:50.000 (VEB Kombinat GFE, 1984) und
- dreier Rammkernsondierungen im Untersuchungsgebiet.

Weitere geologischen Aufschlüsse (Sondierungen, Bohrungen), geophysikalische Messungen und Gutachten (z.B. Hydrogeologische Berichte) wurden nicht ausgeführt bzw. in Betracht gezogen.

Es wurden zwei Grundwasserleiter unterschieden:

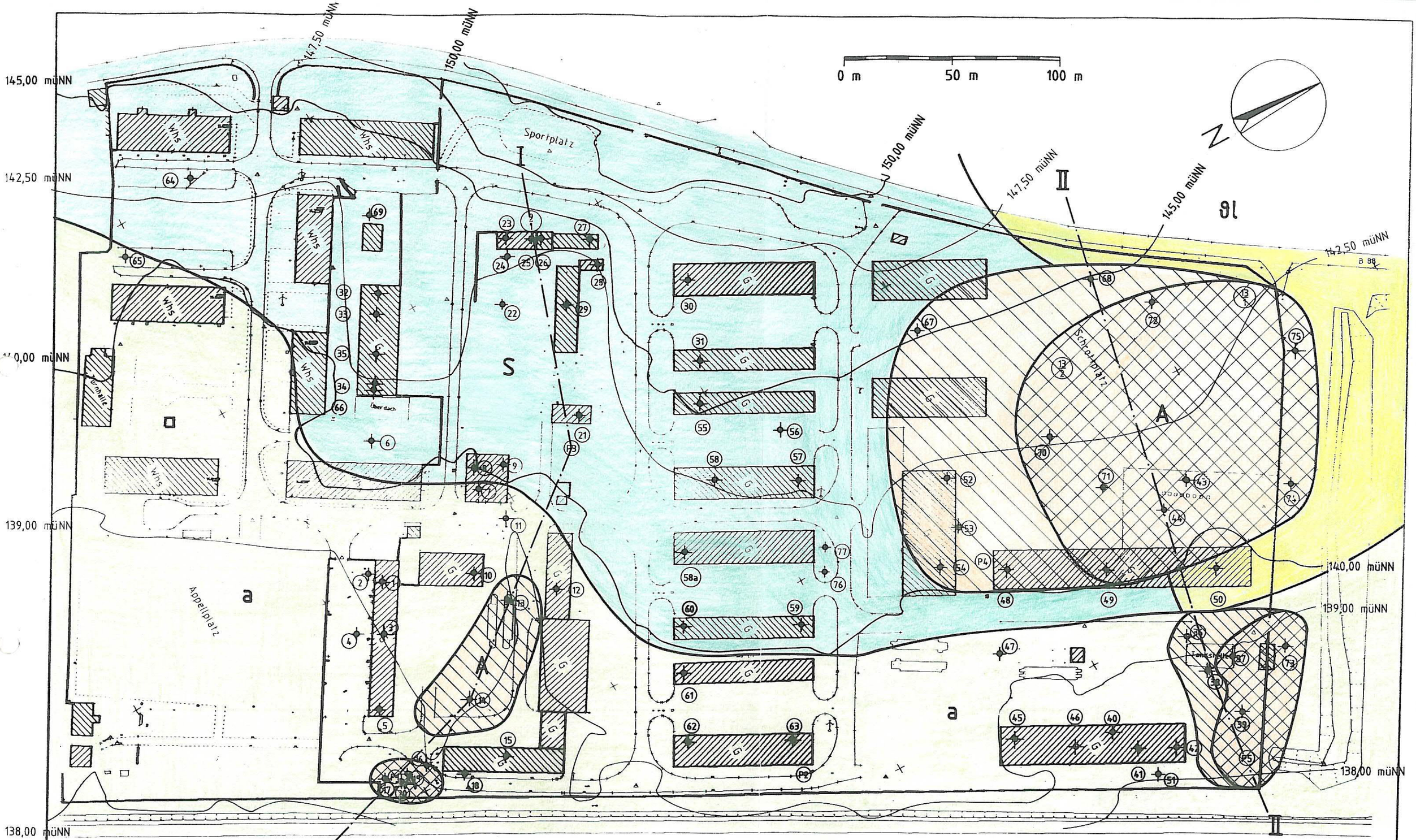
Grundwasserleiter	Mächtigkeit
holozäne und pleistozäne Saaleschotter	ca. 10 m
Sandsteine des Oberen und Unteren Buntsandsteines	ca. 65 m

Eine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser wurde in erster Linie für den oberen Grundwasserhorizont angenommen, besonders dann

wenn, die im Untersuchungsgebiet weit verbreitete Auelehmdecke nicht mehr vorhanden ist und das militärische Gelände unmittelbar den holozänen und pleistozänen Kiesen auflagert.
Der Flurabstand des Grundwassers wurde mit 4-6 m angegeben.
Die Grundwasserströmung erfolgt laut GEOS-Studie in NE-liche Richtung.

In der GEOS-Studie wird für das WGT-Gelände folgendes geologisches Normalprofil angegeben:

Stratigraphie	Mächtigkeit	Petrographie
Auffüllung	0,2 - 3,0 m	Gemenge aus Asche, Bauschutt, Schlacke, Kiessand, Schluff und Ton
Löß und Auelehm (Holozän)	0 - 3,0 m	toniger bis feinsandiger Schluff
Stillwasserbildungen (Holozän)	0 - 1,0 m	Schluff
Saaleniederterrasse (Holozän)	0 - 2,0 m	Fein-Mittelkies
Saaleniederterrasse (Pleistozän)	0 - 3,0 m	Fein-Grobkies
Oberer Buntsandstein (Röt)	1,5 - 12,0 m	Tonstein/Tonmergelstein
Oberer und Mittlerer Buntsandstein Solling-Folge *Chirotheriensandstein* Hardegsen-Folge *Bausandstein*	65 m 15 m ca. 50 m	Sandstein



LEGENDE:

- a — AUELEHM
- S — GEHÄNGELEHM – MUSCHELKALKHANG-SCHUTT
- 9l — LÖSZ UND LÖSZLEHM
- AUFSCHÜTTUNG – ERDAUSHUB
- AUFSCHÜTTUNG ANTHROPOGEN BEEINFLUSZT (BAUSCHJTT, MÜLL, z. T. KW-GERUCH)
- (P...) PEGELBOHRUNG
- SONDIERUNG

INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, O-6900 JENA

BEARBEITER: Gf	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: 1:1600
GEZEICHNET: Glaschke	ZEICHNUNG: GEOLOGISCHE KARTE	DATUM: 03./93
		BL.-NR.: SEITE 25

5.3.2. Eigene Untersuchungen

5.3.2.1. Verbreitung der anstehenden Gesteine

Auf dem Gelände der WGT wurden 75 Sondierungen und 5 Pegelbohrungen bis eine Tiefe von maximal 6,00 m bzw. 8,00 m niedergebracht. Die Auswertung der Bohr- und Sondierprofile, der vorliegenden geologischen und hydrogeologischen Gutachten sowie der Bohrprofile von in der Umgebung befindlicher Altbohrungen ergibt für das WGT-Gelände folgende geologische Situation:

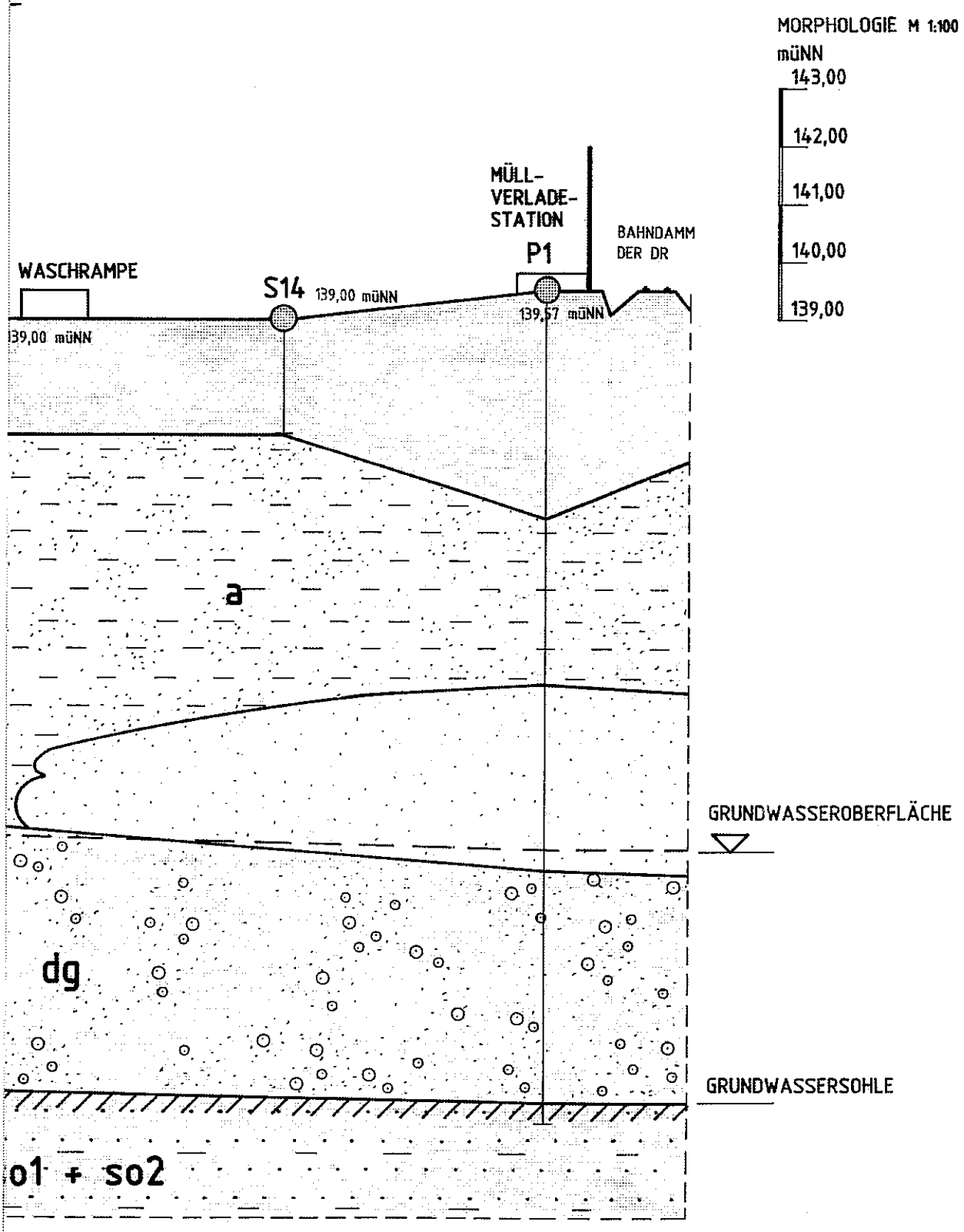
Im SE-lichen, der ebenen Saaleaue angehörenden Teil besteht der Untergrund aus holozänem Auelehm und den darunter lagernden Saalekiesen (Niederterrassenschotter - Holozän bis Spätpleistozän). Der NW-liche dem Hangbereich angehörende Teil wird von Gehängelehm und Hangschutt bedeckt. Der Hangschutt reicht im Schuttkegel des Rosentales zungenartig nach NE vor (siehe Geologische Karte, M: 1:1.600).

Unter dem 2 bis 5 m mächtigem holozänem Hangschutt folgen auch im oberen Hangbereich Kiese und Sande der Saaleschotter.
Im unteren Hangbereich verzahnt sich der Hangschutt mit dem Auelehm z.T. lagert der Hangschutt dem Aulehm auf (siehe geologische Schnitte I und II).

Der unter der Lockergesteinsdecke anstehende Festgesteinssockel besteht aus den graugrünen Ton- und Mergelsteinen des Grauen Röt

(so1 - Oberer Buntsandstein).

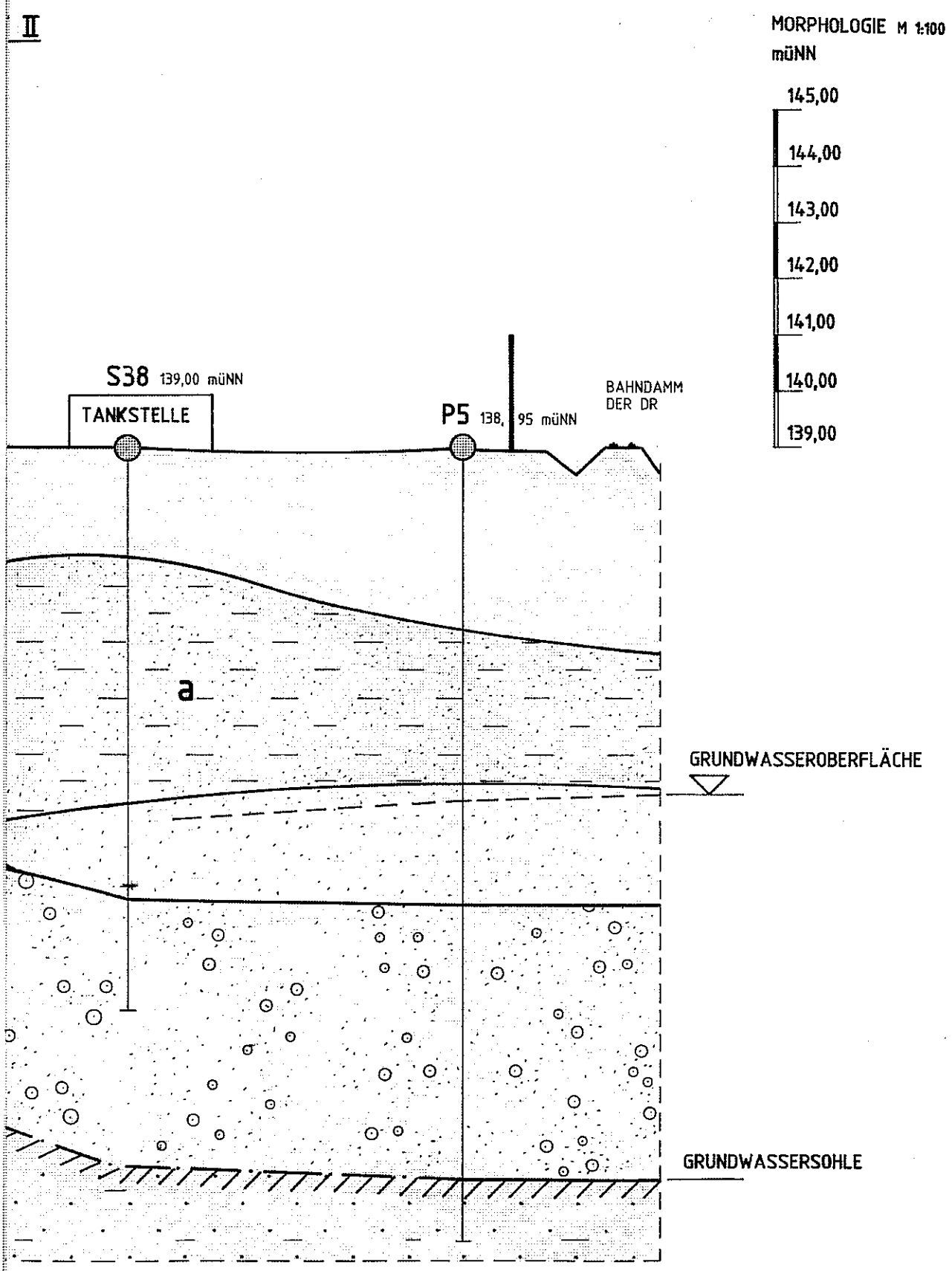
Das natürliche geologische Profil ist allgemein bis in ca. 0,50 m, lokal bis in 3m Tiefe anthropogen gestört.
Meist wurde in diesen Abschnitt Erdstoffe abgetragen und durch Auffüllung ersetzt.



INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, 0-6900 JENA

BEARBEITER: Göke	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: L.: 1:1000 H.: 1:50
GEZEICHNET: Glaschke	ZEICHNUNG: GEOLOGISCHER SCHNITT I	DATUM: 03./93
		BL.-NR.: SEITE 28

II



INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, O-6900 JENA

BEARBEITER: Fuhe	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: L.: 1:1000 H.: 1:50
GEZEICHNET: Gla Ulke	ZEICHNUNG: GEOLOGISCHER SCHNITT II	DATUM: 0./93
		BL.-NR.: SEITE 29

5.3.2.2. Petrographie der anstehenden Gesteine

5.3.2.2.1. Lockergesteine

Im Folgenden werden die petrographische Ausbildung, die Verbreitung und die Mächtigkeiten der Lockergesteinsschichten einschließlich der anthropogenen Auffüllung auf dem WGT-Gelände beschrieben:

5.3.2.2.1.1. Auffüllung

Die Auffüllung ist im Durchschnitt kleiner 0,50 m mächtig.
Nur im nördlichen Teil des WGT-Geländes (Bereich E, Schrottplatz und F, Bereich Tankstelle) erreicht sie Mächtigkeiten von 1,60 bis 3,00 m.

In der weiteren Umgebung der Müllverladestation (Bereich C) ist die Auffüllung (feinsandige Schluffe und Muschelkalkschutt) bis 1,0 m mächtig.

Die Auffüllung besteht generell aus dem im Untersuchungsgebiet anstehenden Lockergesteinen, vorallem aus dem schluffigen Muschelkalkhangschutt.
Offensichtlich handelt es sich um geschobene Erdstoffe, die bei der Erstellung der Gebäude (Bauplanum) bewegt wurden.
Anthropogen beeinflußte Auffüllmassen konnten im Bereich E - Schrottplatz, F - östlich der Tankstelle und C - Müllverladeplatz

nachgewiesen werden (siehe Geologische Karte 1 : 1.6.000).

Im gesamten Mittel- und Südteiles des Untersuchungsgebietes ist die Auffüllung nur ca. 0,20 m mächtig.
Sämtliche Gebäude wurden unmittelbar dem natürlichem geologischen Untergrund aufgesetzt.
Unter den Betonplatten folgt eine 20 cm Schicht aus gelblichem Kies oder Muschelkalkschutt.

Das Schmierstofflager (Bereich B, ALVF 9) und der gepflasterter Vorplatz sitzen unmittelbar dem Muschelkalkhangschutt auf. Hier wurde lediglich ein 0,20 m mächtiger Unterbau aus gelben Kies und Sand geschüttet.
Die Garagen (Bereich D, ALVF 19) einschließlich der bis 1,50 m tiefen Gruben binden ebenso direkt in den natürlich gewachsenen Untergrund ein (Gehängelehm, Hangschutt oder Auelehm).
Unter den Betonplatten wurde lediglich eine bis 0,30 m mächtige Kies- oder Muschelkalkschicht geschüttet.

Im Bereich des Müllverladeplatzes (Bereich C, ALVF 5 - S16, S17, S18, S19, Pegel 1) bis zur Rampe (S13 und S14) erreicht die Auffüllung eine Mächtigkeit bis 0,80 m.
Sie besteht aus einem Gemisch von Kalksteinschutt und sandigem Schluff.
Anthropogene Ablagerungen wie KW-verunreinigter Schluff mit Abfallstoffen wie Glas, Kunststoff, Preßpappe konnten am Müllverladeplatz festgestellt werden (Pegel 1).

Eine sandig-schluffige Muschelkalkschutt-Aufschüttung konnte im Chemikalienlager (S29) und der Schmiede (21) festgestellt werden. Hinter der Schmiede (Pegel 3) enthält die Muschelkalkaufschüttung Bauschutt und Kohlegrus.

Die größten Mächtigkeiten erreicht die Auffüllung im Norden unter dem Schrottplatz (Bereich E, bis 3,60 m - S 13/1 der GEOS-Studie). Die ggf. im Untergrund vorhandenen militärischen Anlagen der Wehrmacht (laut GEOS-Studie handelt es sich wahrscheinlich um flache Bunker, die auf Grund des relativ hohen Grundwasserstandes nur bis 3 m unter der GOK reichten) wurden hier mit Auffüllung abgedeckt.
Die GEOS-Sondierung erkundete einem graubraunen feinsandigen Schluff, der in Lagen angereichert Kohlegrus, Asche, Ziegelbruch, Glas, Porzellan und Holz enthält.

Die von unserem Büro ausgeführten Sondierungen erbrachten den Nachweis, daß die anthropogen beeinflußte Auffüllung einen Großteil des Schrottplatz (Bereich E) einnimmt.
In den Sondierungen 44 (2,50 m), 49 (2,00 m), 67 (2,0 m), 68 (3,0 m), 70 (2,0 m) und 71 bestehen selbige aus einen sandig-kiesigem Schluff der bis 1 m mächtigen Kohlegrus enthält.
Das Material riecht zum Teil deutlichen nach Mineralöl.
Die Auffüllung ist auch unmittelbar hinter der nördlichen Grenze des WGT-Geländes nachweisbar (S74 und S75).
Die unter der anthropogenen Aufschüttung anstehende Auelehm- bzw. Gehängelehmdecke ist im Durchschnitt 1,0 bis 1,5 m mächtig. Im

Ostteil des Schrottplatzes (S43) ist die schützende Auelehmdecke z.T. gekappt. Die anthropogene Aufschüttung lagert hier direkt dem GW-Leiter Saalekies auf (ungehinderter Schadstoffeintrag!)

Die Auffüllung des östlich anschließenden Gebietes um die Tankstelle (Bereich F), Rampe und Garagen besteht aus Erdaushub und anthropogen beeinflußten Auffüllmassen.
Um die Tankstelle wurden bei deren Errichtung und dem Einbringen der Erdtanks Baugruben ausgehoben und später mit dem ausgehobenen Erdstoff wieder verfüllt (feinsandiger Schluff mit Kalksteinbruch).
Östlich der Tankstelle konnte durch S 37, 39 und den Pegel 5 eine bis 1,60 m mächtige anthropogene Aufschüttung erkundet werden.
Es handelt sich um einen sandig-kiesigen Schluff, der Abfallstoffe (siehe Profil P5) und vorallem Kohlegrus enthält. Die Aufschüttung ist auch außerhalb des WGT-Geländes geschüttet worden (S73).

Im Bereich der Rampe (S47) ist die Auffüllung geringmächtig. Unter den Betonplatten wurde eine 0,20 m mächtige Kieslage geschüttet.

In den Garage des Bereiches F (ALVF 12) besteht die Auffüllung aus einer oberen, grauer Splittlage und einem darunter lagerndem, gelbem Kies (Gesamtmächtigkeit bis 0,5 m - S40).

Außerhalb des bebautem Gebietes hinter den Garagen des Bereiches

F ist im Bereich des Müllverbrennungsplatzes (ALVF 12) keine Aufschüttung vorhanden. Es steht unmittelbar der sandige Schluff des Auelehmes an.

5.3.2.2.1.2. Auelehm

Die Auelehmdecke ist im Durchschnitt 1 bis 2 m mächtig und reicht im Allgemeinen bis 3,00 m unter die Geländeoberkante.
In ungestörten Bereichen mit geringer Auffüllung kann die Mächtigkeit 3 m erreichen.
Bei höherer Auffüllhöhe, wie im Bereich E des Schrottplatzes (ALVF 13) besitzt sie nur noch eine Restmächtigkeit von 0,60 m (S44) und ist zum Teil gekappt (S43.
Die Verbreitung und Mächtigkeit des Auelehmes ist der geologischen Karte und den geologischen Schnitten I und II zu entnehmen.
Der Auelehmausstrich folgt relativ genau der 140 m Höhenlinie. Oberhalb 140 m NN befindet sich der Gehängelehm-, Hangschutt- oder Lößausstrich.
Der Auelehm besteht aus einem feinsandigem Schluff.
Die generell bräunliche Färbung ändert sich bei unterlagernden Altwassersedimenten von hell- bzw. dunkelbraun in graubraunschwarz.
Der Auelehm ist unter der Bebauung meist bis in 4,00 m Tiefe trocken (S62). Die Konsistenz ist steif bis fest.
Nur auf dem freien Gelände (z.B. S39) ist er durchgängig erdfeucht und besitzt eine steife Konsistenz.

5.3.2.2.1.3. Altwassersedimente und Flußsande

Die Altwasserbildungen sind feinsandig und reich an organischen Bestandteilen. Sie besitzen einen fauligen Geruch.
Altwassersedimente ehemaliger Saalearme sind nur lokal entwickelt und folgen unter der Auelehmdecke.
Auf dem WGT-Gelände sind Altwasserbildungen auf nur zwei Bereiche beschränkt:

- Bereich C - Müllverladeplatzes
  Hier folgt unter dem 1,40 bis 2,50 mächtigen feinsandige Schluff des Auelehmes ein 1 bis 1,60 m mächtiger dunkelbrauner bis grauer Sandhorizont, der bis in ca. 4,00 m Tiefe reicht (S5, S 16 und P1). Charakteristisch ist Vielzahl fauliger Pflanzenreste.

- Bereich F, Tankstelle (S38, S39, P5) bis 2,50 m mächtige graue sandige Schluffe und helle Flußsande

Die Altwasserbildungen besitzen wahrscheinlich eine weitere Verbreitung, die durch die 5 Pegelbohrungen und die z.T. geringe Sondiertiefe nicht näher eingegrenzt werden konnte.

Im Gegensatz zu den Altwasserbildungen sind die Flußsande weiter verbreitet. Sie sind bis 1 m mächtig und folgen unter der Auelehmdecke. Zum Teil sind sie auch unter dem Muschelkalkhangschutt entwickelt (Pegel 3 und 4).
Die Flußsande sind fein- bis mittelkörnig und besitzen ein tonig-

schluffiges Bindemittel. Zum Teil sind die hellbraunen bis braunen Flußsande von hellen grobkörnigen bis feinkiesigen Sandstreifen durchzogen.
Die Flußsande und Altwasserbildungen liegen im Grundwasserwechselbereich und sind deshalb feucht bis naß.

5.3.2.2.1.4. Saalekiese - Niederterrassenschotter der Saale

Unter dem Auelehm bzw. den Altwassersedimenten folgen in einer Tiefenlage zwischen 3,00 und 5,00 m unter der GOK die Kiese der Niederterrasse der Saale.
Die Saaleschotter wurden durch die Sondierungen nur im obersten Bereich angeschnitten. Die Pegelbohrungen erschlossen die Gesamtmächtigkeit.
Die Kiese sind auf dem gesamten WGT-Gelände unter dem Gehängelehm bzw. Muschelkalkhangschutt und dem Auelehm anstehend (S25, Pegel).
Die Mächtigkeit der Niederterrassenschotter auf dem WGT-Gelände liegt zwischen 2,0 und 4,0 m)
In den umliegenden Altbohrungen beträgt die Gesamtmächtigkeit der Kiese 3,0 bis 3,5 m.
Es handelt sich um hellbraune fein- bis grobkörnige Kiese und Sande, die Steine und Gerölle bis 20 cm Durchmesser enthalten.
Die Niederterrassenschotter sind naß und grundwasserführend.

5.3.2.2.1.5. Muschelkalkhangschutt

Der Muschelkalkhangschutt ist ein toniger, sandiger Schluff, der kiesigen Muschelkalkbruch in unterschiedlichen Anteilen enthält. Die Farbe ist meist hellgrau-grau jedoch auch ockerfarben und graugelb. Die Mächtigkeit beträgt 2,00 bis 4,00 m.

Die größten Mächtigkeiten bis 4,00 m treten im oberen Hangbereich auf (z.B. S30 und S31). Hangabwärts nimmt die Mächtigkeit allmählich ab.

Der Gehängelehm verzahnt sich hier mit dem Auelehm und überlagert diesen zum Teil (S9, S50).

Bei S50 folgt unter dem 3,00 m mächtigem Hangschutt der feinsandige, graubraune Schluff des Auelehmes.

Unter der Bebauung und im offenen Gelände ist der Gehängelehm meist trocken und sehr fest. Die Konsistenz ist halbfest bis steif.

Der Hangschutt ist nahezu ungeschichtet. Deshalb lassen sich vorallem in den Sondierungen die ungestörten Partien von durch Raupe oder Ausbaggerung gestörten Abschnitten nur schwer unterscheiden.

5.3.2.2.2. Festgestein im Untersuchungsgebiet

Der Festgesteinssockel folgt unter der Lockergesteinsbedeckung in 6,00 bis 7,50 m unter GOK. Er besteht aus grauen Ton- und Schluffsteinen des Grauen Röt (so1).

Das Material ist unmittelbar unter dem GW-Leiter Saalekies im oberen ca. 0,40 m mächtigen Abschnitt naß und feucht. Nach der Tiefe werden die Tonsteine fester und trockener.

5.4. Hydrogeologische Situation

Das WGT-Gelände befindet sich im Bereich der Saaleaue am nördlichen Stadtrand von Jena.

Die hydrogeologischen Verhältnisse werden durch den GW-Leiter Saalekies bestimmt. Die 2-4 m mächtigen Sande und Kiese der Niederterrassenschotter der Saale stellen den obersten Grundwasserleiter dar. Die Grundwasserdeckfläche liegt 3,0 bis 4,50 m unter der Geländeoberkante.

Der GW-Leiter Saalekies besitzt auf Grund der günstigen Versickerungsbedingungen ein hohes Wasseraufnahmevermögen.
Bei Starkregen ist schon nach wenigen Stunden ein Anstieg des Grundwasserspiegels feststellbar (K.GÖTZE 1985).

Die über den GW-Leiter Saalekies lagernde Auelehmdecke ist wie oben beschrieben gering mächtig und vorrangig als sandiger Schluff ausgebildet.

Der Auelehm in Jena-Nord ist auf Grund der durchgeführten Untersuchungen in Anlehnung an K.GÖTZE (1983) nicht wie im südlichen Stadtgebiet als GW-Stauer, sondern als gering durchlässiger Horizont zu bezeichnen.
Diese Einstufung ergibt sich aus:

- der petrographische Ausbildung der Auelehmdecke (sandiger Schluff bis Feinsand),
- der z.T. geringen Mächtigkeit bis 0,5 m durch häufiges erosi-

onsbedingtes Kappen und anthropogene Eingriffe (z.B. Bereich E, Schrottplatz, S43)

- der Aufschüttung der abgetragenen Auelehmdecke mit wasserdurchlässigem, unverdichtetem Muschelkalkschutt sowie schluffigen Sanden
- der Verzahnung des Auelehmes mit Schotterfluren der Nebenbäche (z.B. Munketal, Rosental).

Im gesamten Untersuchungsgebiet, sowohl im Ausstrich des Hangschuttes als auch des Auelehmes ist die Versickerung von schadstoffbelasteten Wässern möglich (relativ günstige Versickerungsbedingungen).

Die Speisung des GW-Leiters Saalekies erfolgt landseitig über Zuflüsse aus dem Oberflächenwasser, aus Bächen, Quellwässern und Rinnsalen der Seitentäler (z.B. Rosental, Steinbachtal, Munketal).

Frühere Untersuchungen ergaben (K.Götze 1985), daß im Auebereich von Jena-Zwätzen bei Starkregen eine direkte Speisung von Oberflächenwässern in den Schotterkörper erfolgt (günstige Versickerungsbedingungen).
Die unterirdische Abflußspende liegt bei 4 $l/s \cdot km^2$ (K.Götze 1985).

Einen besonders negativen Einfluß auf die Wasserbilanz und die Grundwasserneubildung hat der hohe Anteil versiegelter Fläche im Grundwassereinzugsgebiet. Auf den bebauten Flächen (Kasernen, Ga-

ragen, gepflasterte Straßen und Wege) wird das Oberflächenwasser wird durch Kanalisation in die Saale entwässert.

Die Speisung des GW-Leiters Saalekies durch Uferfiltrat der Saale ist gegenüber der landseitigen Zuflüsse vernachlässigbar gering (starke Kolmation).

Der nächste für die Trinkwasserversorgung der Stadt Jena bedeutendste GW-Leiter unter dem GW-Leiter Saalekies ist der Mittlere Buntsandstein inklusive dem Chirotheriensandstein.

Das Grundwasser im Kluftgrundwasserleiter Mittlerer Buntsandstein ist artesisch gespannt. Das geohydraulische und hydrochemische Regime unterscheidet sich vollkommen von dem des GW-Leiters Saalekies.

Beide GW-Leiter werden im Untersuchungsgebiet durch den grundwasserstauenden Grauen und Bunten Röt (so1 und so2) getrennt.

Es bestehen keine geohydraulischen Zusammenhänge zwischen dem GW-Leiter Saalekies und dem GW-Leiter Mittlerer Buntsandstein.
Diese Tatsache wurde durch eine Vielzahl von Tiefbohrungen zwischen Steudnitz und Löbstedt belegt.
Ein Schadstoffeintrag ins untere Grundwasserstockwerk ist daher sehr unwahrscheinlich.

5.5. Hydrodynamik

Zur Ermittlung der hydrodynamischen Verhältnisse wurden die Hoch- und Rechtswerte der abgeteuften Grundwasserpegel sowie die Höhe ü. NN bestimmt (siehe Tabelle).
Es wurden die Grundwasserspiegelhöhen eingemessen und dreistündige Pumpversuche durchgeführt (siehe Tabelle).
In Ergänzung dessen erfolgte das Einmessen der umliegenden Grundwasserpegel und Schachtbrunnen.

Pegel	Hochwert	Rechtswert	POK m ü. HN	GOK m ü. HN
P1	51388,092	53593,777	140,48	139,57
P2	51557,647	53677,750	140,59	139,66
P3	51539,819	53489,117	141,75	140,85
P4	51679,255	53634,360	140,68	139,77
P5	51744,624	53779,234	139,89	138,95

Pegel	GW-Spiegel unter POK	GW-Spiegel unter GOK	GW-Spiegel m ü. NN
P1	4,005	3,095	136,48
P2	4,555	3,625	136,04
P3	5,125	4,225	136,63
P4	4,45	3,54	136,23
P5	3,96	3,02	135,93

Im WGT-Gelände liegt der Grundwasserspiegel 3,0 bis 4,22 m unter der GOK, d.h. zwischen 138 bis 136 m ü. NN.

Die Grundwasserströmung erfolgt nach Osten Richtung Vorfluter Saale (siehe Karten Hydrodynamik). Das Gefälle ist im Hangbereich der WGT-Liegenschaft mit 0,072° relativ steil, wird dann im

Auebereich mit 0,022° deutlich flacher.
Die Ausbuchtung der Grundwasserisohypsen östlich der Großbäckerei ist durch einen Grundwasserrückstau zu erklären, wie er durch die Ablagerung bindiger Saalesedimente an der Stirnseite der landseitigen Schotterfluren erzeugt werden kann.
Die jahreszeitlichen Grundwasserspiegelschwankungen liegen bei 0,4 bis 1,0 m.

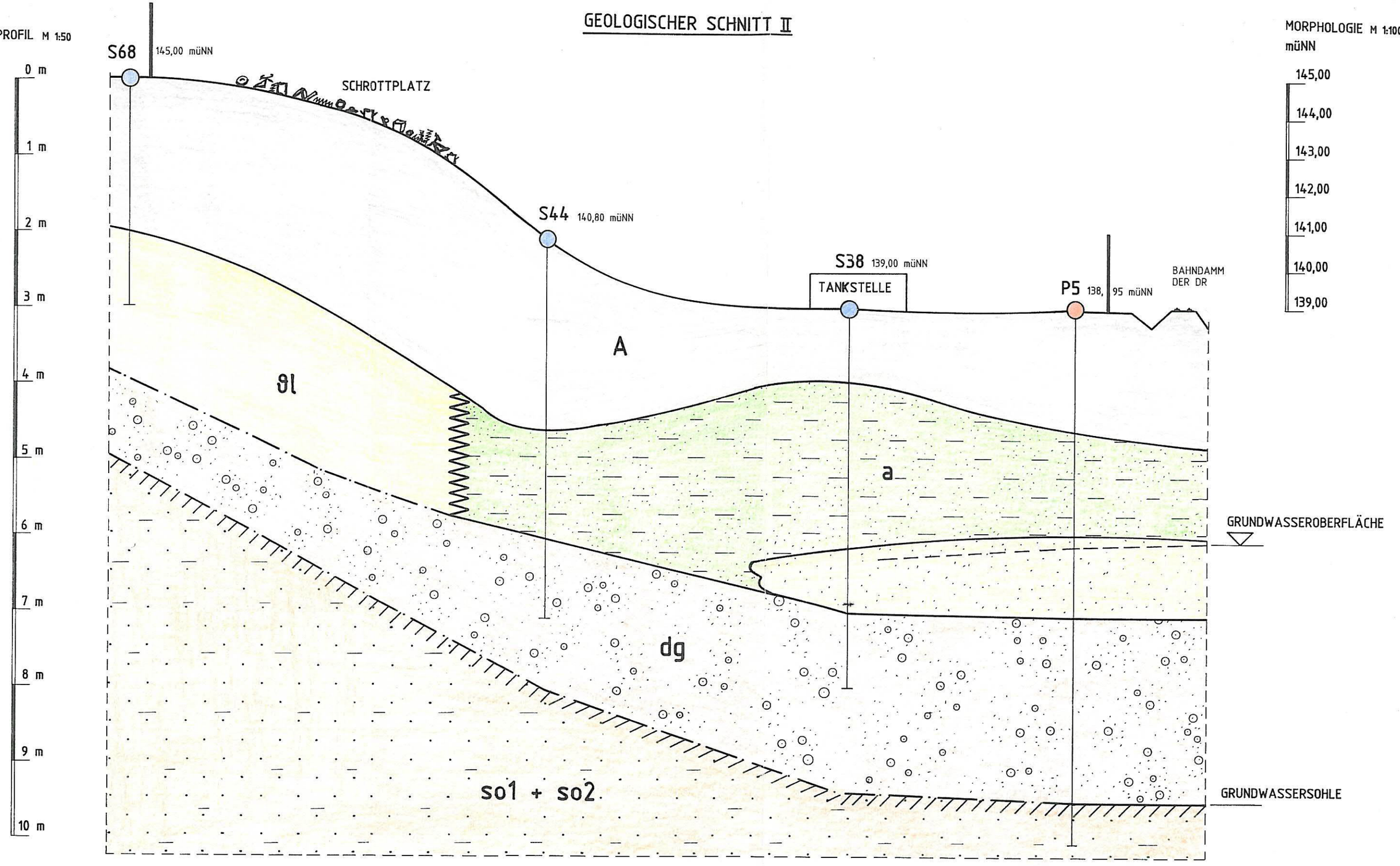
Das Grundwasser wird durch das geringe Gefälle und die geringen Fließgeschwindigkeiten nur allmählich an den Vorfluter abgegeben.
Die Transmissibilitäten des Saalekieses liegen nach K.GÖTZE (1985) zwischen $3,5 \times 10^{-3}$ m^2/s bis $9,6 \times 10^{-3}$ m^2/s.
Die Grundwasserverhältnisse sind nur schwach gespannt. Teilweise treten freie ungespannte Grundwasserverhältnisse auf.

Im Untersuchungsgebiet Zwätzen-Großbäckerei konnten lokal Bereiche mit stärkeren Zuflüssen über das Festgestein bzw. zusätzliche Versickerung von Oberflächenwässern festgestellt werden. Hier wurden stationäre Strömungsverhältnisse ermittelt (K.GÖTZE 1985).
Die Kurzzeitpumpversuche der auf dem WGT-Gelände abgeteuften Grundwasserpegel wurden zur Beprobung des Grundwassers durchgeführt.

Die Grundwasserpegel ermöglichen eine nähere hydrogeologische Untersuchung des Untersuchungsgebietes durch Langzeitpumpversuche, die Überwachung der Grundwasserqualität und eine Grundwassersanierung.

GEOLOGISCHER SCHNITT II

PROFIL M 1:50



MORPHOLOGIE M 1:100
müNN

145,00
144,00
143,00
142,00
141,00
140,00
139,00

HINWEIS:
LEGENDE SIEHE SCHNITT I!

INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, 0-6900 JENA

BEARBEITER: Jöke	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: L.: 1:1000 H.: 1:50
GEZEICHNET: Gla Schke	ZEICHNUNG: GEOLOGISCHER SCHNITT II	DATUM: 0./93
		BL.-NR.: SEITE 29

GEOLOGISCHER SCHNITT I

PROFIL M 1:50

SCHMIERSTOFF-
LAGER

S25 143,00 müNN

SCHMIEDE

P3 140,85 müNN

S13 WASCHRAMPE
139,00 müNN

S14 139,00 müNN

MÜLL-
VERLADE-
STATION

P1 139,67 müNN

BAHNDAMM
DER DR

0 m
1 m
2 m
3 m
4 m
5 m
6 m
7 m
8 m
9 m
10 m

A

S

a

dg

so1 + so2

GRUNDWASSEROBERFLÄCHE

GRUNDWASSERSOHLE

MORPHOLOGIE M 1:100
müNN
143,00
142,00
141,00
140,00
139,00

LEGENDE:

A AUFSCHÜTTUNG

HOLOZÄN:

S MUSCHELKALKHANGSCHUTT

ßl LÖSZLEHM

a AUELEHM

ALTWASSERSEDIMENT + FLUSSANDE

dg SAALESCHOTTER

OBERER BUNTSAND-
STEIN (RÖT):

so_1+so_2 SALINAR-RÖT-FOLGE + PELIT-RÖT-FOLGE

INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, O-6900 JENA

BEARBEITER: Göhre

GEZEICHNET: Glaschke

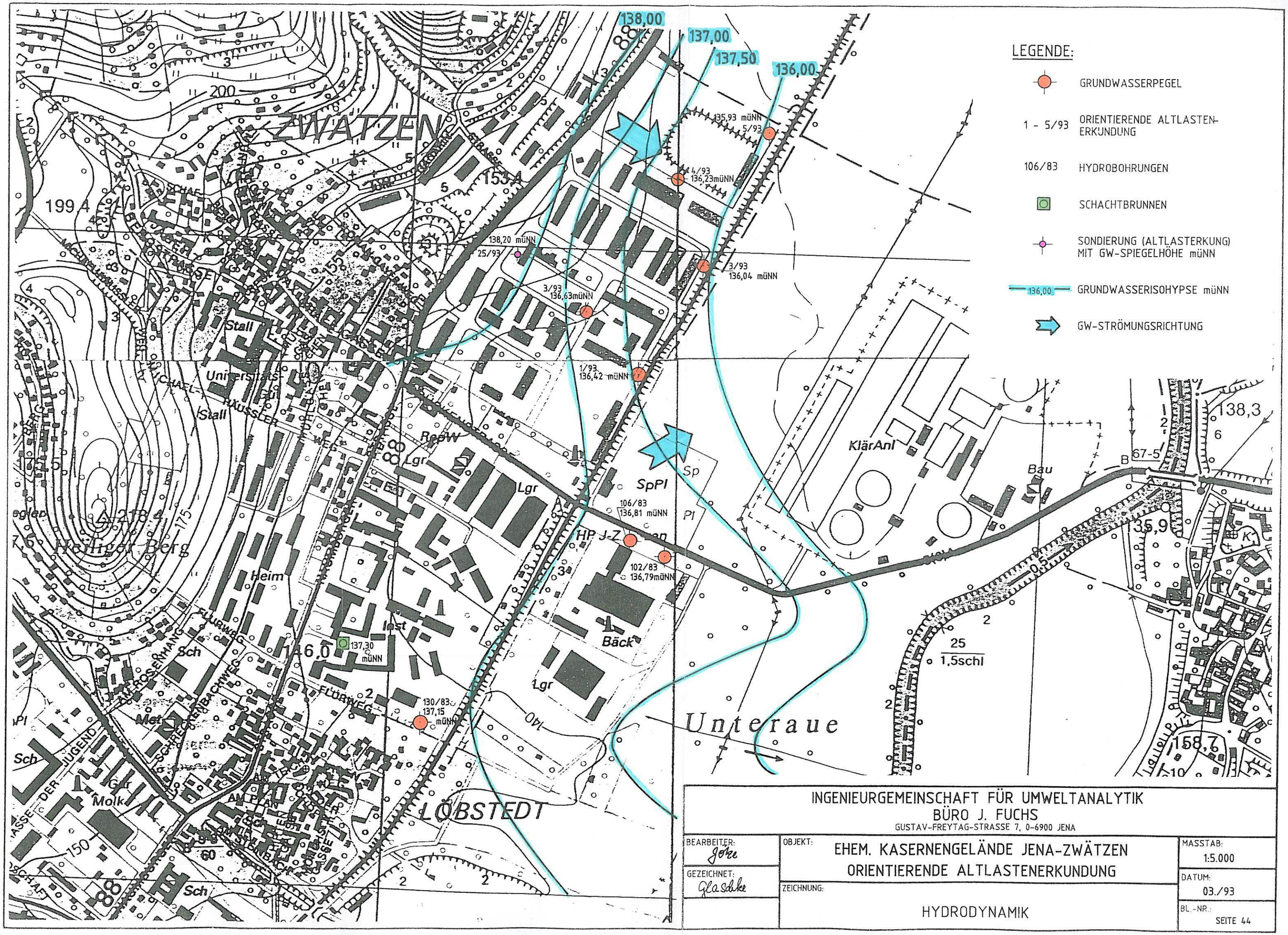
OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN
ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG

ZEICHNUNG: GEOLOGISCHER SCHNITT I

MASSTAB: L.: 1:1000 H.: 1:50

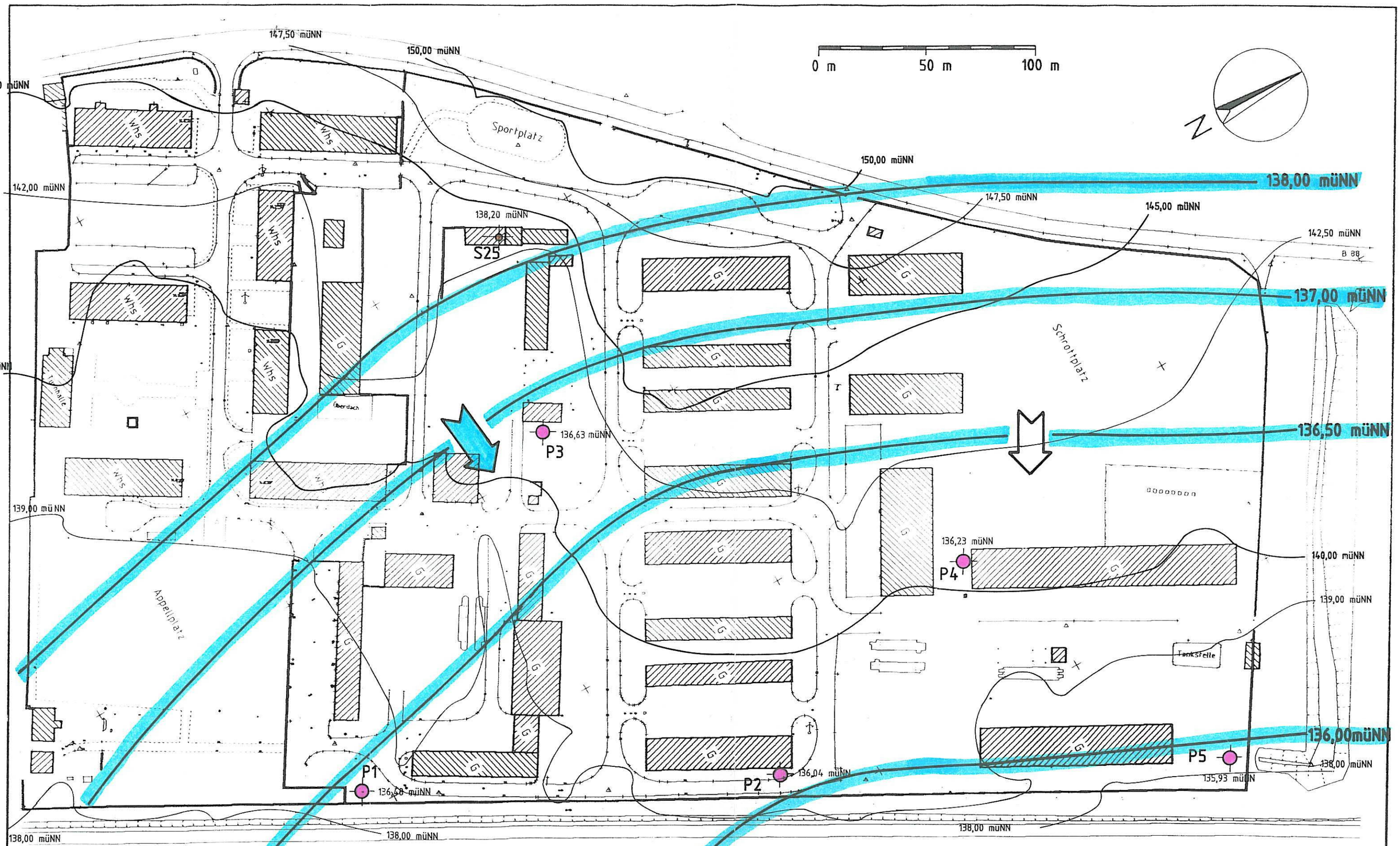
DATUM: 03./93

BL.-NR.: SEITE 28



INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, 0-6900 JENA

BEARBEITER: Jokr	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: 1:5.000
GEZEICHNET: Glaschke	ZEICHNUNG: HYDRODYNAMIK	DATUM: 03./93
		BL.-NR.: SEITE 44



LEGENDE:

- PEGELBOHRUNG MIT GW-STAND müNN
- SONDIERUNG MIT GW-STAND müNN
- GRUNDWASSERISOHYPSEN
- GW-STRÖMUNGSRICHTUNG

INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, 0-6900 JENA

BEARBEITER: Jöke	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: 1:1600
GEZEICHNET: Glaschke	ZEICHNUNG: GRUNDWASSERDYNAMIK	DATUM: 03./93
		BL.-NR.: SEITE 45

5.6. Hydrochemische Verhältnisse

Die Hydrochemie des hier interessierenden oberen GW-Leiters Niederterrassenschotter der Saale wird vorallem durch folgende zwei Faktoren beeinflußt:

- die geogene Belastung durch Sulfat in Folge der Gipsauslaugung des Grauen Röt (so1), speziell der Fossilfreien Gipse (so1y) und

- den anthropogenen Schadstoffeintrag durch Landwirtschaft, Industrie, Abwässer und militärische Altlasten.

Die hydrochemischen Verhältnisse sind durch Wasseranalysen mehrere Altbrunnen im weiteren Untersuchungsgebiet bekannt und in der folgender Tabelle zusammengefaßt.

Die Daten stammen aus:

H - Hydrogeologischer Abschlußbericht (K.GÖTZE 1985)

NW - Hydrogeologisch-Technischer Bericht Notwasserversorgung der Stadt Jena (J.GÖTZE u. J.FUCHS Ingenieurgemeinschaft f. Umweltanalytik, Büro Fuchs):

Brunnen	Hy Je 102/83 H 1985	Hy Je 105/83 H 1985	Hy Je 106/83 H 1985	Bäckerei 25.3.81 BHI Gera	Hy Je 103/83 NW 1993	Inst.f. Tierseu. NW 1993	GW der TrinkwV. mg/l
GH °dH	39,3	45,9	37,9	47,8	n.b.	n.b	n.b.
KH °dH	n.b.	n.b.	n.b.	18,6	n.b.	n.b.	n.b.
Einheit mg/l							
NO_3	60,0	62,4	65,2	70,2	54,5	52	50
NO_2	<0,01	<0,01	0,02	0,19	0,01	0,01	0,1
NH_4	<0,1	<0,1	<0,1	n.b.	<0,01	<0,01	0,5
Cl	73,0	93,9	63,0	123,0	50,1	27,3	250
SO_4	357,6	459,0	302,0	n.b.	545	458	240
PO_4	0,32	0,18	0,17	n.b.	n.b.	n.b.	6,7
Na	58,0	54,8	43,2	n.b.	36,6	14	150
K	9,6	17,2	9,5	n.b.	23,3	3,5	12
Phenol	n.b.	n.b.	0,025	n.b.	0,006	0,004	0,0005
Fe	<0,1	0,12	0,12	n.b.	0,191	<0,01	0,2
Mn	<0,1	<0,1	<0,1	n.b.	0,24	<0,002	0,05
Trübung Geruch	n.b. belast.	n.b. n.b.	klar keiner	n.b. n.b.	klar keiner	klar keiner	
Sonst.	Ölfilm	n.b.	Algen-wuchs	n.b.	Bakter. belast.	Bakter. belast.	

Die Gesamthärte des Grundwassers liegt zwischen 35 und 60°dH.
Sie wird in erster Linie durch die Nichtkarbonat-Härte bestimmt.
Die Leitfähigkeit liegt im Durchschnitt bei 1000 µS.
Das Grundwasser gehört dem Typ der Ca-SO_4-HCO_3-Wässer an.
Bedeutendster hydrochemischer Parameter ist das Sulfat. Die Sulfatgehalte liegen zwischen 300 und 600 mg/l und übersteigen den Grenzwert der TVO von 240 mg/l.
Die Gips-Auslaugung bzw. der Zustrom von Festgesteinsgrundwasser

ist im Vergleich zu anderen Stadtteilen Jenas gering, wo Sulfat-Gehalte von über 1000 mg/l auftreten können.

Die Nitratgehalte liegen bedingt durch den Nährstoffeintrag durch Landwirtschaft und Kanalisation bei 60 mg/l und damit über dem Grenzwert der TVO von 50 mg/l. Das Grundwasser ist zum Teil bakteriologisch belastet.

Die Cl-Gehalte betragen 50 bis 100 mg/l. Sie zeigen eine leichte anthropogene Beeinflussung an, wobei diese weiter südlich im Zeiß-Industriegebiet Wiesenstraße mit Chlorid-Gehalten bis 200 mg/l deutlicher ausgeprägt ist.

Bei den Phenolen treten im nördlichen Stadtgebiet häufig Grenzwertüberschreitungen im Grundwasser auf.
Sie stehen wahrscheinlich gleich den erhöhten Cl-Werten mit dem Betrieb der Schadstoffverbrennungsanlage im ehemaligem Zeiß-Nordwerk in Verbindung.

Eine Mineralöl-Verunreinigung des Grundwassers (Altlastverdacht auf dem WGT-Gelände) wurde organoleptisch im Brunnen Hy Je 106, 250 m südlich des WGT-Geländes festgestellt.

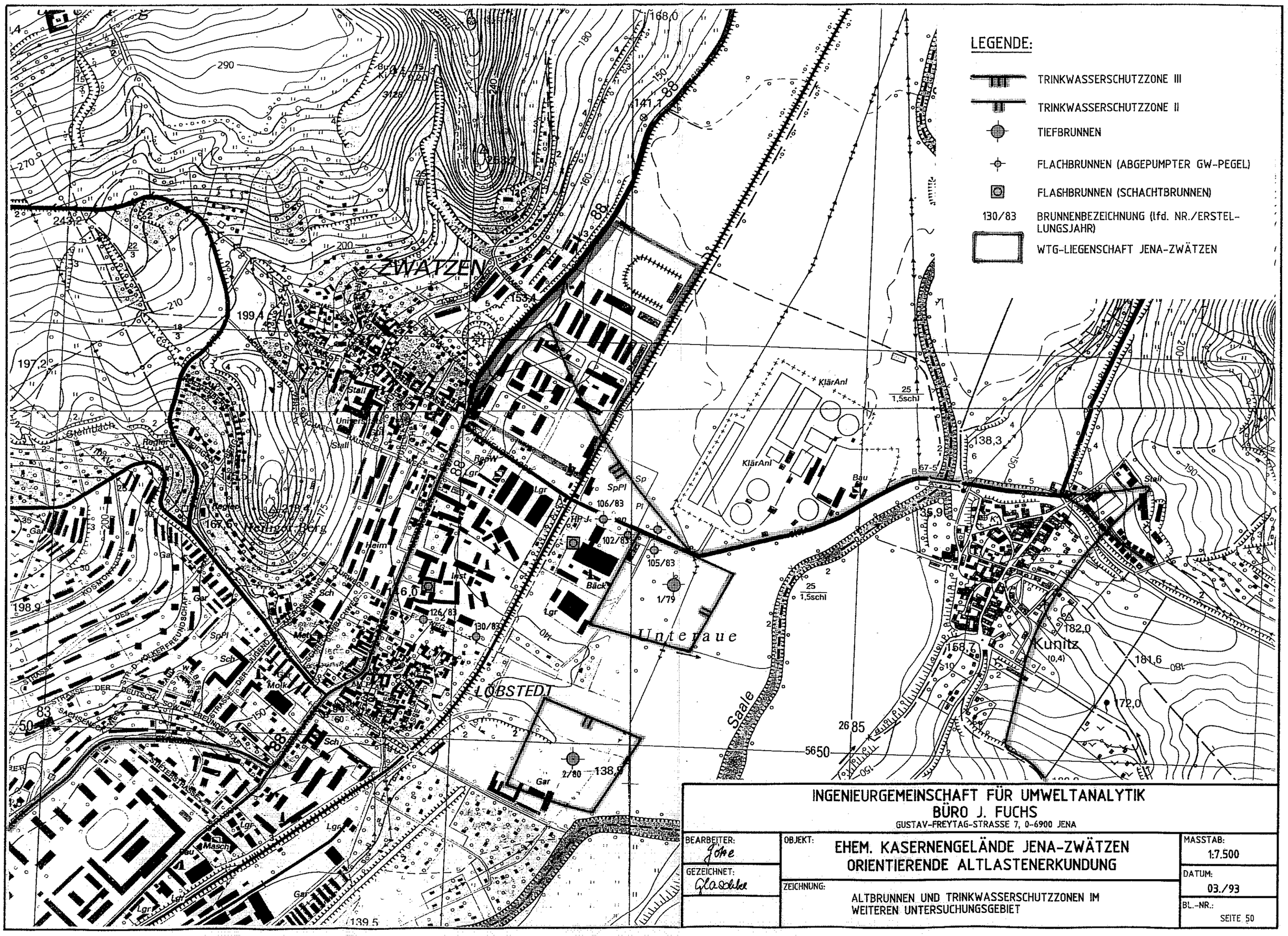
5.7. Trinkwasserschutzzonen

Das gesamte Untersuchungsgebiet befindet sich in der Trinkwasserschutzzone III.
Schutzzonen II und I umgeben die Tiefbrunnen Kunitz (Hy Je 304/83) und Talstein (Hy Je 303).

Der 250 m südlich des WGT-Geländes befindliche Brunnen Hy Je 106 wurde zur Nutzung als Notwasserbrunnen vorgesehen. Die benachbarten Brunnen Hy Je 102 und Hy Je 105 sind als potentielle Notwasserbrunnen nutzbar.

In der Bestätigung befindliche Notwasserbrunnen sind der Schachtbrunnen im Institut für Tierseuchenforschung und der Brunnen Hy Je 130 im Flurweg.

Trinkwasserschutzgebiete von zwei Tiefbrunnen, die für die Trinkwasserversorgung der Stadt von außerordentlicher Bedeutung sind.



INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, 0-6900 JENA

BEARBEITER: Göke	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: 1:7.500
GEZEICHNET: Glaschke	ZEICHNUNG: ALTBRUNNEN UND TRINKWASSERSCHUTZZONEN IM WEITEREN UNTERSUCHUNGSGEBIET	DATUM: 03./93
		BL.-NR.: SEITE 50

6. Laboranalytik

Nach der organoleptischen Bodenansprache im Zuge der Rammkernsondierarbeiten konnten auf der gesamten Fläche 4 großräumigere Bereiche mit stärkeren Belastungen durch Kohlenwasserstoffe festgestellt werden. In diesen Bereichen wurden weitere Untersuchungen in der Schwermetallanalytik sowie der Bodenluftanalytik durchgeführt.
Insgesamt wurden 1.. Proben analysiert.
Die untersuchten Parameter werden im Unterpunkt 6.1. beschrieben und erläutert.

6.1. Untersuchungsparameter

6.1.1. Kohlenwasserstoffe

Kohlenwasserstoffe sind chemische Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff. Sie gliedern sich in kettenförmige und ringförmige Verbindungen. In der Umweltdiskussion spielen insbesondere die ringförmigen, aromatischen Kohlenwasserstoffe sowie die chlorierten und polychlorierten Kohlenwasserstoffe eine besondere Rolle.

Mineralölhaltige Rückstände sind beim Umgang und Gebrauch von Schmierölen anfallende Rückstände. Hierzu gehören in erster Linie Ablaßöle aus Motoren und Getrieben, aber auch Ölemulsionen, Öl-

Wasser-Gemische, Ölschlämme u.a.. Diese sind zum Teil mit Wasser, Staub, Sand, Abrieb aus Maschinen, Fetten, Kraftstoffresten verunreinigt.

Zu den Mineralölkohlenwasserstoffen gehören die n-Alkane, Isoalkane, cyclische Alkane, Alkene. Weiterhin gibt es aromatische Kohlenwasserstoffe, Asphaltene. Die Verarbeitungsprodukte sind flüssig. Physikalisch muß unterschieden werden zwischen den leichter flüchtigen und gleichzeitig leichter wasserlöslichen und den schwerlöslichen, schwerflüchtigen. Die Wasserlöslichkeit und der Dampfdruck nehmen mit zunehmender Kettenlänge ab.

Stoffgruppe	Siedebereich	Wasserlöslichkeit
Rohöle/Bitumen	gasförmig, fest	< 0,1 -250 mg/l
Vergaserkraftstoffe	30 - 200°C	100 - 250 mg/l
Mitteldestilate (Heizöl, Dieselkraftstoff)	70 - 370°C	5 - 20 mg/l
Schmieröle	330 - 600°C	< 0,1 - 250 mg/l

Es muß unterschieden werden in biogene / geogene Gehalte und anthropogen bedingte Anreicherungen an aliphatischen Kohlenwasserstoffen. Auch nicht anthropogen belastete Böden können einen hohen Kohlenwasserstoffgehalt aufweisen.

Laut DIN 38409 lassen umweltrelevante Konzentrationen der persistenteren höhermolekularen aliphatischen Kohlenwasserstoffe oder

ihrer Abbauprodukte in Böden keine nachteiligen Wirkungen auf Mensch, Tier und Pflanze erkennen.

Zugefügte Stoffe zu Schmierölen sind teilweise PAK, PCB, Benzolderivate und PCDD/F.

6.1.2. Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Die PAK's sind in Teeren sowie in Verbrennungsrückständen von Kohle- und Ölfeurungsanlagen anzutreffen. Hier von Bedeutung ist die Entstehung von PAK's durch die unvollstänige Verbrennung von Abfallstoffen, wie sie auf militärischen Liegenschaften der GUS oft praktiziert wurde.

PAK (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) entstehen bei der Verbrennung von Holz, Kohle usw. und können als Krebserreger wirken. Ein Beispiel ist die Umwandlung von Benzo(a)pyren in der Leber zum krebserregenden Benzo(a)pyren-4,5-epoxid.

6.1.3. Polychlorierte Biphenyle

Die PCB's sind ein Leitparameter für die Ablagerung bzw. Einleitung von Altöl, Kühl- und Isolierflüssigkeit, Transformatorenöl, Kondensatorwachs, Hydrauliköl etc., wie sie im Bereich einer militärisch genutzten Fläche auftreten können.

PCB's sind polychlorierte Biphenyle und kaum wasserlöslich. Sie lagern sich über die Nahrungskette im fetthaltigen Gewebe, Nervenzellen, Keimdrüsen und der Muttermilch an.

Wegen bisher geringen Mengen sind akute Erkrankungen selten; chronische Wirkungen führen unter anderem zu Wachstumshemmungen.

6.1.4. Leichtflüchtige arom. Kohlenwasserstoffe LAKW

Zu dieser Stoffgruppe, die vorallem in der Bodenluft nachgewiesen werden kann zählen Benzol, Toluol und Xylol, auch als BTX bekannt.

Benzol, Toluol und Xylol sind vorallem in Kraftstoffen, Lösungsmitteln, Farben, Lacken und Bitumen sowie Sprengstoffen enthalten.

Auf militärischen Gebieten ist insbesondere der Eintrag von Kraftstoffen und Lösungsmitteln in Betracht zu ziehen.

6.1.5. Leichtfl. halogenierte Kohlenwasserstoffe LHKW

Bei der Stoffgruppe der halogenierten (chlorierten) Kohlenwasserstoffen (Sammelbegriff CKW) handelt es sich vorallem um Trichlorethen (Tri), Tetrachlorethen (Per), 1,1,1-Trichlorethan, Dichlormethan und Tetrachlormethan (Tetra).
CKW sind wasserklare Flüssigkeiten, die ein sehr gutes Lösevermö-

gen gegenüber Fett, Öl, Harz, Gummi, Lack, Wachs, Kunststoff, Bitumen, Teer sowie einer Vielzahl ähnlicher Stoffe besitzen. Ihre Eigenschaften wurden lange Jahre verkannt. Während sich die flüchtigen Lösemittel in der Atmosphäre in einigen Monaten, z.T. in gefährliche Zwischenprodukte, zersetzen, sind sie im Wasser viele Jahre stabil. CKW könne ungehindert durch Beton in tiefer Schichten des Untergrundes gelangen und somit direkt ins Grundwasser.

Sie bilden um eine flüssige Phase, die bis auf die Aquifersohle sinkt, im Porenraum des Bodens eine gasförmige Phase, die mittels Bodenluftabsaugungen gefördert und bestimmt werden kann. Die Absaugung dieser gasförmigen Phase über Aktivkohlefilter läßt die Sanierung von CKW-Schäden im Bodenbereich zu, da durch das Konzentrationsgefälle während des Absaugens im Porenraum die flüssige Phase mehr und mehr "ausgast", d.h. in die gasförmige Phase übergeht, und entfrachtet wird. Grundwasser wird über Stripanlagen, die das Wasser von den CKW trennt, gereinigt.

Bei der gesundheitlichen Beurteilung muß zwischen akuten und chronischen Wirkungen unterschieden werden. Akute Gefährdungen wie Narkotisierung, Reizung der Luftwege und Schleimhäute, Leber- und Nierenschädigungen, Wirkungen auf das Nervensystem treten vorallem beim Arbeiten mit CKW auf. Mit den im Trinkwasser, in der Luft oder in Lebensmitteln vorkommenden Konzentrationen, die im Bereich von µg/l bzw. µg/kg liegen, sind die akut toxisch wirkenden Konzentrationen beim direkten Umgang mit den Lösungsmit-

teln nicht zu vergleichen. Die im Grundwasser vorkommenden Konzentrationen sind bei Dauergenuß noch nicht nachweislich gesundheitsschädigend - werden jedoch als nicht ins Trinkwasser gehörende Stoffe deklariert, da sich bei Tierversuchen, wenn auch weitaus höherer Konzentrationen, als kanzerogen gezeigt haben.

6.1.6. Schwermetalle

Es wurden einzelne Proben auf ihre Gehalte an Arsen, Cadmium, Blei und Kupfer untersucht.

Die untersuchten Schwermetalle gelten als Leitparameter für Altlasten (Cd - Pigmente, Galvanotechnik, Ni-Cd-Akkumulatoren, PVC-Stabilisatoren; Pb - Mineralöl, Schrot etc., Cu - Schrott, Patronenhülsen, Elektronikschrott), stellen eine Gefahr für das Schutzgut Grundwasser dar und können durch den Einbau in organische Substanz in Nutz- und Kulturpflanzen angereichert werden und über diesen Umweg indirekt die Gesundheit des Menschen gefährden.

Blei stammt meistens aus Kraftstoffen, denen es als Antiklopfmittel beigegeben wurde. Jede Bleiaufnahme ist eine Belastung des Organismus. Schädigungen treten am motorischen Nervensystem, den roten Blutkörperchen und der glatten Muskulatur auf. Blei gehört zu den am häufigsten auftretenden Schwermetallen.

6.1.3. Wasseranalytik

Die Auswahl der Parameter erfolgt nach den Richtlinien des Altlastenhandbuches Teil II, Parameterumfang Stufe 1-3.

Die mikrobiologische Untersuchung umfaßte die Bestimmung der Keimzahl und den Nachweis von Bakterien in der Schrittweisen Untersuchung lt. Anlage 1 der TrinkwV:

Escherichia coli
Coliforme Keime
Lactose
Endo-Agar

Besondere Aufmerksamkeit wurden den potentiellen, in der Bodenanalytik des Standortes nachgewiesenen Schadstoffen Kohlenwasserstoffe, CKW's und Schwermetalle gewidmet.

6.2. Bewertungsmaßstäbe

Als Grundlage für die Bewertung des Gefährdungspotentials von Schadstoffen in Boden, Wasser, Luft dienen die Grenzwerte und Richtlinien für Umweltmedien, in einer Veröffentlichung der Landesanstalt für Umweltschutz in Baden-Württemberg, Karlsruhe von 1989. Danach wird für Grundwasserkontaminationen überwiegend die Holland-Liste (Leitraad Bodensanering, Niederlande 04.11.1988) mit dem

A-Wert = nahezu unbelastet
B-Wert = noch tolerierbar, weitere Erkundung empfohlen
C-Wert = sanierungsbedürftig

zugrundegelegt.

Die C-Werte stellen Grenzwerte dar, bei deren Überschreitung ein Handlungsbedarf für Sanierungsmaßnahmen vorliegt.

Im Allgemeinen deckt sich der B-Wert und C-Wert der Holland-Liste mit dem S-Wert und dem U-Wert der Richtlinie der Hamburger Baubehörde zur Bestimmung des Gefährdungspotentials für Grundwasser bei Altablagerungen, Altschäden und aktuellen Schadensfälle, vom 31.12.1985.

Die Werte haben nur für die Stadt Hamburg eine verwaltungsinterne Bindung:

U-Wert = Schwellenwert für weitere Untersuchungen
S-Wert = Anhaltswert für die Sanierung

Das Land Thüringen hat in Bezug auf Grenzwerte für Boden, Wasser und Luft keine eigene Gesetzgebung. In der täglichen Praxis des Umweltministieriums, des Landesverwaltungsamtes und der Umweltämter Thüringens werden die Grenzwerte der Holland-Liste allgemein anerkannt und angewandt.

Unter Einbeziehung der hydrogeologischen Verhältnisse wurde die geogene Grundbelastung des Grundwassers bei der Bewertung mit in Betracht gezogen.

Die Wasserproben wurden mit den Grenzwerten der Anlage 2, Abschnitt I sowie Anlage 4 der Trinkwasserverordnung der BRD (TVO) sowie der Hollandliste verglichen. Die mikrobiologische Untersuchung umfaßte die Bestimmung der Keimzahl und den Nachweis von Bakterien in der Schrittweisen Untersuchung lt. Anlage 1 der TrinkwV.

Desweiteren wurden folgende Regelwerke in die Bewertung einbezogen:

* Grenzwerte zur Beurteilung des Angriffsgrades von Böden Säuregrad nach Baumann-Gully

* Beurteilung betonangreifender Wässer und Böden DIN 4030

* EG-Richtlinie des Rats über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch: Amtsblatt Nr. L299/11 vom 15.7.1980 mit Richtwerten und Höchstkonzentrationen

* WHO (1984): Guidlines for Drinking water quality mit Referenzdaten

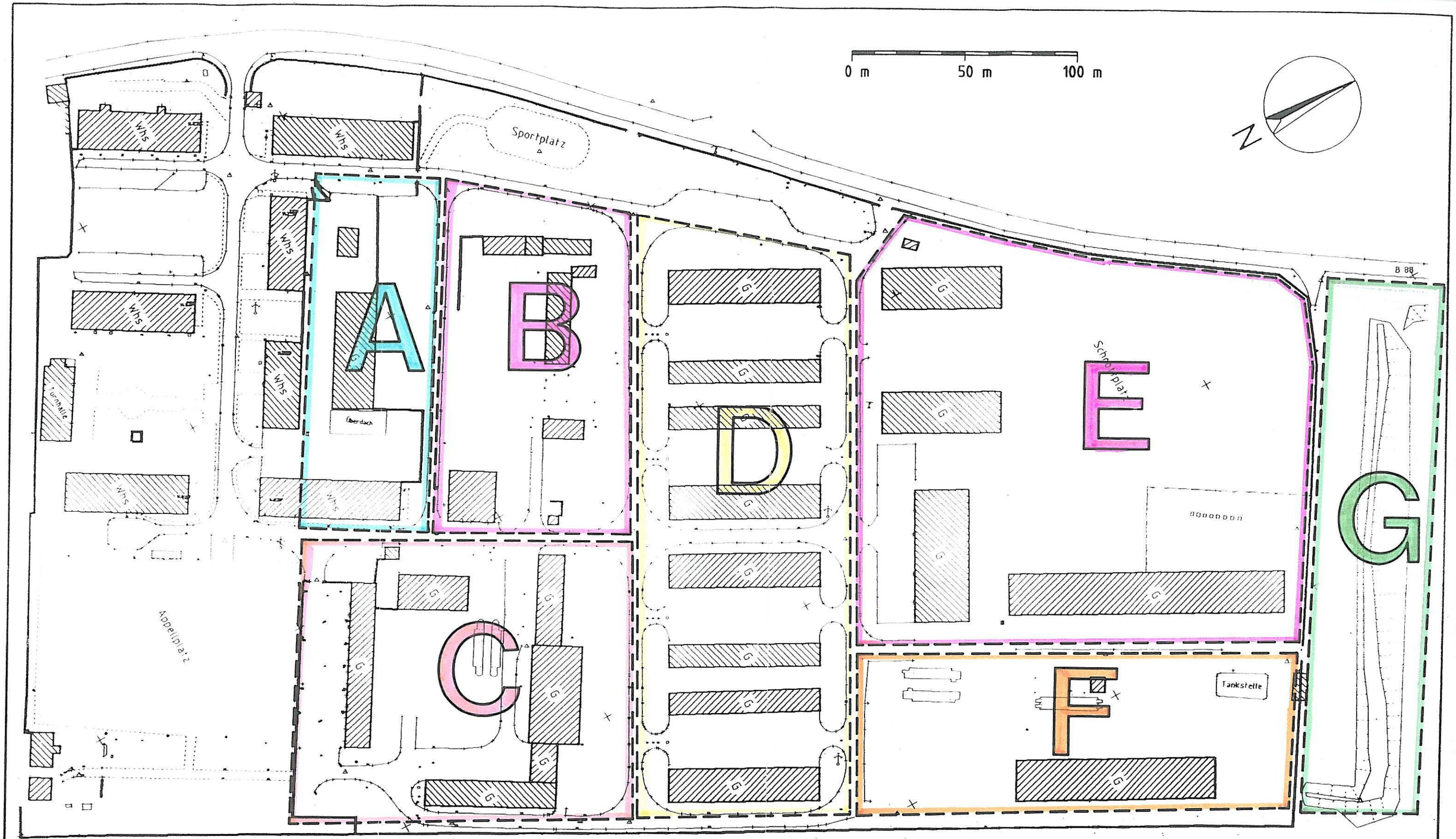
* Trinkwasserverordnung (TVO) vom 5.12.1990 (siehe Anlage)

* Milde,G. (1986): Orientierungsdaten für tolerierbare Grundwasserverunreinigungen

6.3. Auswertung der Laboranalytik

Um die Bewertung der Laborergebnisse übersichtlich zu gestalten, wurde die Untersuchungsfläche in sieben Einzelflächen unterteilt, die im Allgemeinen auch einem jeweiligen Hauptschadstoffemittenten enthalten. Die Flächen wurden alphabetisch von A bis G bezeichnet (s. Lageplan ...). Bei Zugrundelegung der Numerierung durch die Bestandsaufnahme der Geos-Ingenieurbüro-GmbH sind folgende Altlastverdachtsflächen (ALVF) den einzelnen Bereichen zugeordnet:

A	ALVF 1	Kohlenlagerplatz,
	ALVF 7	offene Garagenhalle,
B	ALVF 6	Reparaturstützpunkt,
	ALVF 8	Akkuladestation mit Säure- und Chemikalienlager,
	ALVF 9	Öl- und Schmierstofflager,
	ALVF 15	Schmiede,
	ALVF 16	abgelagerte Erdtanks,
C	ALVF 3	Garagenhalle mit Vorplatz,
	ALVF 4	Reparaturhalle,
	ALVF 5	Müllverladestelle/Müllsammelstelle,
D	ALVF 14	Erdtank mit Öl,
	ALVF 19	Garagenkomplex,
E	ALFV 11	Erdtankkomplex,
	ALVF 13	Schrottplatz,
	ALVF 17	Ausrüstungs- und Ersatzteillager,
	ALVF 20	Panzergaragen mit Parkplatzflächen,
	ALVF 22	Aufschüttung außerhalb des Objektes,
F	ALVF 10	Tankstellen- und Waschrampenkomplex,
	ALVF 12	Munitionsabbrandstelle,
G	ALVF 22	Aufschüttung außerhalb des Objektes.



LEGENDE:

— — — GRENZE DER UNTERSUCHUNGSBEREICHE

INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, 0-6900 JENA

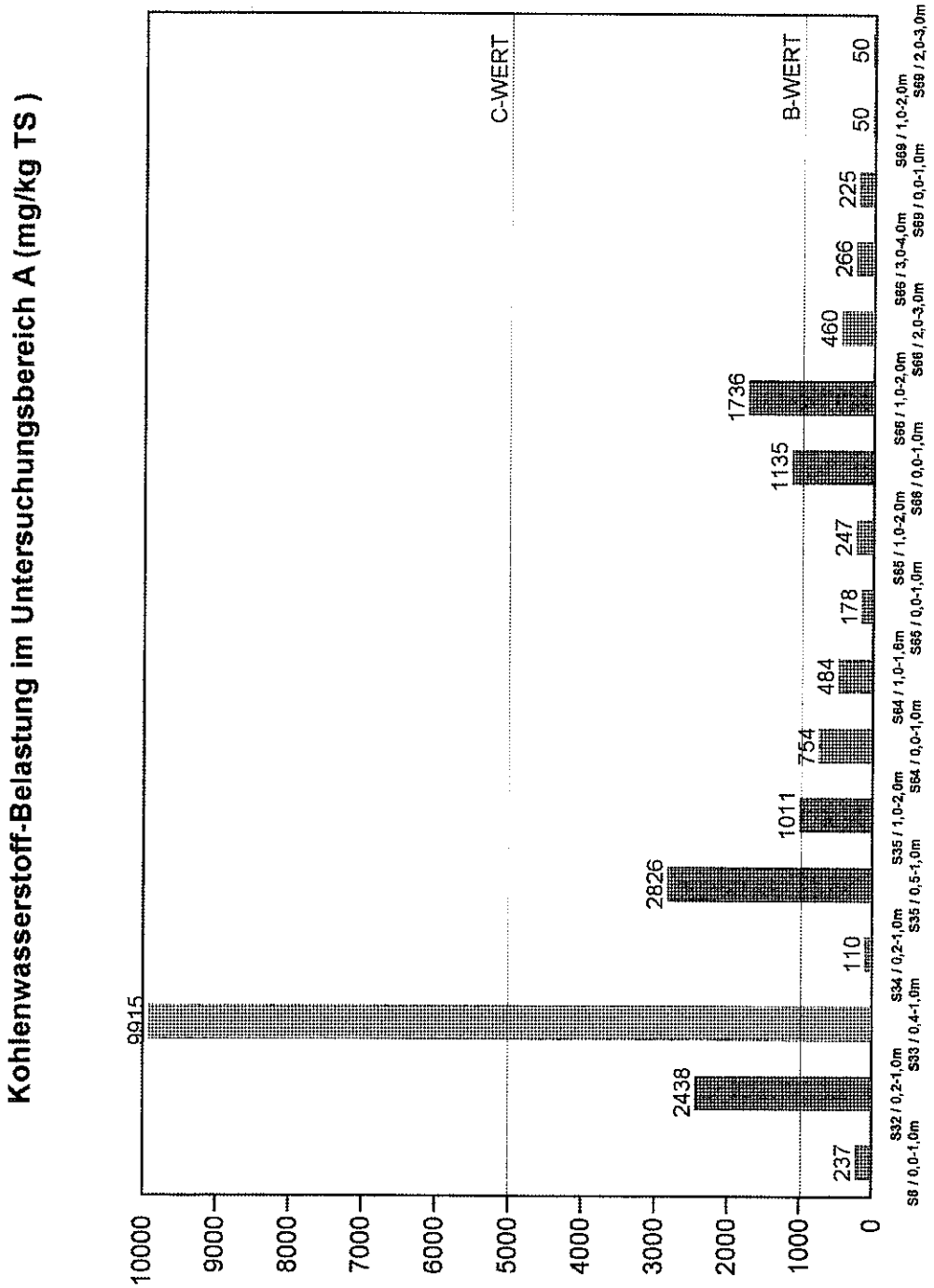
BEARBEITER: Gft	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: 1:1600
GEZEICHNET: Glaschke	ZEICHNUNG: GLIEDERUNG DER UNTERSUCHUNGSBEREICHE	DATUM: 03./93
		BL.-NR.: SEITE 61

6.3.1. Laborergebnisse Bereich A

Im Bereich A wurden die Sondierungen S6, S32 - S35, S66 und S69 abgeteuft. Im Bereich der Sondierung S11 konnten Kohlenwasserstoffbelastungen zwischen A und B-Wert festgestellt werden, die als tolerierbar zu bezeichnen sind. Im Bereich der offenen Garagenhalle (Altlastverdachtsfläche Nr. 7) konnten in den Sondierungen S32 - S35 und S66 im oberflächennahen Bereich (Sondierungen bis 1 m Tiefe) Kohlenwasserstoffgehalte zwischen B und C bzw. bei Sondierungen S33 über dem C-Wert der Hollandliste festgestellt werden. In den Sondierungen S35 und S66 konnte die Belastung über dem B-Wert der Hollandliste bis in eine Tiefe von 2 m nachgewiesen werden. Höchstbelastung bei S33 0,4 - 1 m mit 9.915 mg/kg, in den Sondierungen S32 und S35 Werte um 2.500 mg/kg Trockensubstanz. Um die mögliche Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser zu ermitteln wurden die Bodenproben der Sondierung S66 eluiert und der KW-Gehalt des Eluates bestimmt. Er liegt mit 0,22 bzw. 0,27 mg/l unter dem Wert für die Deponieklasse II von 1 mg/l.

Die Bodenluftanalytik in Sondierung S8, im ehemaligen Munitionslager sowie im augenscheinlichen Farbspritzraum, weisen geringste Mengen an Tetrachlorethen auf, die jedoch nicht grenzwertüberschreitend sind. LHKW-s konnten nicht nachgewiesen werden.
Weiterhin konnten im gesamten Bereich C bei den untersuchten Proben keine Grenzwertüberschreitung der Schwermetallgehalte festgestellt werden.

Diagramm KW-Belastungen Bereich A



6.3.3. Laborergebnisse Bereich B

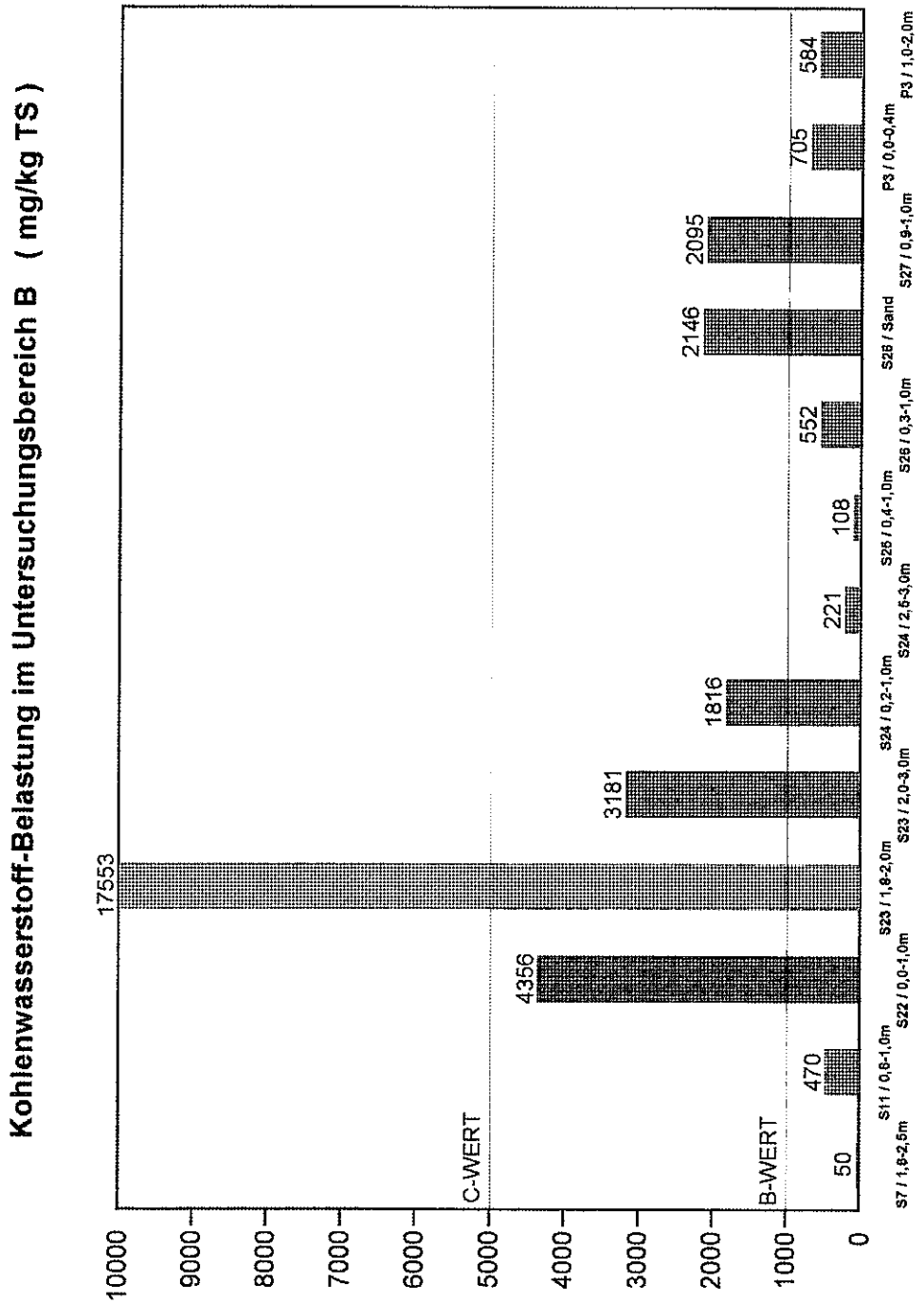
Im Bereich B wurden die Sondierungen S7 - S9 und S21 - S29 abgeteuft. Die Sondierungen S22 bis S27 weisen bis auf S25 sämtlich bis in eine Tiefe von 2 m Kohlenwasserstoffgehalte im Bereich zwischen B- und C-Wert der Hollandliste auf (im Mittel um 3.000 mg/kg). Dabei stellt die Sondierung S23 das vermutliche Schadenszentrum mit Werten bis zum 4-fachen des C-Wertes dar. In diesem Bereich wurde auch durch das Vorgutachten eine Belastungen bis zum 2,5-fachen des C-Wertes festgestellt.

Die Metallanalytik weist für S21 mit 330 mg/kg eine Bleibelastung zwischen B- und C-Wert der Hollandliste aus. Andere Metalle konnten in den untersuchten Proben nicht in grenzwertüberschreitenden Konzentrationen festgestellt werden.

Es konnten in den untersuchten Bodenproben keine Spuren von PCB oder Cyaniden in grenzwertüberschreitenden Konzentrationen nachgewiesen werden.

Die im Bereich der Sondierung S26 gewonnene Bodenluft weist einen erhöhten Gehalt an leichtflüchtigen halogenen Kohlenwasserstoffen auf (Hauptkomponente: Tetrachlorethen). Der Wert von 2,927 mg/m³ CKW ist noch unter dem in Baden-Württemberg angegebenen Sanierungsrichtwert von 5 mg/m³ Bodenluft. Jedoch weist dieser Wert auf den Umgang mit dem Lösungsmittel Tetra hin. BTX konnten im Bereich S26 nicht nachgewiesen werden.

Diagramm KW-Belastungen Bereich B



6.3.3. Laborergebnisse Bereich C

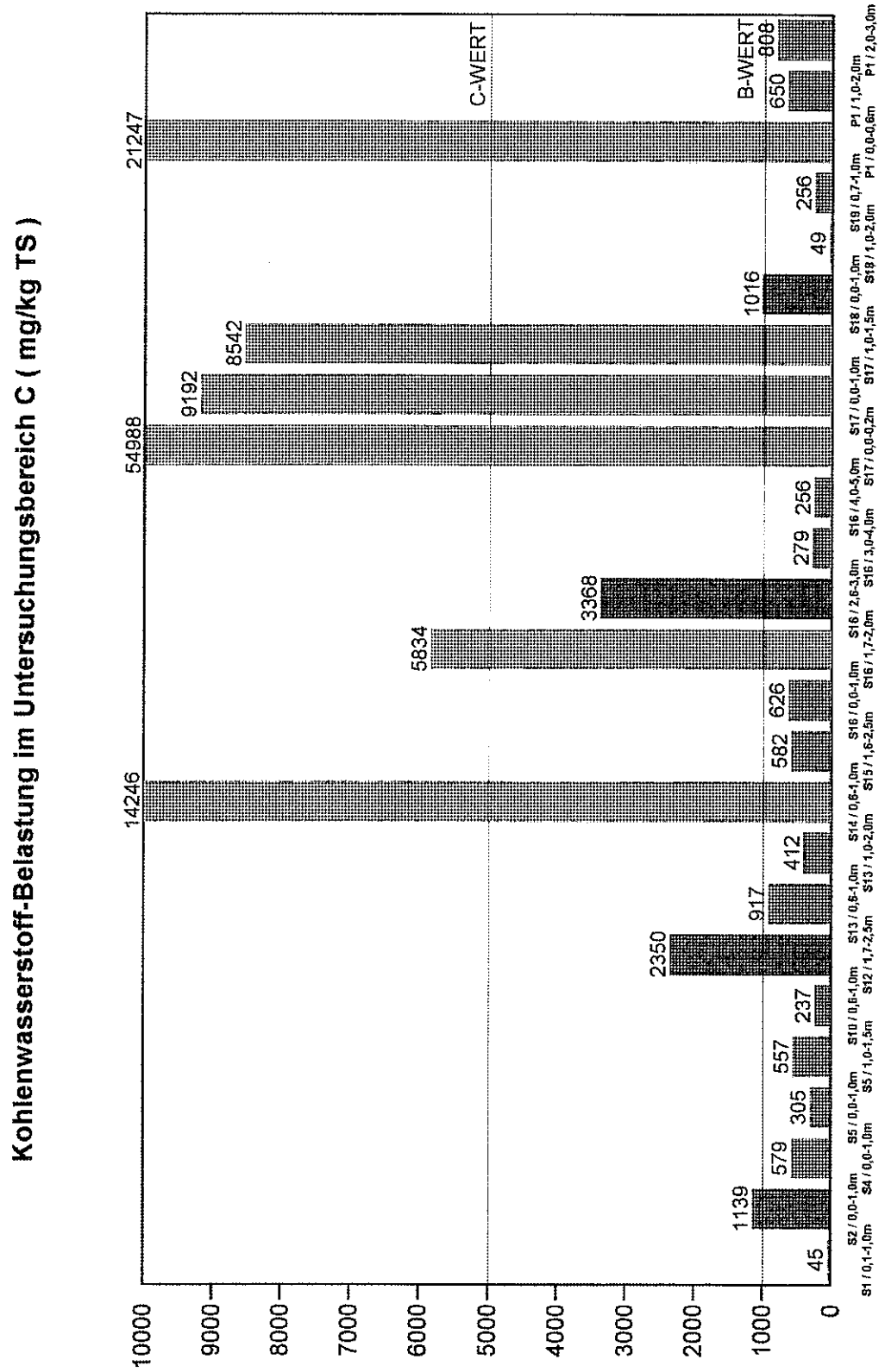
Im Bereich C befinden sich die Sondierungen S1 - S5 und S10 - S20. Im Bereich des südlichen Garagenkomplexes, in dem höchstwahrscheinlich die Nachrichtenkompanie untergebracht war konnte lediglich bei der Sondierung S2 im Horizont von 0 - Kohlenwasserstoffbelastung über dem B-Wert der Holländliste (1.000 mg/kg) mit 1.139 mg/kg festgestellt werden. Im Bereich der Reparaturrampe (S13) wurde im oberflächennahen Bereich der B-Wert mit 916 mg/kg kurz unterschritten. Die Sondierung S12 wurde in einer Reparaturgrube der nördlichen Garage niedergebracht - es konnte mit einer Kohlenwasserstoffbelastung von 2.350 mg/kg über dem B-Wert der Hollandliste analysiert werden. Die Sondierung S14 im Freiflächenbereich des Abschnittes A weist in einer Tiefenlage von 0,6 bis 1,0 m mit 14.246 mg/kg Kohlenwasserstoffgehalt eine deutliche Überschreitung des C-Wertes der Hollandliste (5.000 mg/kg) auf. Ebenso sind die hohen Mineralölbelastungen im Bereich der Sondierungen S16 und S17 zu werten, die fast ausschließlich über dem C-Wert der Hollandliste liegen. In diesem Bereich befindet sich neben der Garagenanlage eine Art Abwassergrube, deren Wände stark ölverschmutzt sind. Im oberflächennahen Bereich der Sondierung S17 konnte ein Kohlenwasserstoffgehalt von 55 g/kg !! festgestellt werden. Dieser Wert bestätigte sich bei der Beprobung des Bohrkernes des Pegels P1. Im Bereich von 0-0,6 m konnte ein Mineralölgehalt von 21.247 mg/kg TS nachgewiesen werden.
Der gesamte südwestliche Bereich des Teilabschnittes C ist als sanierungsbedürftig anzusprechen.

Im Bereich der Sondierung S17 konnte im oberflächennahen Bereich eine Bleibelastung von 170 mg/kg festgestellt werden (B-Wert der Hollandliste: 150 mg/kg). Diese Bleibelastung ist im Zusammenhang mit den Mineralölverunreinigungen, die höchstwahrscheinlich aus Getriebe- bzw. Motorölen oder Vergaserkraftstoffresten stammen, zu begründen.

Die Ergebnisse der Bodenluftanalytik im Bereich C ergaben für die Müllverladestelle geringe Mengen von Benzol, Toluol und Xylol in der Bodenluft, die jedoch unter den Grenzwerten liegen sowie eine Belastung von LHKW mit 1,635 mg/m³ (Hauptkomponente: Tetrachlorethen).

Aufgrund der hohen Kohlenwasserstoffbelastungen im Bereich des Müllverladeplatzes wurden zwei Bodenproben aus dem Kern (0-1,0m und 2,0-3,0m) der Bohrung P1 auf Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und polychlorierte Biphenyle (PCB) untersucht. Die Proben weisen Summenkonzentrationen von 9,687 bzw. 2,964 mg/kg PAK's auf. Diese Werte liegen im Bereich zwischen A- (1 mg/kg) und B-Wert (20 mg/kg) der Hollandliste. Die Konzentrationen von 0,144 und 0,079 mg/kg PCB liegen unterhalb des B-Wertes der Hollandliste von 1 mg/kg TS und sind als tolerierbar zu bezeichnen.

Diagramm KW-Belastungen Bereich C



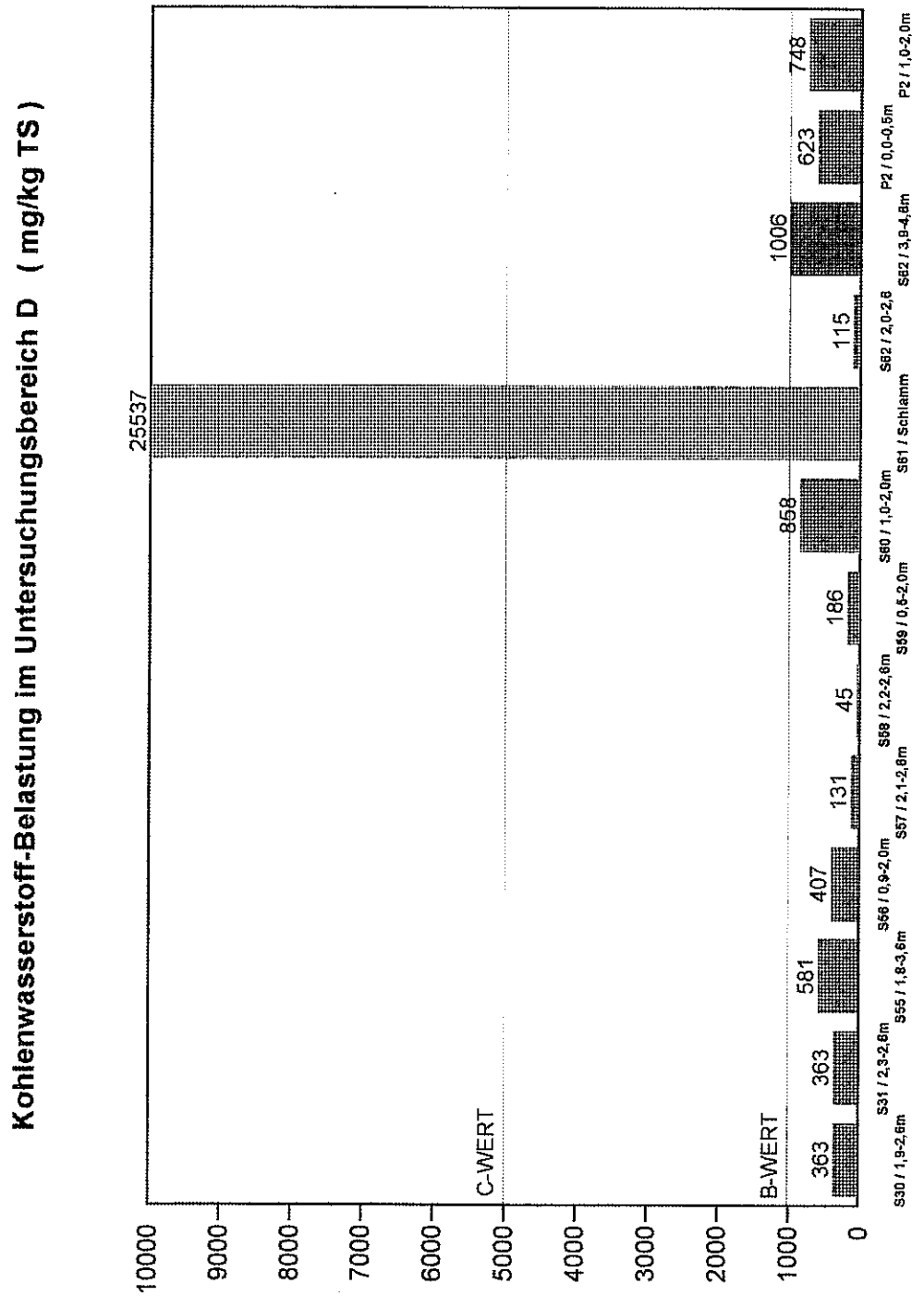
6.3.4. Laborergebnisse Bereich D

Der Bereich D umfaßt den gesamten Garagenkomplex im Zentralbereich der untersuchten Fläche. Es wurden stichprobenartige Sondierungen in den Garagen, vordergründig in den Reparaturmulden und zwei Sondierungen (S76 und S77) im Bereich zweier unterirdischer Benzin- und Öltanks (ALVF 14) durchgeführt. Im Bei[redacted] wurden die Sondierungen S30, S31, S55 - S63, S76 und S7[redacted] teuft. Kohlenwasserstoffgehalte über dem B-Wert der Hollandliste (1.000 mg/kg) konnten im Bereich der Sondierung S60 (0,5 - 1,0 m) sowie S62 (3,85 - 4,55 m) festgestellt werden. In der Sondierung S61 konnte bis in den Kapillarsaum des Grundwassers abgeteuft werden und eine Schlammprobe entnommen werden, die einen Kohlenwasserstoffgehalt von 25.537 mg/kg aufweist, was deutlich über dem C-Wert der Hollandliste (5.000 mg/kg) liegt. Die anderen Sondierungen weisen mit Kohlenwasserstoffgehalten zwischen A- und B-Wert Belastungen im tolerierbaren Bereich auf.

Die Schwermetallanalytik mit den Parametern Arsen, Cadmium, Blei, Kupfer weist bei den untersuchten Proben im Abschnitt D keine Grenzwertüberschreitungen auf. Ebenso konnten keine Grenzwertüberschreitungen bei den untersuchten Proben auf die Parameter Cyanid, PAK und PCB festgestellt werden.

Die im Bereich S62 genommene Bodenluft weist jedoch erhöhte Gehalte an leichtflüchtigen halogenen Kohlenwasserstoffen auf. Der in Baden-Württemberg angegebene Richtwert von 5 mg/m³ wird mit 5,261 mg/m³ in der Summe der CKW-s überschritten. Hauptkomponente stellt Chloroform mit 3,63 mg/m³ sowie 1,1,1-Trichlorethan dar.

Diagramm KW-Belastungen Bereich D



6.3.5. Laborergebnisse Bereich E

Der Bereich E umfaßt zwei Garagen im nördlichen Teil des Untersuchungsgelände, ein Lagergebäude, eine großräumige Garage sowie im Zentralbereich den Schrottplatz, der zur Zeit der Untersuchung mit Schrott voll lag. Im Bereich E wurden die Sondierungen S43, S44, S48 - S54, S67, S68, S70 - S72 abgeteuft.

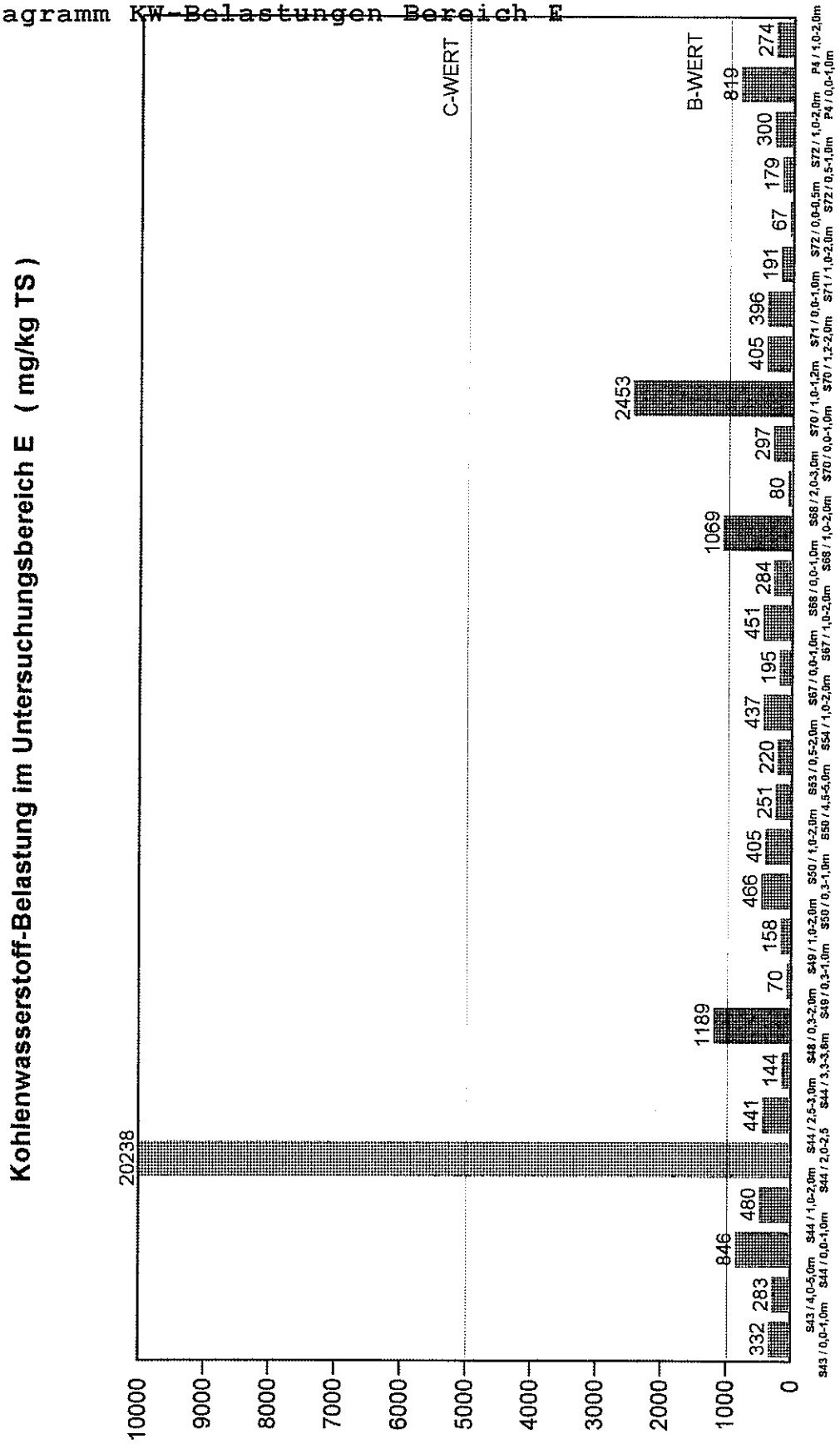
Die Kohlenwasserstoffbelastungen der im Bereich E untersuchten Bodenproben liegen im allgemeinen zwischen dem A- und B-Hollandliste. Im Bereich S44 unterhalb der 8 eingegrabe[redacted]tanks konnte jedoch in einer Tiefe von 2 bis 2,5 m ein mit 20.238 mg/kg Trockensubstanz eine Kohlenwasserstoffbelastung über dem 4-fachen des C-Wertes der Hollandliste festgestellt werden. Um die mögliche Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser zu ermitteln wurde die Bodenproben der Sondierung S68 0-1,0m eluiert und der KW-Gehalt des Eluates bestimmt. Er liegt mit 0,22 mg/l unter dem Wert für die Deponieklasse II von 1 mg/l.

Grenzwertüberschreitung der Parameter Arsen, Cadmium, Blei, Kupfer und Cyanid konnten in den untersuchten Bodenproben im Bereich E nicht festgestellt werden.

Ebenso sind bei den untersuchten Bodenproben keine Belastungen mit PAK und PCB feststellbar.

Bei der Bodenluftanalytik konnten im Bereich S50 in der Summe 7,813 mg/m³ CKW-s festgestellt werden. Im Bereich S52 lag die Summe der CKW-s bei 0,578 mg/m³. Die Hauptkomponente der CKW im Bereich der Bodenluftanalytik der Sondierung S50 ist Tetrachlorethen.

Diagramm KW-Belastungen Bereich E

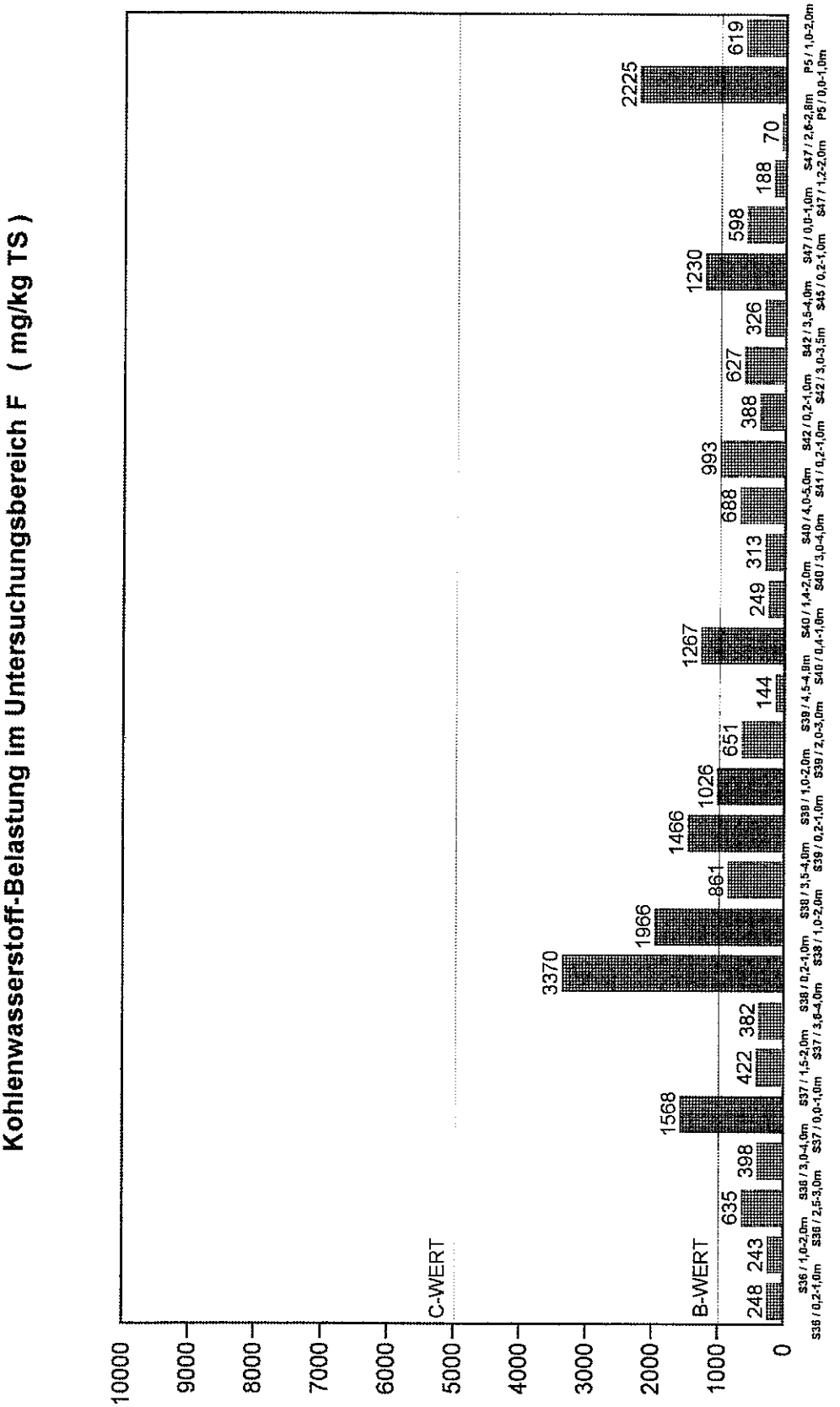


6.3.6. Laborergebnisse Bereich F

Der Bereich F umfaßt die Tankstelle, den Waschrampenkomplex und eine Panzergarage. Im Bereich F wurden die Sondierungen S36 - S41, S45 - S47 sowie der Pegel P5 abgeteuft.
Die nachgewiesenen Kohlenwasserstoffgehalte liegen meistens in der Mitte zwischen A- und B-Wert der Hollandliste. Lediglich im oberflächennahen Bereich bis 1 m, bei Sondierungen 38 und 39 auch in Bereichen bis 2 m liegen die Kohlenwasserstoffgehalte zwischen B- und C-Wert der Hollandliste (höchster Wert bei S38 3.370 mg/kg TS). Der oberste Bohrmeter der Bohrung P5 weist ebenfa[redacted] 2.225 mg/kg eine KW-Konzentration zwischen B- und C-Wert der Hollandliste auf.

Weitere Grenzwertüberschreitungen konnten bei den untersuchten Bodenproben bei den Parametern Arsen, Blei, Cadmium, Cyanid PCB und PAK nicht nachgewiesen werden.

Diagramm KW-Belastungen Bereich F

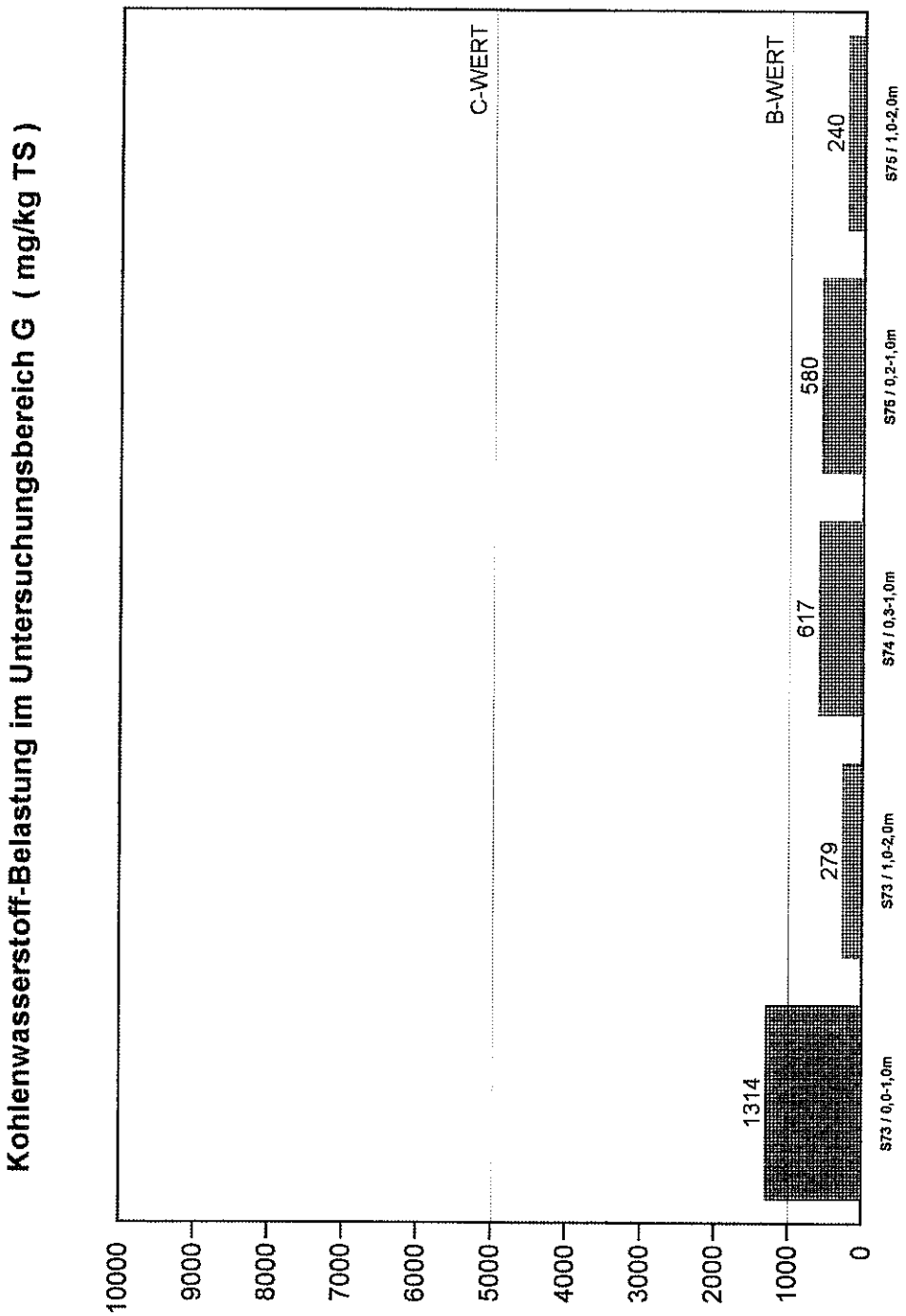


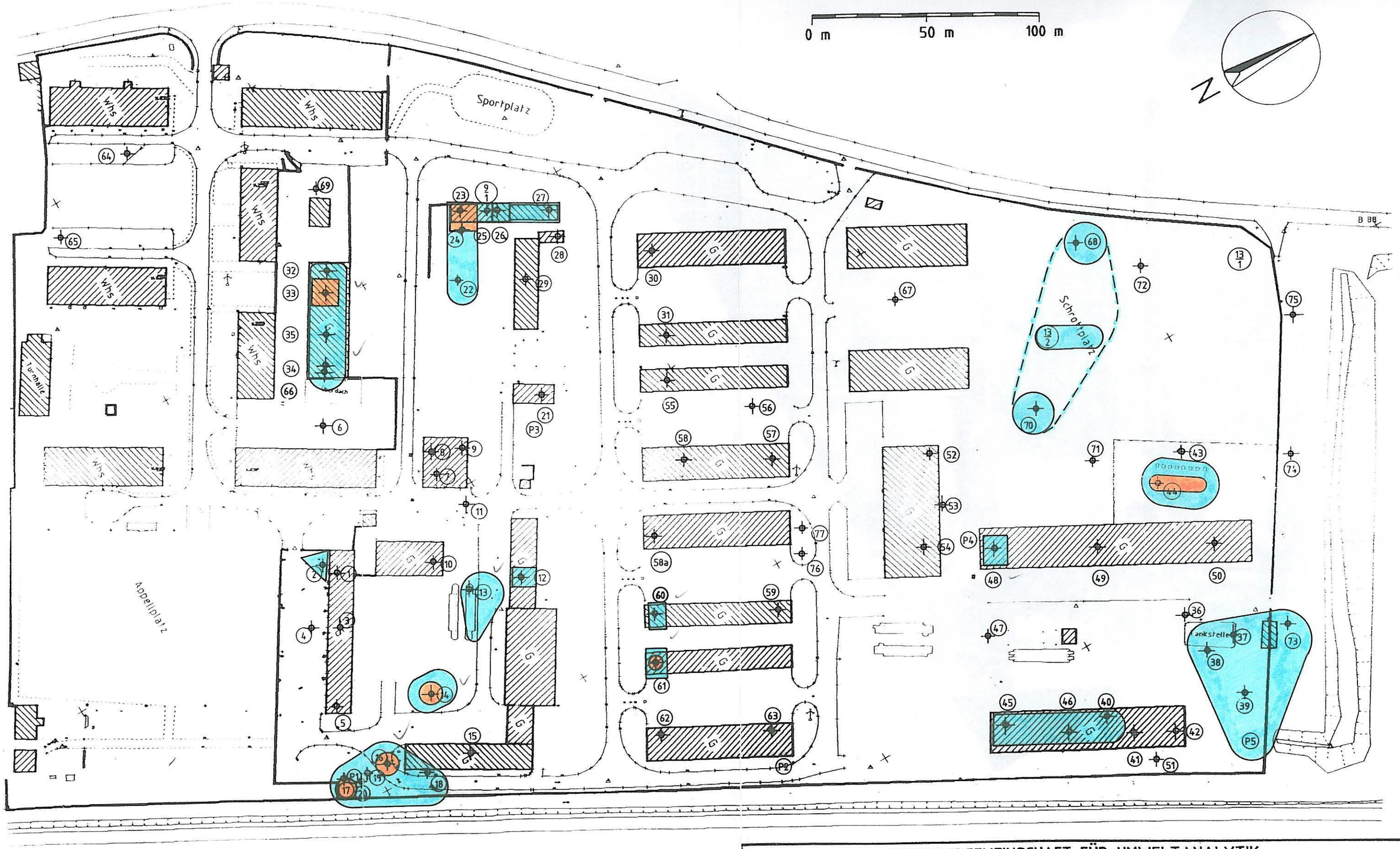
6.3.6. Laborergebnisse Bereich G

Im Bereich G wurden die Sondierungen S73 - S75 abgeteuft. Die gewonnen Bodenproben wurden nach Kenntnis der vorangegangenen Untersuchungen und Feldbestimmungen mittels PID nur auf Mineralölverunreinigungen untersucht.

Es konnte lediglich im Bereich von S73 mit 1.314 mg/kg im oberflächennahen Bereich eine KW-Belastung über dem B-Wert der Hollandliste nachgewiesen werden. Diese ist im Zusammenhang mit den Belastungen aus Bereich F S37 - S39 und der Pegelbohrung P5 (ehem. Tankstelle) zu sehen.

Diagramm KW-Belastungen Bereich G





LEGENDE: KOHLENWASSERSTOFFBELASTUNGEN 0 - 3 m

B-WERT 1000 mg/kg TS

C-WERT 5000 mg/kg TS

INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, 0-6900 JENA

BEARBEITER: Gt	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: 1:1600
GEZEICHNET: Glaschke	ZEICHNUNG: LAGE DER KW-BELASTETEN BEREICHE	DATUM: 03./93
		BL.-NR.: SEITE 77

LEGENDE:

(Nr.) UNTERSUCHUNGSBEREICH BODENLUFT

LHKW/LAKW in µg/m³

- > 1 µg
- > 5 µg

INGENIEURGEMEINSCHAFT FÜR UMWELTANALYTIK
BÜRO J. FUCHS
GUSTAV-FREYTAG-STRASSE 7, 0-6900 JENA

BEARBEITER:	OBJEKT: EHEM. KASERNENGELÄNDE JENA-ZWÄTZEN ORIENTIERENDE ALTLASTENERKUNDUNG	MASSTAB: 1:1600
GEZEICHNET: Glaschke	ZEICHNUNG: LAGE DER BTX- UND CKW-BELASTETEN BEREICHE	DATUM: 03./93
		BL.-NR.: SEITE 78

6.4. Wasseranalytik

6.4.1. Ergebnisse Einzelparameter

6.4.1.1. Färbung, Trübung, Geruch

Das GW der Pegel ist nach den ausgeführten Pumpversuchen im allgemeinen farblos, klar und geruchlos.
Eine Ausnahme ist das Wasser des Pegels P1, welches trübes ist einen Geruch nach Öl und organischen Lösungsmitteln aufweist.

6.4.1.2. Temperatur

Die Temperaturen des GW liegen um die 11°C. Nur im Pegel 3 lagen die Temperaturen mit 11,6 °C leicht darüber.
Die Temperaturen liegen im normalen Temperaturbereich nicht anthropogen beeinflußter Grundwässer.
Im Gegensatz dazu treten im urbanisierten Stadtgebiet Jenas GW-Temperaturen bis 18,7°C auf (J.GÖTZE u. J.FUCHS, Bericht Notwasserprogramm Jena, 1992).

6.4.1.3. pH-Wert

Der pH-Wert ist mit 7,0 bis 7,2 neutral. Die Werte vor und nach den Pumpversuchen unterscheiden sich nur geringfügig.

6.4.1.4. Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit ist ein Maß für die Mineralisation (Salzfracht) des Grundwassers und damit ein Leitparameter für die Beurteilung einer GW-Kontamination durch Deponiesickerwässer, Salzablagerungen etc..

Die Leitfähigkeiten betragen nach den Pumpversuchen 1.430 bis 1.630 µS/cm. Sie liegen damit im Bereich der geogenen Grundbelastung und unter dem TVO-Grenzwert von 2.000 µS/cm.

6.4.1.5. Sulfat

Sulfat gilt als Leitparameter für die Sickerwässer von Bauschuttdeponien und Altablagerungen.
Die Sulfat-Gehalte betragen nach den Pumpversuchen 260 bis 480 mg/l und liegen damit über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 240 mg/l. Sie entsprechen jedoch der lokal-geogenen Grundbelastung.
Die geogene Grundbelastung ist in der Saaleaue (Pegel P1, P2 und P5) höher als im Bereich des Muschelkalkhangschuttes (P3 und P4).
Im Verlaufe der Pumpversuche steigt der Sulfat-Gehalt generell leicht an.
Eine anthropogene Beeinflussung des GW ist beim Parameter Sulfat nicht nachweisbar.

6.4.1.6. Chlorid

Chlorid ist ein Leitparameter für Schadstoffemissionen aus Hausmüll- und Bauschuttdeponien.

Die Chlorid-Konzentrationen liegen nach den Pumpversuchen zwischen 50 und 70 mg/l und entsprechen der Grundbelastung des weiteren Untersuchungsgebietes.
Nur beim Wasser des Pegels P3 ist mit einem Chlorid-Gehalt von 130 mg/l eine überdurchschnittliche, wahrscheinlich anthropogen bedingte Beeinflussung vorhanden. Es handelt sich um eine geringe Belastung, da die Cl-Konzentration weit unter dem Grenzwert der TVO von 250 mg/l und nur gering über dem A-Wert der Holland-Liste von 100 mg/l liegt.
Die Cl-Gehalte vor und nach dem Pumpversuchen unterscheiden sich nicht wesentlich.

6.4.1.7. Nitrat und Ammonium

Das Verhältnis der Nitrat- zu den Ammonium-Ionen läßt Rückschlüsse auf die Beeinflussung des GW durch Sickerwässer aus Altablagerungen zu. Im durch Sickerwässer beeinflußtem GW treten bei reduzierendem Milieu und saurem pH-Wert hohe Ammonium- und niedrige Nitrat-Gehalte auf. Im unbeeinflußten Grundwasser sind die Verhältnisse genau umgedreht.

Der Nitrat-Gehalt liegt bei den Pegeln P1, P2, P3, und P4 zwischen 43 und 59 mg/l. Bei den Pegeln P2 und P3 wird der Grenzwert der TrinkwV. (50 mg/l) überschritten.
Der am weitesten nördlich gelegene Pegel P5 hat einen Nitrat-Gehalt von 26 mg/l. Das Wasser hat Trinkwasserqualität und genügt damit dem EG-Richtwert für Trinkwasser von 25 mg/l Nitrat.
Die Nitrat-Gehalte vor und nach dem Pumpversuchen unterscheiden sich nur geringfügig.

Der einheitlich hohe Nitrat-Gehalt der zentral gelegenen Pegel P1, P2, P3 und P4 belegt eine gleichmäßig hohe, anthropogen bedingte Nitrat-Belastung des obersten GW-Leiters Saalekies.
Der Ammonium-Gehalt liegt bei allen Pegeln unter dem Grenzwert der TrinkwV..

Das Nitrat-Ammonium-Verhältnis gibt keinen Hinweis auf die Beeinflussung des GW durch Sickerwässer einer Altablagerung.

6.4.1.8. Nitrit

Die Nitrit-Konzentrationen der Pegel P1, P3, P4 und P5 liegen vor den Pumpversuchen gering über dem Grenzwert von 0,1 mg/l.

Nach dem Pumpen sind keine Grenzwertüberschreitungen der TrinkwV. nachweisbar.

6.4.1.9. Phosphor

Der Phosphor-Gehalt gibt einen Hinweis auf den Nährstoffeintrag ins GW über die Kanalisation oder Landwirtschaft.
Die ermittelten Phosphor-Gehalte liegen weit unter dem TVO-Grenzwert von 6,7 mg/l.
Der höchste Wert liegt bei 0,15 mg/l im Pegel P2. Er korreliert hier mit dem hohen Nitrat-Gehalt von 59 mg/l.

6.4.1.10. Calzium, Magnesium

Die Calzium-Konzentrationen nach dem Pumpversuchen betragen 167 bis 214 mg/l. Sie liegen damit unter dem TVO Grenzwert von 400 mg/l im Bereich der Gundbelastung des Untersuchungsgebietes (ca. 100 bis 250 mg/l.
Gleiches trifft für Magnesium zu, dessen Konzentrationen zwischen 40 und 44 mg/l betragen.

Das Ca/Mg-Verhältnis ist ein Anzeiger für eine anthropogene GW-Beeinflussung. Es liegt bei unbeeinflußtem GW bei ca. 3:1, wobei dieses Verhältnis durch die speziellen geologischen Verhältnisse bestimmten Schwankungen unterlegen ist.

Bei anthropogen beeinflußtem GW können Ca/Mg-Verhältnisse von 1:3 und darunter auftreten (J.Götze & J.Fuchs, Ber. Altablagerung Rothenstein b. Jena, 1992). Betrachtet man da Ca/Mg-Verhältnis der

Pegel im WTG-Gelände so ist bei einem Ca/Mg-Verhältnis von durchnittlich 4:1 keine derartige Beeinflussung festzustellen.

6.4.1.11. Kalium und Natrium

Die Kalium-Werte liegen zwischen 9,4 und 25 mg/l. Der TVO-Grenzwert (12 mg/l) wird bei den Pegeln P1, P2 und P3 überschritten. Dennoch befinden sich auch diese Konzentrationen im Bereich der geogenen Grundbelastung.

Die Natrium-Konzentrationen der Pegel P1, P2, P4 und P5 betragen 40 bis 62 mg/l und befinden sich im natürlichen Schwankungsbereich des Untersuchungsgebiets (10 bis 60 mg/l) sowie unter dem TVO-Grenzwert von 150 mg/l.

Der Na-Wert des Pegels 3 (121 mg/l) hebt sich deutlich von den umliegenden Pegeln ab. Die erhöhte Na-Konzentration des P3 korreliert mit dem erhöhtem Cl-Wert desselben Brunnens.

6.4.1.12. Eisen und Mangan

Eisen und Mangan sind die Metalle, die in relativ großen Mengen in Altablagerungen anzutreffen sind.
Auf Grund ihres geochemischen Verhaltens stellen sie die signifikantesten GW-Verunreinigungen der Metalle dar.

Eine TVO überschreitende Eisenkonzentrationen wurden bei Pegel P1 (0,36 mg/l) und Pegel P5 (0,21 mg/l) festgestellt. Das Wasser des Pegels P1 ist geringfügig anthropogen beeinflußt, die geringfügige Grenzwertüberschreitung beim Wasser des Pegels P5 liegt im Bereich der geogenen Grundbelastung (<0,1 bis 0,2 mg/l).
Die Eisen-Werte der anderen Pegel liegen weit unter dem TVO-Grenzwert (0,2 mg/l).

Die Mangan-Gehalt liegen zwischen 0,024 und 0,08 mg/l. Bei den Pegeln P1, P4 und P5 sind geringfügige Grenzwertüberschreitungen (TVO-Grenzwert 0,05 mg/l) festzustellen. Die geogene Grundbelastung liegt zwischen <0,1 bis 0,24 mg/l.

Die Fe- und Mn-Gehalte geben keinen Hinweis auf eine anthropogene Verunreinigung des GW.

6.4.1.13. Schwermetalle

Die Wässer wurden auf die Metalle Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber, Selen und Silber untersucht.
Das geförderte Grundwasser aller Pegel sowohl vor als auch nach den Pumpversuchen ist nicht mit den untersuchten Metallen grenzwertüberschreitend belastet.

6.4.1.14. Bor

Bor ist ein Indikator für die anthropogene Beeinflussung des Grundwassers durch Deponien und Altablagerungen.
Nach der Klassifikation MILDE (1986) existieren folgende Belastungsstufen:

Belastungsstufe	Bor-Gehalte (mg/l)
backround	0,02
beeinflußt	0,05
stark beeinflußt	1,00

Demzufolge sind die Wässer der Pegel P1 bis P4 als anthropogen beeinflußt einzustufen. Die höchsten Gehalte sind am Pegel P3 mit 0,33 mg/l nachweisbar. Der am weitesten nördlich gelegene Pegel P5 zeigt keine Bor-Belastung.
Die Bor-Gehalte erhöhen sich im Verlauf der Pumpversuche.

6.4.1.15. Kohlenwasserstoffe (Mineralöl)

Die Mineralölverunreinigungen der Bodenproben gaben Anlaß zu einer eingehenden KW-Untersuchung des GW (Kontaminationspfad Boden-Wasser).
ES wurden nach der Erstellung der GW-Pegel Schöpfproben entnommen und auf den Mineralölgehalt untersucht. Desweiteren wurde vor Beginn der Pumpversuche und danach der KW-Gehalt bestimmt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

Pegel	KW (Mineralöl) (mg/l) Schöpfprobe (19.4.93)	KW (Mineralöl) (mg/l) vor PV (24.-26.4.93)	KW (Mineralöl) (mg/l) nach PV (24.-26.4.93)
P 1	0,33	0,06	0,27
P 2	0,20	< 0,05	0,09
P 3	0,05	0,14	0,08
P 4	0,29	0,12	0,11
P 5	0,44	0,06	0,06

Die KW-Gehalte nach der Erstellung der Pegel (Schöpfprobe) liegen sämtlich über dem TVO-Grenzwert von 0,01 mg/l. Dieser Grenzwert liegt jedoch unterhalb ! der analytischen Nachweisgrenze von 0,05 mg/l und kann nicht zur Bewertung herangezogen werden. Außer dem Pegel P3 konnten Konzentrationen zwischen B- und C-Wert der Holland-Liste (0,2 bzw. 0,6 mg/l) nachgewiesen werden.

Die Kohlenwasserstoffkonzentrationen vor und nach den Pumpversuchen liegen bis auf die Wasser der Pegel P1 und P4 um den Bereich der Nachweisgrenze. Bei diesen beiden Pegeln liegen mit Werten von 0,11 bzw. 0,27 mg/l leicht erhöhte Kohlenwasserstoffkonzentrationen im Bereich zwischen A- und B-Wert der Hollandliste vor.

6.4.1.16. Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe

Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) sind organische aromatische Kohlenwasserstoffe mit ringförmiger Molekülanordnung, die durch unvollständige Verbrennung oder Pyrolyse von organischem Material insbesondere Holz und fossilen Brennstoffen (Kohle, mineralische Öle u.a.) entstehen.
Die PAK sind stark gesundheitsschädigend. Dies trifft insbesondere für die krebserregenden ("cancerogenen") Verbindungen zum Beispiel Benzo-(a)-Pyren zu.
Im Wasser sind die PAK gelöst und adsorbtiv an Feststoffe gebunden.
Auf dem WTG-Gelände z.B. am Müllverlade- und Verbrennungsplatz wurden von Abfallstoffe verbrannt, so daß die Möglichkeit einer PAK-Verunreinigung des GW besteht.

6.4.1.17. Leichtflüchtige Halogene Kohlenwaserstoffe

Die Gruppe der untersuchten leichtflüchtigen halogenierten (chlorierten) Kohlenwaserstoffe umfaßt die Stoffe Methylenchlorid, Chloroform, Tetrachlormethan, Trichlorethylen und Tetrachlorethylen. Es konnten keine grenzwertüberschreitenden Konzentrationen der oben genannten Stoffe nachgewiesen werden.

6.4.1.18. Phenol

Phenole sind aromatische Kohlenwasserstoffe mit OH-Gruppen.
Der Phenol-Gehalt wird meist über den Phenolindex bestimmt, da dieser sämtliche Phenole und phenolartige Substanzen erfaßt.
Auch beim Parameter Phenol liegt der gültige Grenzwert der Trinkwasserverordnung (0,0005 mg/l) unter der Nachweisgrenze von 0,004 mg/l).
Im Wasser des Pegels P1 konnte mit einer Konzentration von 0,013 mg/l Phenole bis gering unter dem B-Wert der Hollandliste (0,015 mg/l) nachgewiesen werden.
Das Wasser des Pegels P3 weist mit 0,006 mg/l geringste Spuren an Phenolen, die noch weit unter dem B-Wert der Hollandliste (0,015 mg/l) liegen, auf.
Die Wässer der Pegel P2, P4 und P5 weisen keine nachweisbaren Phenolgehalte auf.

6.4.1.19. Cyanid

Die Cyanid-Konzentrationen aller Pegel liegen unter den geltenden Grenzwerten.

Eine Cyanid-Belastung des beprobten GW ist nicht vorhanden.

6.4.1.20. Fluorid

Die Fluorid-Gehalte liegen zwischen 0,30 und 0,44 mg/l und damit weit unter dem TVO-Grenzwert von 1,5 mg/l.

6.4.1.21. Anionische Tenside

Die Werte für anionische Tenside liegen unter dem TVO-Grenzwert von 0,2 mg/l.

6.4.1.22. Bakteriologische Belastung

Die Pegel P1, P2, P3 und P4 sind bakteriologisch belastet. Dabei hebt sich der Pegel P1 deutlich von den anderen ab. Hier liegt die Keimzahl bei 29.700 und übersteigt damit den Grenzwert von 100 um ein Vielfaches. Im P1 konnten desweiteren eine große Anzahl coliformer Keime nachgewiesen werden.

Bei den Pegeln P2 und P3 liegt die Keimzahl ebenfalls über 100. Bei Pegel 3 konnten zudem coliforme Keime nachgewiesen werden.

Desweiteren konnten im Wasser des Pegels P4 coliforme Keime nachgewiesen werden, jedoch lag die Keimzahl des Wassers des Pegels P4 bei 20°C mit 94 unter dem Grenzwert von 100.

Das Grundwasser des Pegel P5 zeigt keine bakteriologische Belastung.

6.4.2. Zusammenfassung der Wasseranalytik

Die Hydrochemie des GW auf dem WTG-Gelände entspricht in seinen Hauptbestandteilen der geogenen Grundbelastung des weiteren Untersuchungsgebietes.

Die Leitfähigkeit, der pH-Wert die Gehalte an Sulfat, Chlorid, Calzium, Magnesium, Natrium und Kalium zeigen keine Abweichungen von der durch eine Vielzahl von Altbohrungen bekannten Grundbelastung.

Der den TVO-Grenzwert (240 mg/l) überschreitende Sulfat-Gehalt von 260-480 mg/l ist durch die Gipsauslaugung des Röt (z.B. Fossilfreie Gipse) zu erklären.

Der geogen bedingte Sulfat-Gehalt schließt ebenso wie das Ca/Mg-Verhältnis (4:1) eine anthropogene Beeinflussung des GW durch bauschutthaltige Altablagerungen z.B. im Bereich E (Schrottplatz) aus.

Der Nährstoffeintrag entspricht gleichfalls der Grundbelastung des weiteren Untersuchungsgebietes. Der Nitrat-Gehalt übersteigt bei P2 und P3 mit 59 und 58 mg/l den TVO-Grenzwert (50 mg/l). Die

Ammonium-, Nitrit- und Phosphor-Konzentrationen liegen unter den TVO-Grenzwerten. Das Nitrat/Ammonium-Verhältnis entspricht dem eines anthropogen (z.B. durch Altablagerungen) nicht beeinflußten GW.

Das GW enthält keine grenzwertüberschreitenden Konzentrationen folgender chemischer Inhaltsstoffe:

- Arsen, Antimon, Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber, Selen, Silber,
- Cyanid
- Fluorid
- LHKW und
- anionische Tenside.

Die leicht erhöhten Eisen- und Mangan-Gehalte der Pegel P1, P4 und P5 fallen noch in den Bereich der geogenen Grundbelastung.

Das Vorhandensein einer anthropogenen Belastung des GW wird bei folgenden Wasserinhaltsstoffen deutlich:

- Bor
- KW (Mineralöl)
- bakteriologische Belastung.

Die Bor-Gehalte übersteigen den Schwellenwert von 0,05 nach MILDE (1986) und charakterisieren das GW als anthropogen beein-

flußt. Die Intensität der Beeinflussung nimmt dabei vom bebautem Teil des WTG-Geländes (P1, P2, P3) im Süden zum unbebautem Teil im Norden (P4 und P5) ab.

Eine ähnliche Abnahme der Beeinflussung kann bei den Nitrat-Gehalten und der bakteriologischen Belastung verzeichnet werden.

Sieht man von der weit verbreiteten KW-Verunreinigung ab, so besitzt das GW außerhalb der Bebauung (Pegel P4 und P5) Trinkwasserqualität.

Die KW-Verunreinigung des GW nach Erstellung der Pegel liegt zwischen B- und C-Wert der Holland-Liste. Maximale KW-Konzentrationen konnten am Pegel P1 und P4 festgestellt werden, d.h. in den Bereichen mit hoher KW-Belastung des Bodens (Bereich C - Müllverladeplatz und die Bereiche E und F (Schrottplatz und Tankstelle).

Demgegenüber sind die GW der Pegel P2 und P3 nicht mit KW's verunreinigt. Eine Beeinflussung durch die oberstromig vorhandene KW-Verunreinigung des Bodens (Bereiche A und B) auf das GW ist nicht nachweisbar.

Die bakteriologische Belastung konzentriert sich vorallem auf die Pegel im bebautem Teil des WTG (P1, P2 und P3). Der Pegel P1 weist dabei die größte Verunreinigung (29.700 Keime) auf.

Sämtliche Analysewerte sind auf der folgenden Seite übersichtlich

in Tabellenform dargestellt. Grenzwertüberschreitungen sind schraffiert dargestellt. In der letzten Spalte der Tabelle sind die gültigen Grenzwerte der Trinkwasserverordnung zum Vergleich angegeben. Die Referenz-, Prüf- und Sanierungswerte der Hollandliste sind im Anhang enthalten.

Zusammenfassende Tabelle der Wasseranalytik

Brunnen	Brunnen 1		Brunnen 2		Brunnen 3		Brunnen 4		Brunnen 5		GW (TrinkwV
Parameter	vor PV	nach PV	vor PV	nach PV	vor PV	nach PV	vor PV	nach PV	vor PV	nach PV	mg/l
Arsen	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,01
Blei	0,004	0,002	0,003	0,001	0,004	0,023	0,007	<0,001	0,003	<0,001	0,04
Cadmium	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,005
Chrom	0,007	0,008	0,005	0,011	<0,005	0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	0,05
Cyanid	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Fluorid	0,44	0,43	0,36	0,39	0,33	0,31	0,33	0,39	0,32	0,3	1,5
Nickel	0,016	0,015	0,008	0,006	0,009	0,009	0,009	0,007	0,02	0,006	0,05
Nitrat	33	43	49	59	59	58	38	43	28	26	50
Nitrit	0,33	0,08	0,03	0,02	0,24	0,04	0,32	0,04	0,63	0,1	0,1
Quecksilber	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	<0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,001
PAK	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	< 0,00023	0,0002
Methylenchlorid	< 10	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,01
Chloroform	0,001	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,007	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	0,01
Tetrachlormethan	0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0005	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,003
Trichlorethylen	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01
Tetrachlorethylen	< 0,5	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,01
Farbung	-	farblos	-	farblos	-	farblos	-	farblos	-	farblos	
Trübung	-	211	-	< 10	-	< 10	-	13	-	< 10	
Geruch	-	org.LM,dtg.	-	geruchlos	-	geruchlos	-	geruchlos	-	geruchlos	
Geruchsschwellenwert	-	1,6	-	n.b.	-	n.b.	-	n.b.	-	n.b.	2
Temperatur	-	11,0 °C	-	10,9	-	11,6	-	10,9	-	10,8	25° C
pH-Wert 20°C	7	7	7	7	7,1	7,2	7,1	7,2	7,2	7,1	6,5 - 9,5
Leitfähigkeit	1600	1430	1200	1300	1750	1610	1170	1290	1550	1630	2000 µS/cm
Oxidierbarkeit	-	10,4	-	2,3	-	1,9	-	2,4	-	5,1	5
Antimon	-	0,001	-	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,001	0,01
Selen	-	< 0,01	-	< 0,01	-	< 0,01	-	< 0,01	-	< 0,01	0,01
Aluminium	-	0,192	-	0,063	-	0,007	-	0,027	-	0,016	0,2
Ammonium	-	0,08	-	0,08	-	0,1	-	0,04	-	0,05	0,5
Barium	-	0,11	-	0,11	-	0,11	-	0,085	-	0,078	1
Bor	0,09	0,2	< 0,05	0,12	< 0,05	0,33	0,09	0,12	0,07	< 0,05	1
Calcium	-	189	-	167	-	172	-	172	-	214	400
Chlorid	50	50	40	50	120	130	50	70	70	70	250
Eisen	-	0,36	-	0,13	-	< 0,05	-	< 0,05	-	0,21	0,2
Kalium	-	20	-	25	-	23	-	10	-	9,4	12
Kjeldahl-Stickstoff	-	0,2	-	0,2	-	0,2	-	0,3	-	0,5	1
Magnesium	-	43	-	44	-	40	-	42	-	43	50
Mangan	-	0,08	-	0,024	-	0,032	-	0,052	-	0,062	0,05
Natrium	-	42	-	41	-	121	-	40	-	62	150
Phenole	-	0,013	-	< 0,004	-	0,006	-	< 0,004	-	< 0,004	0,0005
Phosphor	-	0,05	-	0,15	-	0,09	-	0,1	-	0,03	6,7
Silber	-	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,001	0,01
Sulfat	430	480	230	350	220	280	190	270	450	400	240
KW	0,08	0,27	< 0,05	0,09	0,14	0,08	0,12	0,11	0,06	0,06	0,01
Chlor od. Chlordioxid	-	< 0,05	-	< 0,05	-	< 0,05	-	< 0,05	-	< 0,05	1
anionische Tenside	-	0,14	-	0,18	-	0,12	-	0,18	-	0,15	0,2
Keimzahl 20°C je ml	-	29700	-	131	-	238	-	94	-	25	100
Keimzahl 36°C je ml	-	25600	-	16	-	10	-	27	-	7	100
E.coli	-	neg. (< 1)	-	neg. (< 1)	-	neg. (< 1)	-	neg. (< 1)	-	neg. (< 1)	neg.
Hinweis auf Coliforme	-	pos. (24)	-	neg. (<1)	-	pos. (1)	-	pos. (1,4)	-	neg. (<1)	neg.

7. Fazit

Im Zuge der orientierenden Erkundung des ehemaligen Kasernengeländes in Jena-Zwätzen-Nord wurden insgesamt 77 Rammkernsondierungen (Ø 35 mm) und 5 Grundwasserpegel (Ausbau 127 mm) abgeteuft, 150 Bodenproben, 15 Wasserproben und 9 Bodenluftproben analysiert. Die gewonnen Boden- und Bodenluftproben wurden auf folgende Untersuchungsparameter untersucht: KW (Mineralöl), Cyanid, Arsen, Cadmium, Blei, Kupfer, PAK, PCB, BTX, LHKW. Die Grundwasserproben wurden lt. Trinkwasserverordnung Anlage 1, 2 und 4 untersucht.

Bei den im Untersuchungsgelände festgestellten Kontaminationen handelt es sich zum größten Teil um Mineralölverunreinigungen durch Kraftstoffe, Schmier- und Getriebeöle, Dieselkraftstoffe und Kerosin in Tiefenbereichen zwischen 0 bis max. 3 m. Diese sind auf den Umgang mit KFZ wie LKW, Panzern sowie deren Reparatur und Wartung zurückzuführen.

Im Rahmen der Untersuchung auf mögliche Belastungen einzelner Teilbereiche (Bereiche B, C, D, E) durch Lösemittel konnten in zwei Bereichen (D-S62, E-S50) CKW-Konzentrationen nachgewiesen werden, die den in der Bodenluft für CKW üblicherweise angegebenen Grenzwert von 5 mg/m³ überschreiten. Hauptsächlich handelt es dabei um die Komponente Tetrachlorethen (Per).

Außer im Teilbereich G befinden sich in allen anderen Untersuchungsbereichen A - F größere KW-Belastungen. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß es sich meist um signifikante Belastungsparameter wie z. B. Mineralöl handelt, das bis zum 4-fachen (einmal auch

bis zum 10-fachen [S17 0 - 0,2 m]) den C-Wertes der Hollandliste überschreitet. Alle anderen KW-Grenzwertüberschreitungen liegen überwiegend mit Konzentrationen von ca. 2.500 mg/kg zwischen B- und C-Wert der Hollandliste.

Belastungen mit PAK oder PCB konnten in keinem Bereich nachgewiesen werden.

Sanierungsbedürftige Grundwasserkontaminationen konnten nicht festgestellt werden. Die Wässer der 5 abgeteuften Pegel P1 - P5 weisen bis auf den Parameter Kohlenwasserstoff und hinsichtlich ihrer bakteriologischen Belastung im allgemeinen Trinkwasserqualität auf. Der Parameter Kohlenwasserstoff ist in seinen nachgewiesenen Konzentrationen ein Anzeiger für die im Bereich der Pegel P1, P4 und P5 vorhandenen Mineralölkontaminationen.

Eine Grundwasserbeobachtung während der Sanierungsmaßnahmen und eine regelmäßige, im Anschluß an die Sanierung durchgeführte GW-Beobachtung wird an dieser Stelle vom Gutachter empfohlen.

8. Erste Abschätzung über die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen

Die festgestellten Mineralölkontaminationen stellen eine definitive Gefährdung für die Schutzgüter Boden und Grundwasser dar. Eine Sanierung bzw. Behandlung der belasteten Bereiche ist auch vor dem Hintergrund der späteren Nutzung des Geländes als Wohngebiet wünschenswert. Um den Umfang und die Art und Weise der Sanierung erschöpfend bestimmen zu können, sind jedoch weiterführende Untersuchungen, die eine Eingrenzung der Schadensherde und die Ermittlung der vorhandenen Schadstoffausbreitung im Boden und ggf. im Grundwasser ermöglichen, notwendig.

Da derzeit keine Menschen von den Belastungen unmittelbar betroffen sind, im Abstrom befindet sich weder eine Wohnbebauung noch eine Trinkwassergewinnungsanlage, besteht somit kein Handlungsbedarf unter dem Begriff "Gefahr in Verzug".

Es erscheint dem Gutachter sinnvoll Sanierungsmaßnahmen während der Erschließung des Geländes durchführen zu lassen, um so kostenintensive weitere (eingrenzende) Untersuchungen zu vermeiden. Ein Gutachter vor Ort, der mittels Feldmessungen bzw. organoleptischer Bodenansprache augenscheinlich verunreinigte, belastete Bodenhorizonte trennen läßt, sollte die Baumaßnahmen begleiten. Das räumliche Ausmaß sanierungsbedürftiger Bereiche kann ohne besonderen technischen Aufwand während der vorgesehenen Abrißarbeiten durch Schachtungen mit dem zum Einsatz kommenden Abrißgeräten

festgestellt werden. Der Mehraufwand ist bei den Ausschreibungen zum Abriß des Geländes zu berücksichtigen. Dabei sind mineralölkontaminierte Erdmassen auszukoffern und getrennt auf einer dafür vorbereiteten Fläche abzulagern, auf der sie on side mikrobiell behandelt werden. Dazu werden auf einem geeigneten Areal sogenannte Biomieten eingerichtet, die mit HDPE-Folien oder Asphalt nach unten abgedichtet und mit einer Wasserhaltung (mobiler Ölabscheider) versehen werden. Das ausgekofferte Material, d. h. die kontaminierten Erdstoffe werden mit kohlenwasserstoffabbauenden Mikroorganismen versetzt, die mittelfristig (Dauer: ca. eine Sommerperiode [6-8 Monate]) die Mineralölkontaminationen abbauen.

Es besteht dann die Möglichkeit, diese dekontaminierten Erdmassen für die Auffüllung eines Geländes später zu nutzen ohne den zeitlichen Ablauf einer Baumaßnahme am Ort zu gefährden.

Vor dem Hintergrund des geringen Flurabstandes, dem anschließenden Grundwasseraquifer und der hohen Wertigkeit des Grundwassers ist es nicht zu empfehlen, eine Behandlung der KW-kontaminierten Bereiche in situ auszuführen. Gegen diese Vorgehensweise spricht auch die fehlende Detailkenntnis pro Belastungsbereich (fehlende eingehendere Untersuchungen) und die teilweise inhomogene Bodenstruktur einzelner Bereiche.
Der detaillierte Sanierungsumfang, die Festlegung der Sanierungsziele sowie die Vorgehensweise bei der Sanierung sind mit den zuständigen Behörden abzustimmen. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, daß das Sanierungsziel für die Dekontamination von mine-

ralölbelasteten Erdstoffen im Bereich von 500 bis 1.000 mg/kg Mineralöl in der Trockensubstanz liegen wird.

Aus der Sicht und dem Verständnis des Gutachters ist für die Errichtung der Biomieten auf dem Sanierungsgelände die Genehmigung durch die untere Wasserbehörde ausreichend, da keine abfallrechtlichen Gesichtspunkte beachtet werden müssen: es wird kein Abfall produziert, sondern die Behandlung eines Wertstoffes, der zum Anlegen von Lärmschutzwällen benötigt wird, durchgeführt. Das mineralölkontaminierte Material soll wieder einer Verwendung zugeführt, d.h. nicht im Sinne von Abfall entsorgt werden.

9. Kostenabschätzung

Die Kosten für die in Kapitel 8 beschriebene Vorgehensweise setzt sich aus den Kosten für

- die baubegleitenden Gutachterkosten,
- die Einzelstoffanalytik vor Ort,
- Stellen eines mobilen Labors
- der Vorbereitung der Biomieten,
- Baustelleneinrichtung mit Sicherungsmaßnahmen,
- dem Aushub, dem Laden und Transportieren der kontaminierten Bereiche,
- ggf. der Zwischenlagerung des Materials und
- der mikrobiellen Behandlung der Böden zusammen.

Wie im Kapitel 8 beschrieben sind die detaillierten Sanierungsvorgaben noch mit den zuständigen Behörden abzustimmen. Es ist aus diesem Grunde schwer eine seriöse Abschätzung der möglichen Sanierungskosten vorzunehmen, da diese unmittelbar von den behördlichen Vorgaben abhängig sind.

Der Gutachter hat daher anhand von Sanierungen mit ähnlichen Randbedingungen eine Kostenabschätzung aufgestellt, die den Gegebenheiten im untersuchten Gelände grundsätzlich entsprechen und ein Sanierungsziel von 500 mg/kg Mineralöl voraussetzt.

Folgende Kostenschätzung kann momentan, ohne Detailkenntnis über den genauen Sanierungsumfang, der durch die noch festzulegenden

Sanierungsziele vorgegeben wird, angegeben werden:

Sanierungsschritt	Kosten/Einheit	geschätzte Menge bzw. Dauer	Summe	
Gutachter vor Ort	85 - 100 DM/h	250 h	25.000	DM
Einzelanalytik	85 DM/Probe	150-200	17.000	DM
Deklarationsanalysen	1.950 DM	3	5.850	DM
mobiler Laborwagen	800 DM/d	1 Monat	16.000	DM
zusätzl. Aushub	15 DM/m³	15.000 m³	225.000	DM
Zwischenlagerung für 6 Monate	3 DM/m³/Monat	5.000 m³	90.000	DM
max. 10 Biobeete	max. 95 DM/m²	20 x 6 m	114.000	DM
Fraktionierung, mikrobielle Behandlung	max. 300 DM/m³ 180 DM/to	5.000 m³	1.500.000	DM
Allgemeine Nebenkosten wie Baustelleneinrichtung Sicherung des Geländes etc.	ca. 135.000 DM	6 Monate	135.000	DM
		Summe	2.153.086,00	DM
		15 % MWSt	319.177,50	DM
		Gesamt	2.472.263,50	DM

Als Alternative zur mikrobiellen Behandlung vor Ort steht die Deponierung des belasteten Materials zur Verfügung. Bei einer möglichen Deponierung des belasteten Materials auf eine Sondermülldeponie entstehen Kosten von ca. 550 DM/m³, d.h. für 5.000 m³ belastetes Material ca. 2,75 Mio DM. Die Gesamtsumme beläuft sich dann auf 3.909.763,50 DM, wobei in diesem Preis noch keine Transportkosten enthalten sind.

J.Fuchs
Dipl.-Ing.

Ingenieurgemeinschaft für Umweltanalytik
Ingenieurbüro J. Fuchs
Gustav-Freytag-Straße 7
O-6900 Jena
Telefon (03641) 336837
Telefax (03641) 335007

Dr. J.Götze
Dipl.-Geol.

Jena, den 16.04.1993

10. Anlagen

Anlage 1 Schichtenverzeichnisse der Pegelbohrungen

Anlage 2 Bohrausbauprofile Pegel P1 bis P5

Anlage 3 Technische Daten und geologische Profile von Altbohrungen im weiteren Untersuchungsgebiet

Anlage 4 Sondierprofile

Anlage 5 Laborprotokolle

Anlage 6 Grenzwerttabelle

Anlage 7 Fotodokumentation

Anlage 1

Schichtenverzeichnisse der Pegelbohrungen

Kasernengelände Jena-Zwätzen

Reg-Nr. 06 Gera 049

Auftraggeber :

Stadtverwaltung Jena
Stadtentwicklungsamt
Tatzendpromenade 2
O-6900 JENA

Gutachter:

Ingenieurgemeinschaft für Umweltanalytik
Ingenieurberatungsbüro A. Szabady
Ingenieurbüro J. Fuchs
Gustav-Freytag-Straße 7
O-6900 Jena
Tel./Fax: (03641) 335887

Stand:

März 1993

Bohrung 1

Tiefenlage / Mächtigkeit	Stratigraph. Einstufung	Petrographie
0,0 - 0,6 m **0,60 m**	**Auffüllung** Müll	Schluff, sandig-kiesig dunkelbraun bis schwarz, Kies und Stein aus Muschelkalk, enthält Abfallstoffe wie Glas, Kunststoff, Presspappe etc.), Mineralölgeruch !
0,6 - 2,0 m **1,40 m**	**Auffüllung** Muschelkalkhangschutt	Schluff, z.T. sandig-kiesig-steinig, hellbraun-ockerfarben, Kiesanteil und Steine besteht aus Muschelkalk, Muschelkalksteine bis 5 cm Ø, erdfeucht, steife Konsistenz
2,0 - 2,5 m **1,40 m**	**Auelehm** (Holozän)	Schluff, tonig mit geringem Sandanteil, hellbraun bis ockerfarben, wenig kiesiger Muschelkalkbruch, steife Konsistenz
2,50 - 3,0 m	dito	Schluff, stark sandig, mittel- bis feinkörnig, braun-dunkel, steife Konsistenz;
3,0 - 3,40 m	dito	Schluff, hoher Sandanteil, dunkelbraun-schwarzer, helle starke sandige Partien
3,40 - 3,70 m **1,60 m**	**Altwasser-sedimente** (Holozän)	Sand, mittelkörnig, dunkelbraun-gräunlich, , tonig schluffig, mit Pflanzenresten z.T. inkohlt, feucht, steife Konsistenz
3,70 - 4,00 m	dito	Schluff, stark sandig, dunkelbraun, Pflanzenreste z.T. inkohlt, feucht, steife Konsistenz
4,00 - 5,00 m	dito	Sand, mittelkörnig, z.T. tonig-schluffig,dunkel, Pflanzenreste, feucht, lockere Struktur, bei hohem Schluffanteil,

		steife Konsistenz;
5,00 - 7,00 m **2,00 m**	**Niederterassen-Schotter der Saale** (Pleistozän bis Holozän)	Kies und Sand (grobkörnig) mit Steinen bis 15 cm Ø, Geröllbestand: Quarzit, Granit, schwarzer Tonschiefer, plattiger Muschelkalk, Sandstein;
ab 7,00 m Liegende	**Salinarröt-Folge (TlS)** ***Grauer Röt (so1)*** (Oberer Buntsandstein - Röt)	Tonsteine, grau, Festgestein mit Trockenbohrverfahren nicht erbohrt

Bohrung 2

Tiefenlage / Mächtigkeit	Stratigraph. Einstufung	Petrographie
0,0 - 0,30 m **1,40 m**	**Aufschüttung** Muschelkalk-hangschutt	Schluff, sandig mit kiesigem und steinigem Muschelkalk-schutt, dunkelbraun
0,30 - 1,40 m	dito	Schluff, sandig mit einer Vielzahl von kiesigem und stei - nigem Muschelkalkschutt, dunkel- bis hellbraun, Steine bis 7 cm Ø, erdfeucht, locker;
1,40 - 3,00 m **1,60 m**	**Auelehm** (Holozän)	Schluff, sandig, braun, erd-feucht, steife Konsistenz
3,00 - 3,40 m **0,40 m**	**Flußsand** (Holozän)	Sand, mittelkörnig, schluffig, rotbraun, feucht bis naß, bei schluffigen Partien z.T. steife Konsistenz
3,40 - 4,00 m **2,60 m**	**Niederterassen-schotter der Saale** (Pleisto-zän bis Holozän)	Sand (mittel- bis grobkörnig) und Kies (Fein- bis Grobkies) mit Steinen bis 4 cm Ø, ger-inger Schluffanteil, rotbraun, feucht
4,00 - 6,00 m	dito	Fein- bis Grobkies mit Geröll bis 10 cm Ø, grob- bis mittel-körnige Sandmatrix, hellbraun
Liegende	**Salinarröt-Folge (TlS)** ***Grauer Röt (so1)*** (Oberer Bunt-sandstein - Röt)	graue Tonsteine auf Grund der hohen Festigkeit mit nicht er-bohrt)

Bohrung 3

Tiefenlage / Mächtigkeit	Stratigraph. Einstufung	Petrographie
0,0 - 0,40 m **1,00 m**	**Aufschüttung** Bauschutt	Schluff, stark kiesig und sandig, dunkelbraun bis schwarz, mit Ziegelbruch, Kohlegrus, locker, trocken
0,40 - 1,00 m	dito	Schluff, sandig, z.T. auch schluffiger Sand, mit kiesigem und steinigem Muschelkalkschutt, braun, mit Ziegelbruch, schwarzem Kohlegrus, Porzellanscherben, feucht, halbsteife Konsistenz
1,00 - 3,00 m **4,00 m**	**Muschelkalkhang -schutt** (Holozän)	Muschelkalkschutt, kiesig steinig, meist plattig z.T. auch rundlich, Platten bis 25 cm Ø, hellbraun bis gräulich, mit sandiger Schluffmatrix, sehr ungleichkörnig, trocken, halbfeste Konsistenz
3,00 - 3,70 m	dito	Muschelkalkschutt kiesig-steinig, keine großen Platten, stärker gleichkörnig
3,70 - 5,00 m	dito	Grobkies und kleine Steine aus Muschelkalk, Feinsand und Schluff als Matrix, braun, feucht bis naß, zum Liegenden weniger Feinkornanteil
5,00 - 6,00 m **2,50 m**	**Niederterassenschotter der Saale** (Pleistozän bis Holozän)	Kies und Sand, mit Geröllen unterschiedlicher Herkunft (schwarze Tonschiefer, Schluffsteine, Buntsandstein, Granit etc.), bräunlich, wenig Feinkornanteil
6,00 - 7,50 m	dito	Sand (grob- bis feinkörnig) mit Kies (Grob- bis Feinkies) und Geröllen bis 20 cm Durchmesser, Gerölle aus unterschiedlichem Material

		(Quarzit, Tonschiefer, Muschelkalk etc.), hellbraun, kein Feinkornanteil
7,50 - 8,00 m **Liegende**	**Salinarröt-Folge (TlS)** **Grauer Röt (so1)** (Oberer Buntsandstein - Röt)	Schluff, sandig, grünlichgrau, mit bis 3 cm großen Steinen aus Ton- und Kalkstein (Dolomit), naß, steife bis weiche Konsistenz, Verwitterungszone

Bohrung 4

Tiefenlage / Mächtigkeit	Stratigraph. Einstufung	Petrographie
0,0 - 0,30 m **0,60 m**	**Aufschüttung** Muschelkalk-hangschutt	Schluff, sandig, mit Muschelkalkschutt bis 2 cm Ø, dunkelbraun, lockere Bodenstruktur, steife Konsistenz
0,30 - 0,60 m	dito	Schluff, sandig mit Muschelkalkgeröllen kiesig bis steinig, Steine bis 5 cm Ø, braun, erdfeucht, steife Konsistenz
0,60 - 1,00 m **0,40 m**	**Bodenhorizont**	Schluff bis Feinsand, hellbraun, vereinzelt kleine Muschelkalkbruchstücke, feucht, steife Konsistenz, mit Rhizoiden
1,00 - 1,30 m **1,20 m**	**Muschelkalk-hangschutt** (Holozän)	Schluff, sandig, mit kiesigem und steinigem Muschelkalkbruch, hellbraun, erdfeucht, steife Konsistenz
1,30 - 2,20 m	dito	Schluff, mit starker Muschelkalkführung, hellbraun z.T. rötlich bis grau, trocken, fest, steife bis halbsteife Konsistenz
2,20 - 2,80 m **0,60 m**	**Flußsande** (Holozän)	Schluff, sandig, braun mit hellen Sandsteinlagen, geringer Anteil an Muschelkalkschutt, feucht, steife bis weiche Konsistenz
2,80 - 3,80 m **4,00 m**	**Niederterassen-schotter der Saale** (Pleistozän bis Holozän)	Sand, schluffig, braun-rotbraun, starke Geröllführung mit 2-4 cm Ø, naß, weiche bis breiige Konsistenz
3,80 - 5,20 m	dito	Sand (grobkörnig), kiesig-steinig, dunkelbraun, Gerölle bis 10 cm Ø, Sand überwiegt
5,20 - 6,80 m	dito	Sand (grobkörnig), Kies mit Steinen bis 20 cm Ø, hellbraun, kein Schluffanteil,

		starke Geröllführung, lockerer Schüttung - kein Verband
6,80 - 7,00 m **Liegende**	**Salinarröt-Folge (TSl)** ***Grauer Röt(so1)*** Oberer Buntsandstein (Röt)	Schluff- und Tonstein, grünlich-grau, verwittert mit kleinen Steinen durchsetzt, erdfeucht, steife bis halbfeste Konsitenz

Bohrung 5

Tiefenlage / Mächtigkeit	Stratigraph. Einstufung	Petrographie
0,0 - 1,60 m **1,60 m**	**Aufschüttung** Müll	Schluff, sandig mit kiesigen Bestandteilen, tief schwarz, trocken mit steifer bis halbfester Konsistenz, z.T. feucht und naß mit steifer bis weicher Konsistenz, enthält viele Abfallstoffe wie Metallteile, Metallketten, Betonstücke,Glas,Holz, Ziegelbruch etc., Mineralölgeruch !
1,60 - 2,00 m **1,40 m**	**Auelehm** (Holozän)	Schluff, sandig, grünlich-grau mit schwarzen Partien, trocken steife bis halbfeste Konsistenz
2,00 - 2,50 m	dito	Schluff, sandig, grünlich braun, erdfeucht, steife Konsistenz
2,50 - 3,00 m	dito	Schluff, sandig, rotbraun, erdfeucht, steife Konzistenz
3,00 - 4,00 m **1,00 m**	**Flußsande** (Holozän)	Sandiger Schluff bis schluffiger Sand, hellbraun, mit ockerfarbenen mm starken Sandschmitzen(mittelkörnigerSand), erdfeucht, steife Konsistenz
4,00 - 6,00 m **2,50 m**	**Niederterassenschotter der Saale** (Pleistozän bis Holozän)	Sand (grobkörnig) und Kies mit Geröllen bis 20 cm Ø, hellbraun, naß
6,00 - 6,50 m	dito	Sand, Kies und Steine in schluffiger Matrix, rotbraun, Geröllgröße bis 3 cm Ø, feucht, steife bis weiche Konsistenz
6,50 - 7,00 m	**Salinarröt-Folge (TSl)** ***Grauer Röt(so1)*** (Oberer Buntsandstein - Röt)	Schluffstein, grünlich-grau, verwittert, steife Konsistenz

Anlage 2

Ausbauprofile der Pegel P1 bis P5

Kasernengelände Jena-Zwätzen

Reg-Nr. 06 Gera 049

Auftraggeber :

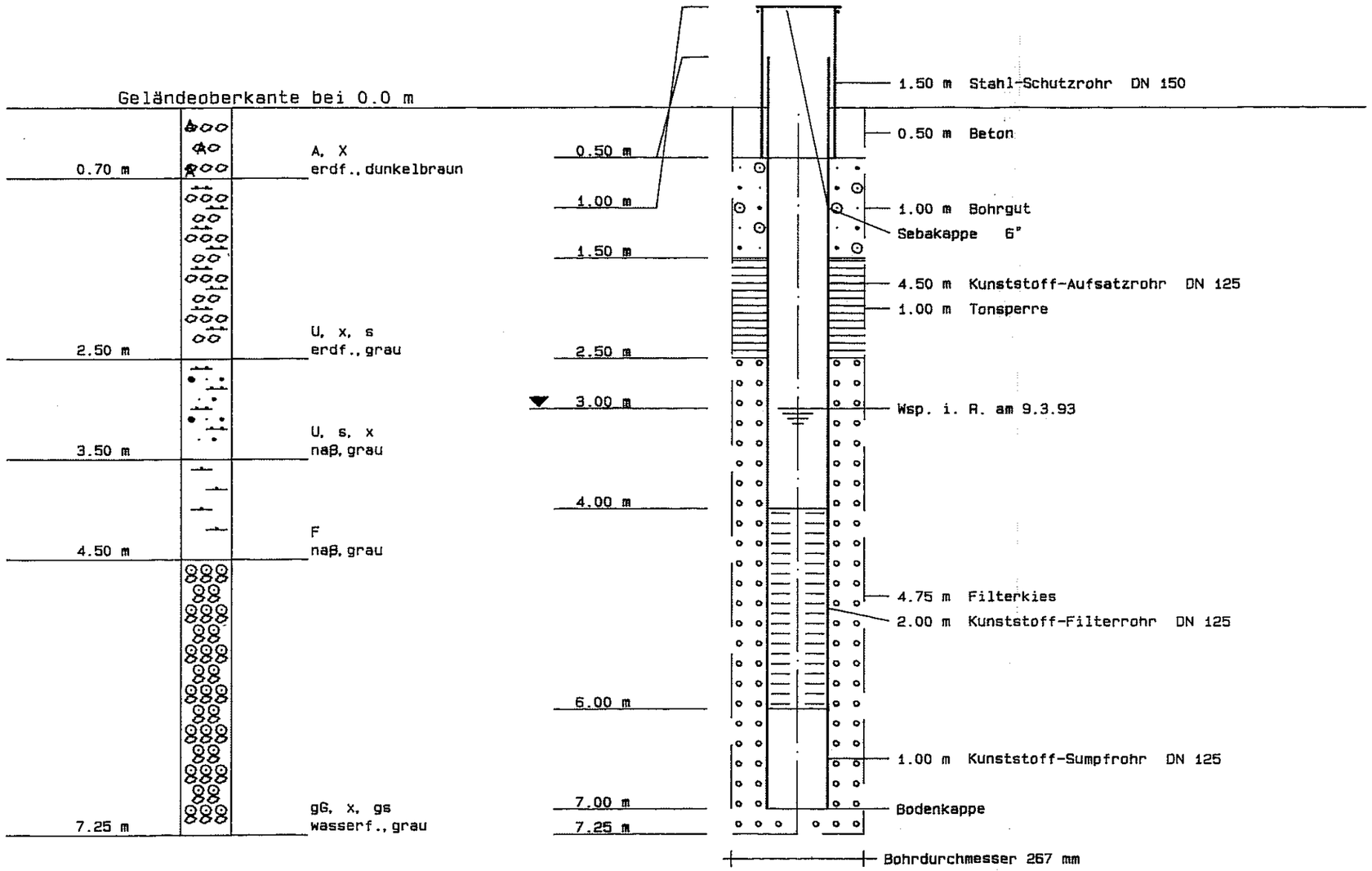
Stadtverwaltung Jena
Stadtentwicklungsamt
Tatzendpromenade 2
O-6900 JENA

Gutachter:

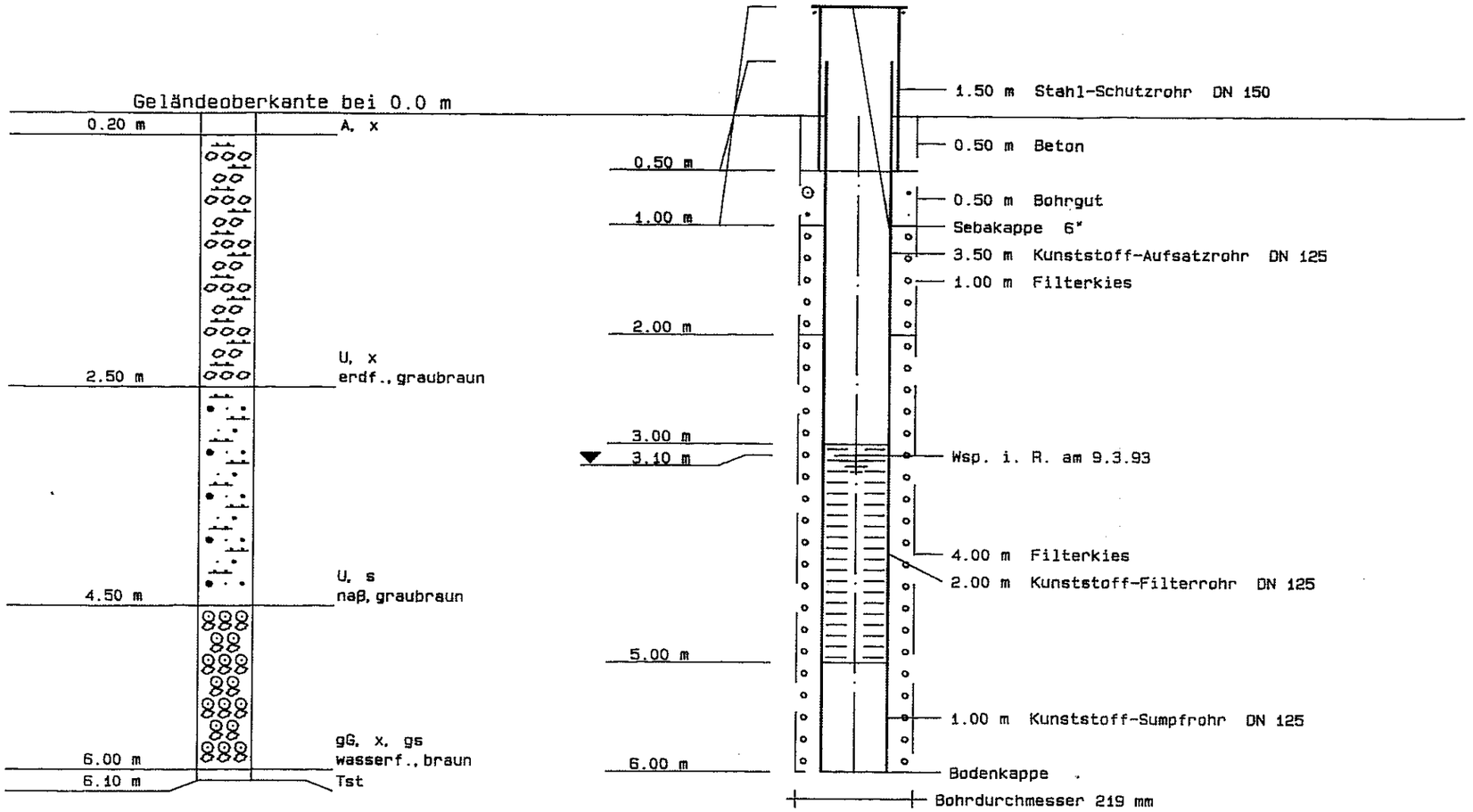
Ingenieurgemeinschaft für Umweltanalytik
Ingenieurberatungsbüro A. Szabady
Ingenieurbüro J. Fuchs
Gustav-Freytag-Straße 7
O-6900 Jena
Tel./Fax: (03641) 335887

Stand:

März 1993

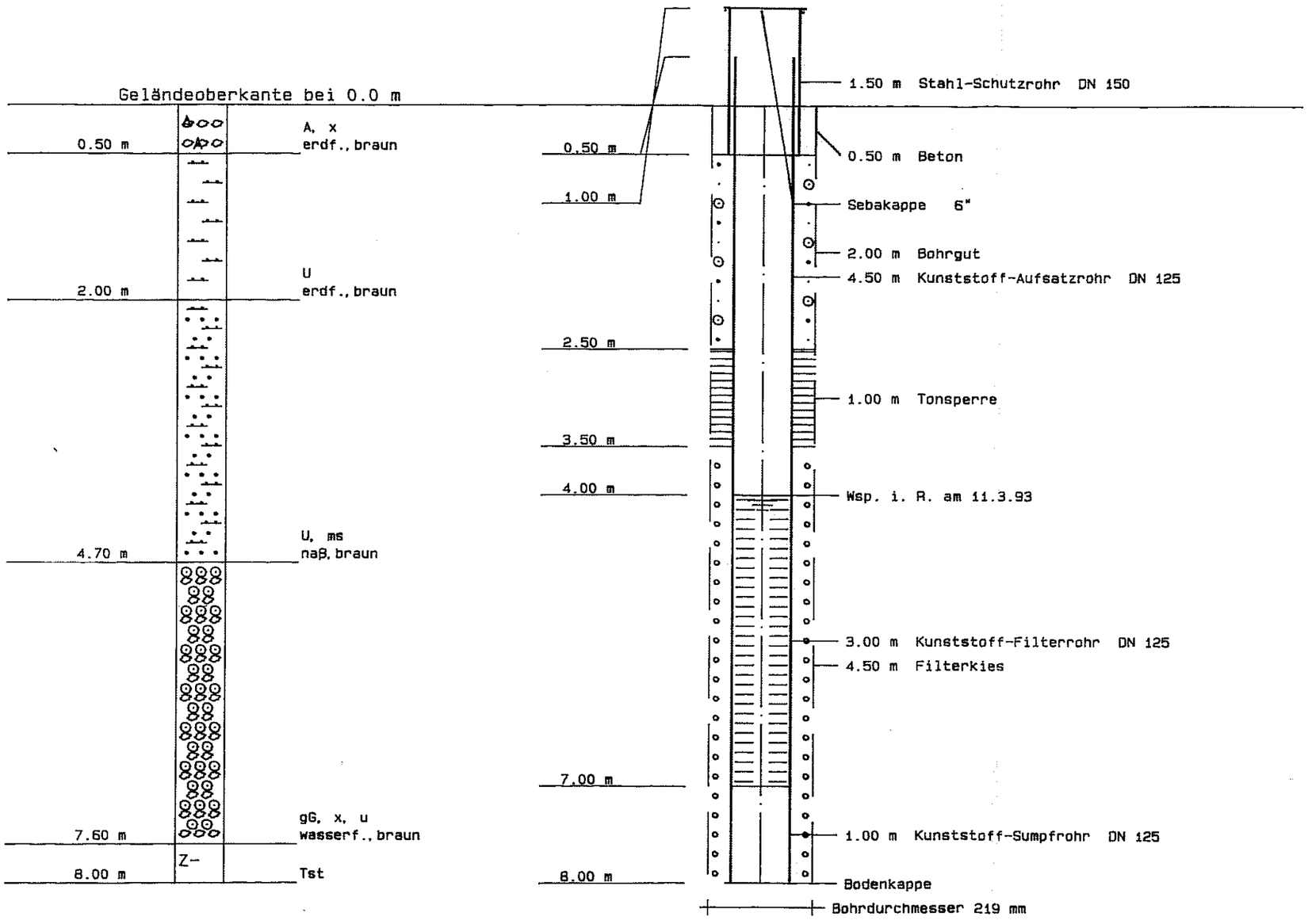


Jena-Zwätzen-Nord - EHEM. KASERNENGELÄNDE -			8.3.-9.3.93	Pegelausbau	P 1
Maßstab Tiefe 1 : 50 Breite 1 : 10	Auftrag : 099930 Blatt : 01 Archivnr.:	Ing. gem. Umweltanalytik Gustav-Freytag-Str.7 0-6900 Jena	Bohrgesellschaft Roßla mbH Kyffhäuserstraße 11a 0-4710 Roßla a. Harz (034651) 23 88/89	Datum 19. 3.1993	Name Holze

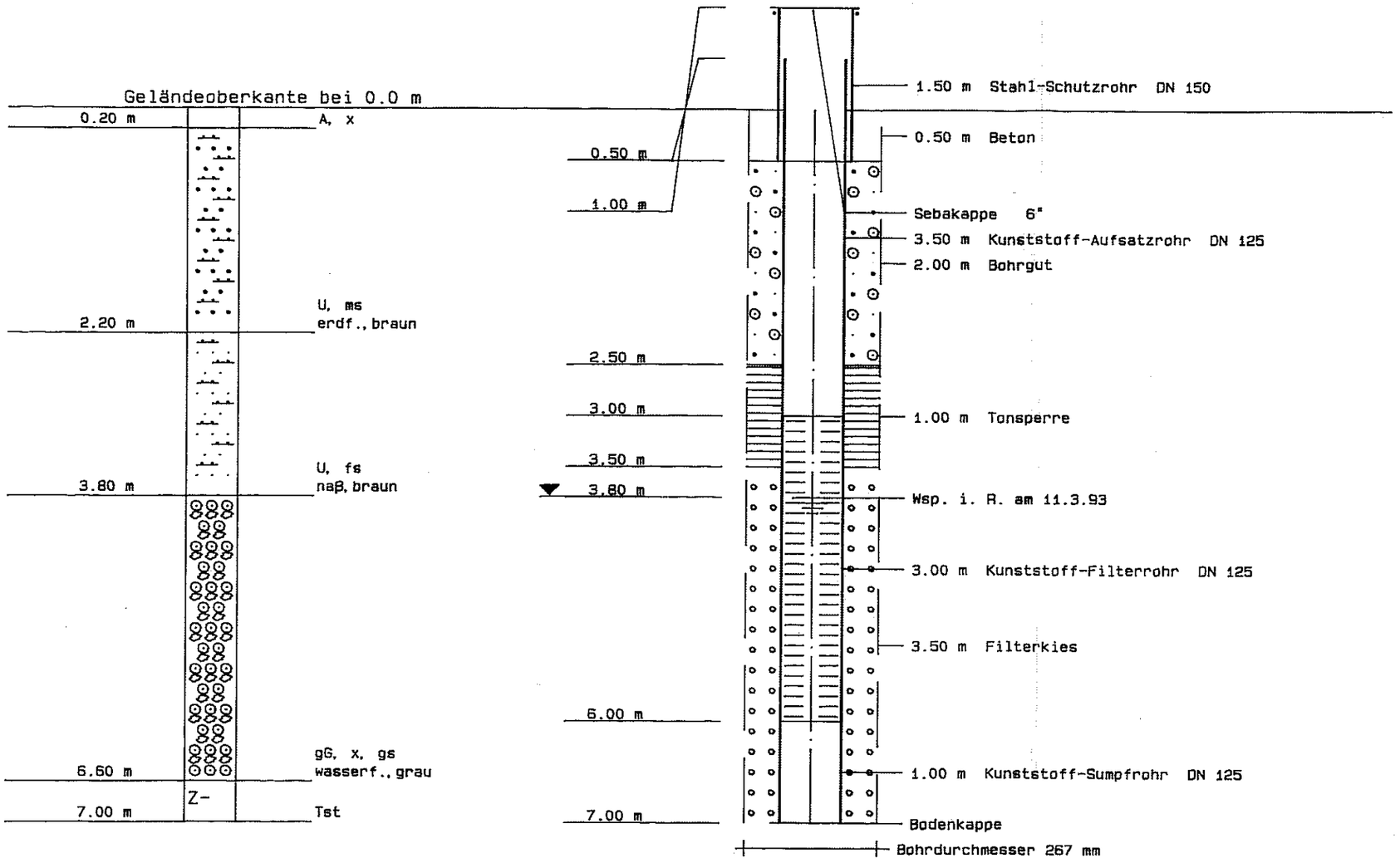


Jena-Zwätzen-Nord - EHEM. KASERNENGELÄNDE - 9.3.-10.3.93 | Pegelausbau P 2

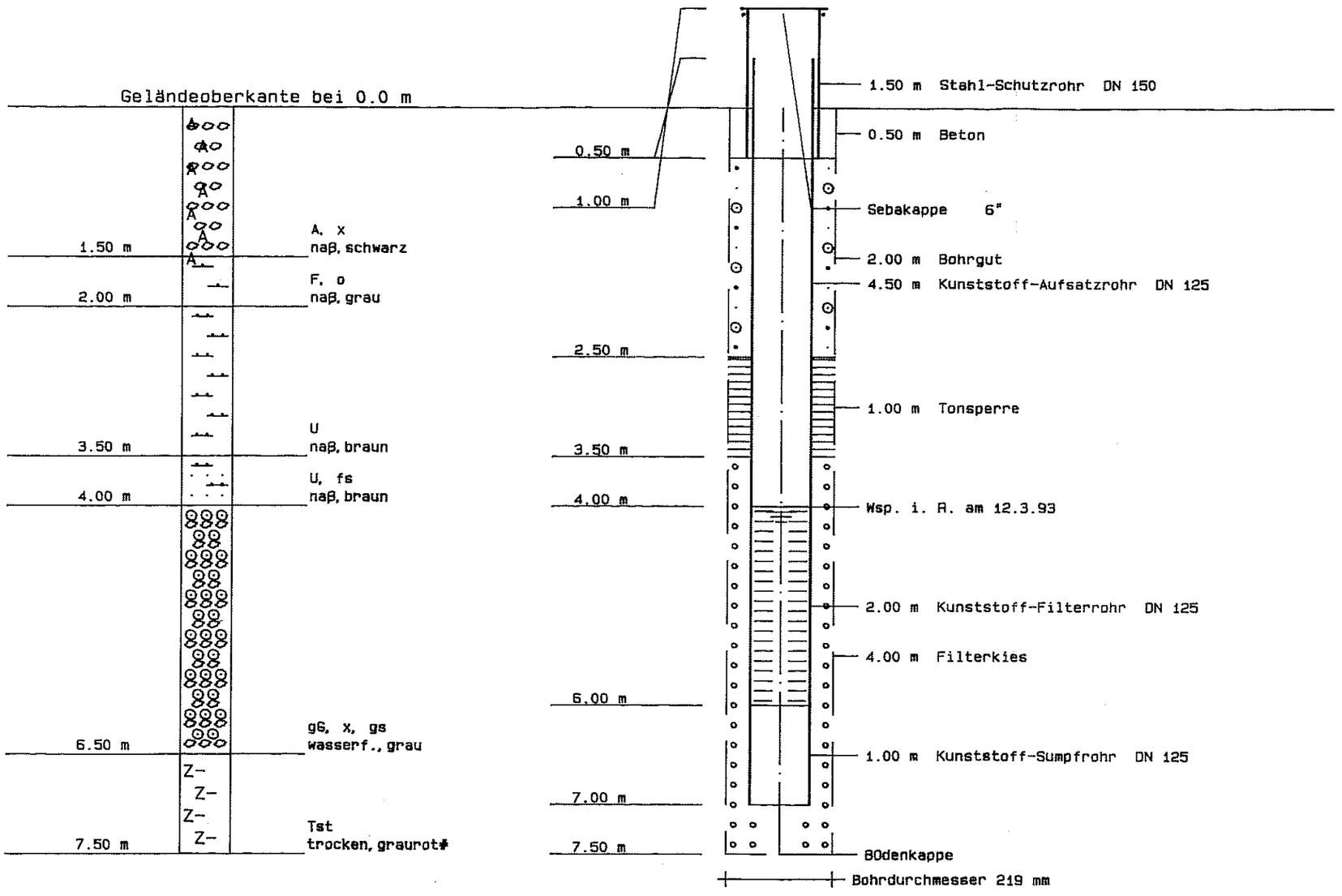
Maßstab Tiefe 1 : 50 Breite 1 : 10	Auftrag : 099930 Blatt : 02 Archivnr.:	Ing. gem. Umweltanalytik Gustav-Freytag-Str.7 0-6900 Jena	Bohrgesellschaft Roßla mbH Kyffhäuserstraße 11a 0-4710 Roßla a. Harz (034651) 23 88/89	Datum 19. 3.1993	Name Holze



Jena-Zwätzen-Nord - EHEM. KASERNENGELÄNDE -				10.3.-11.3.93	Pegelausbau P 3
Maßstab Tiefe 1 : 50 Breite 1 : 10	Auftrag : 099930 Blatt : 03 Archivnr.:	Ing. gem. Umweltanalytik Gustav-Freytag-Str.7 0-6900 Jena	Bohrgesellschaft Roßla mbH Kyffhäuserstraße 11a 0-4710 Roßla a. Harz (034651) 23 88/89	Datum 19. 3.1993	Name Holze



Jena-Zwätzen-Nord - EHEM. KASERNENGELÄNDE -				11.3.93	Pegelausbau P 4
Maßstab Tiefe 1 : 50 Breite 1 : 10	Auftrag : 099930 Blatt : 04 Archivnr.:	Ing. gem. Umweltanalytik Gustav-Freytag-Str.7 0-6900 Jena	Bohrgesellschaft Roßla mbH Kyffhäuserstraße 11a 0-4710 Roßla a. Harz (034651) 23 88/89	Datum 19. 3.1993	Name Holze



Jena-Zwätzen-Nord - EHEM. KASERNENGELÄNDE -			11.3.-12.3.93	Pegelausbau	P 5
Maßstab Tiefe 1 : 50 Breite 1 : 10	Auftrag : 099930 Blatt : 05 Archivnr.:	Ing. gem. Umweltanalytik Gustav-Freytag-Str.7 0-6900 Jena	Bohrgesellschaft Roßla mbH Kyffhäuserstraße 11a 0-4710 Roßla a. Harz (034651) 23 88/89	Datum 19. 3.1993	Name Holze

Anlage 3

Technische Daten und geologische Profile von Altbohrungen im weiteren Untersuchungsgebiet

Kasernengelände Jena-Zwätzen
Reg-Nr. 06 Gera 049

Auftraggeber :

Stadtverwaltung Jena
Stadtentwicklungsamt
Tatzendpromenade 2
O-6900 JENA

Gutachter:

Ingenieurgemeinschaft für Umweltanalytik
Ingenieurberatungsbüro A. Szabady
Ingenieurbüro J. Fuchs
Gustav-Freytag-Straße 7
O-6900 Jena
Tel./Fax: (03641) 335887

Stand: März 1993

Hy Je 106/83

Tiefe 8,0 m
Ausbau 273 mm

Teufe	Mächtigkeit	Gesteins-ansprache	Stratigraphie
- 2,0 m	2,0	Aufschüttung Erde, Muschel-kalkschutt etc.	
- 2,5 m	0,5	Lehm, gelb-braun, sandig	Holozän
- 5,5 m	3,0	Kies	Holozän
- 8,0	2,5	Tonstein, grau	Röt (Oberer Buntsandstein)

Hy Je 102/83

Tiefe 7,0 m
Ausbau 273 mm

Teufe	Mächtigkeit	Gestein	Stratigraphie
- 1,0 m	1,0 m	Aufschüttung Steine, erde, Muschelkalk-schutt	
- 2,0 m	1,0	Mutterboden, braun, dunkel-braun, Ziegel-steinreste, Scherben, Holz	Holozän
- 5,0	3,0	Kies, Mittel-bis Grobkies	Holozän
- 7,0 m	2,0	Tonstein, grau	Röt (Oberer Buntsandstein

Hy Je 105/83

Tiefe 7,0 m
Ausbau 237 mm

Teufe	Mächtigkeit	Gestein	Stratigraphie
- 1,0 m	1,0	Aufschüttung meist Kalk-schutt	
- 2,0	1,0	Lehm, gelb-braun, sandig	Holozän
- 5,5 Kies	3,5	Kies	Holozän
- 7,0 m	1,0	Tonstein rotbraun	Röt (Oberer Buntsandstein

Anlage 4

Sondierprofile

Kasernengelände Jena-Zwätzen

Reg-Nr. 06 Gera 049

Auftraggeber :

Stadtverwaltung Jena
Stadtentwicklungsamt
Tatzendpromenade 2
O-6900 JENA

Gutachter:

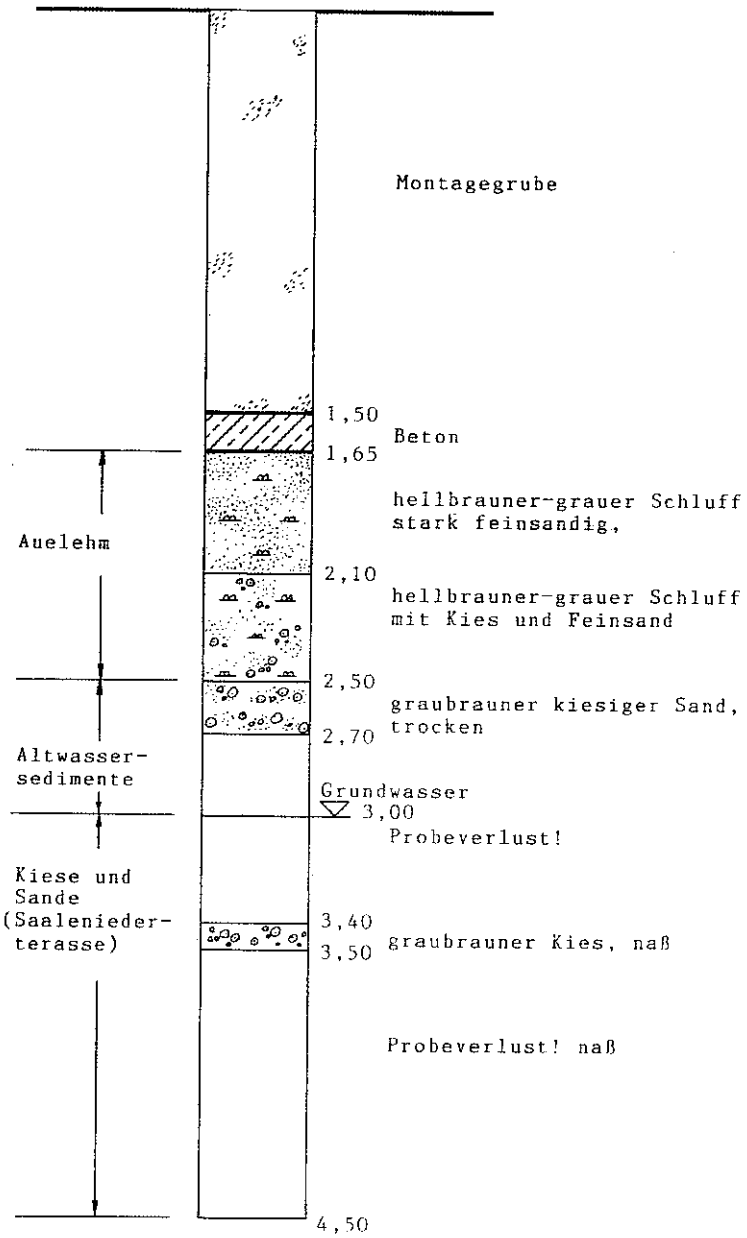
Ingenieurgemeinschaft für Umweltanalytik
Ingenieurberatungsbüro A. Szabady
Ingenieurbüro J. Fuchs
Gustav-Freytag-Straße 7
O-6900 Jena
Tel./Fax: (03641) 335887

Stand:

März 1993

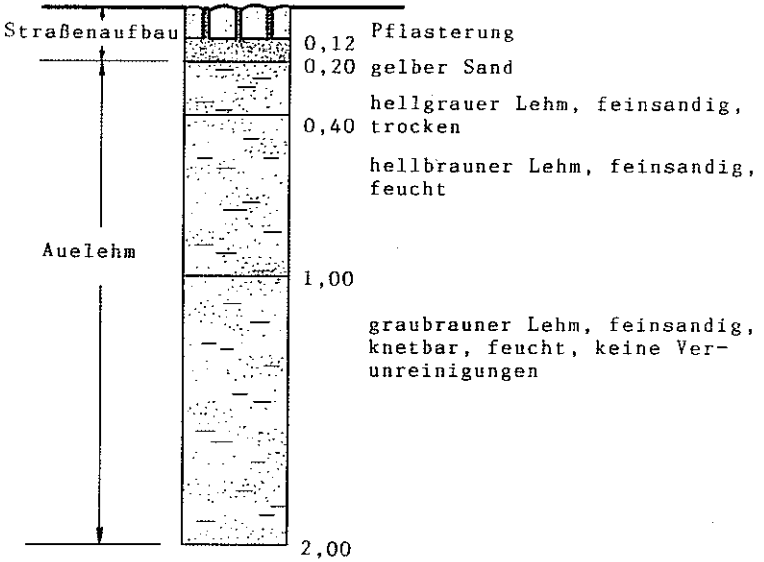
S O N D I E R U N G 1

GUS Jena/Zwätzen – Montagegrube –



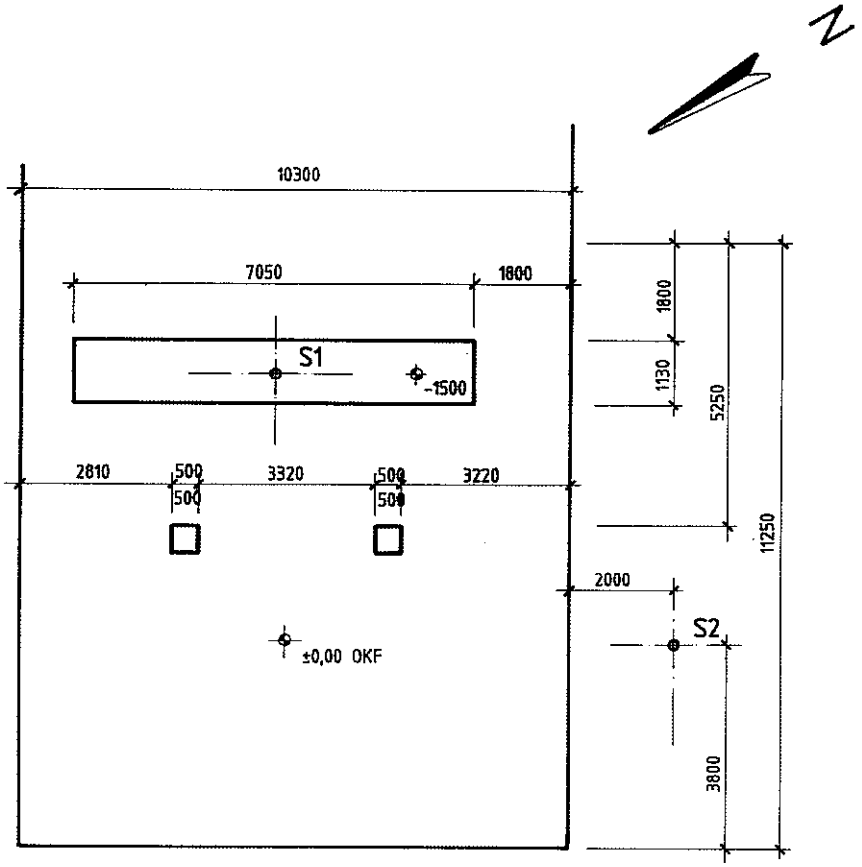
S O N D I E R U N G 2

Montagegrube



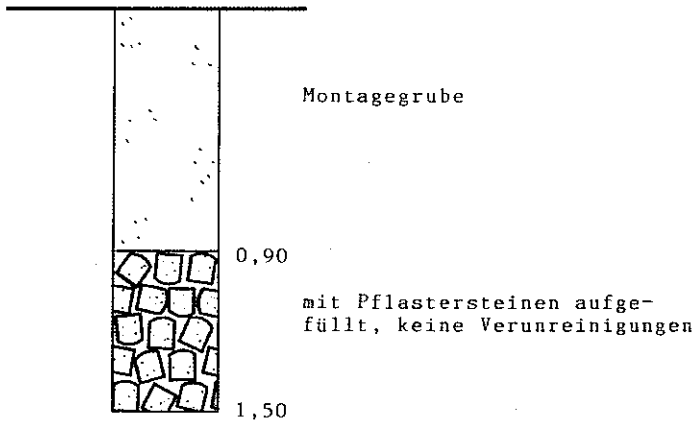
LAGEPLAN ZU DEN SONDIERUNGEN 1 UND 2

M1:100

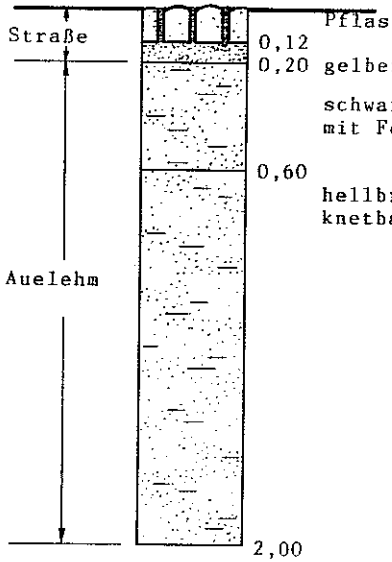


S O N D I E R U N G 3

Montagegrube



S O N D I E R U N G 4



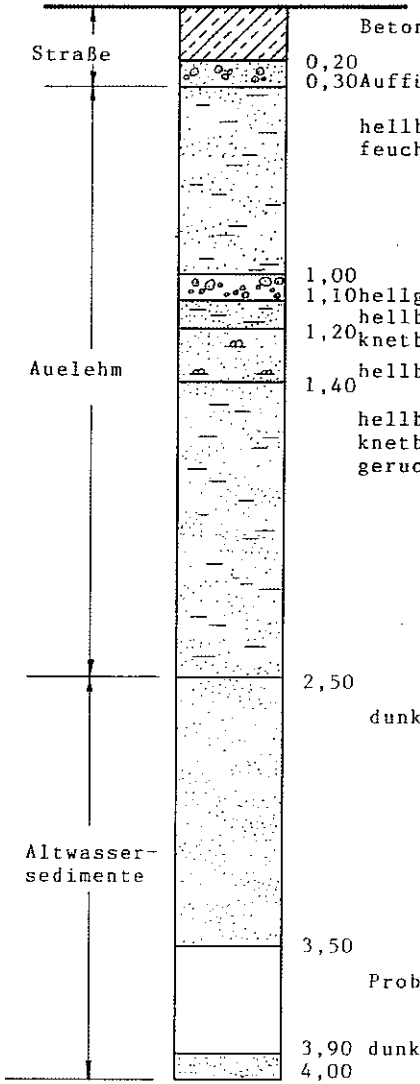
Pflasterung

gelber Sand

schwarzgrauer Lehm, schluffig mit Feinsand, trocken

hellbrauner Lehm, feinsandig, knetbar, feucht,

S O N D I E R U N G 5
Heizung



Beton

Auffüllung

hellbrauner, feinsandiger Lehm, feucht, knetbar

hellgrauer Kies, trocken

hellbrauenr feinsandiger Lehm, knetbar

hellbrauner feinsandiger Schluff

hellbrauner feinsandiger Lehm, knetbar, leichter Lösungsmittel-geruch

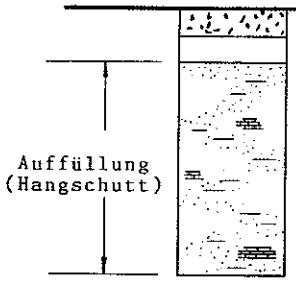
dunkelbrauner Sand, feucht

Probeverlust!, naß

dunkelbrauner Sand, feucht

S O N D I E R U N G 6

Kohlelagerplatz



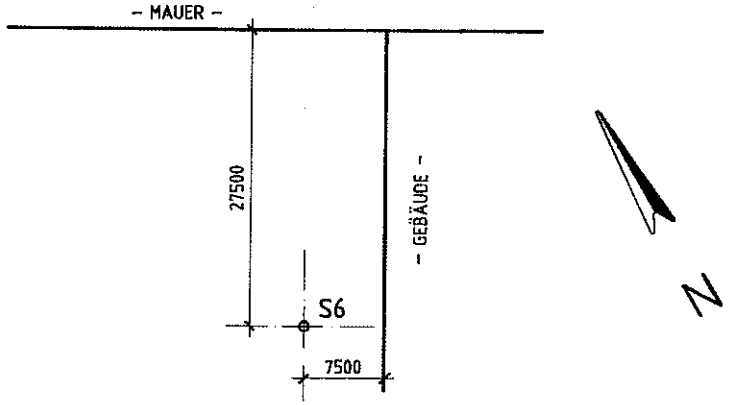
angeschwemmter Kohlegrus

Probeverlust!

hellbrauner feinsandiger Lehm, knetbar, feucht, teilweise Kalksteineinschlüsse

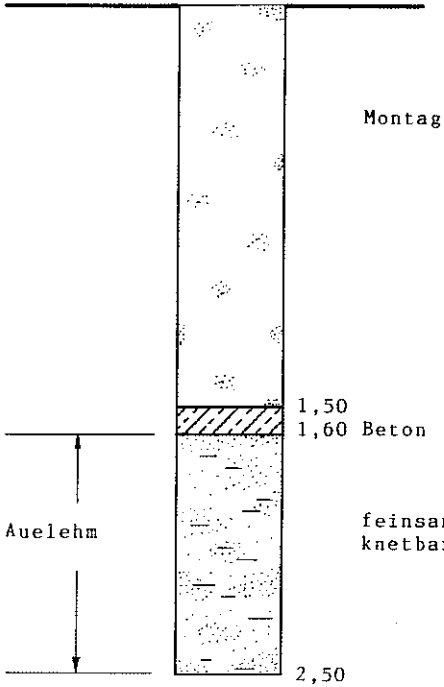
LAGESKIZZE ZUR SONDIERUNG 6

M 1:500



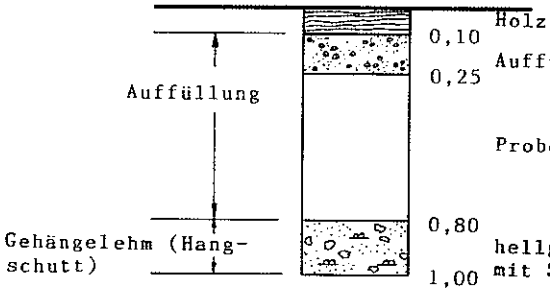
S O N D I E R U N G 7

Montagegrube



S O N D I E R U N G 8

Raum mit Holzfußboden



0,10 Holzfußboden

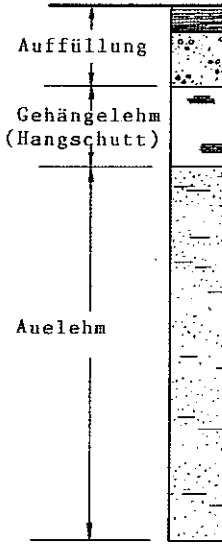
0,25 Auffüllung

Probeverlust!

0,80 hellgrauer feinsandiger Schluff,
1,00 mit Steinen, trocken

S O N D I E R U N G 9

Raum mit Holzfußboden



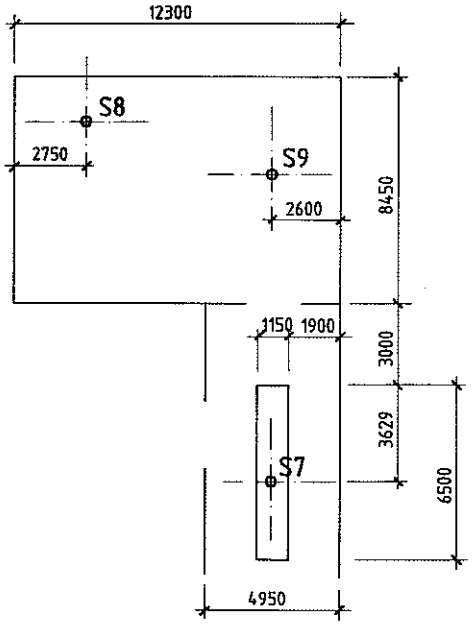
0,10 Holzfußboden
Auffüllung

0,30 hellgrauer Kalksteinschutt,
trocken

0,60 hellbrauner, feinsanidger Lehm,
trocken,

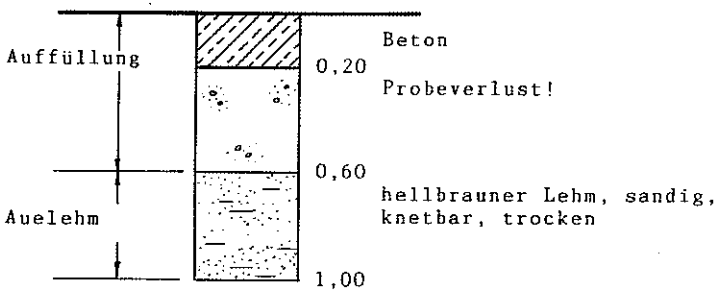
2,00

LAGESKIZZE RAUM MIT HOLZFUSSBODEN M 1:200



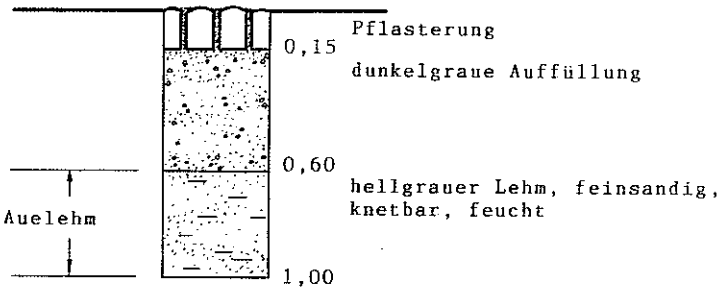
S O N D I E R U N G 10

GUS Jena/Zwätzen



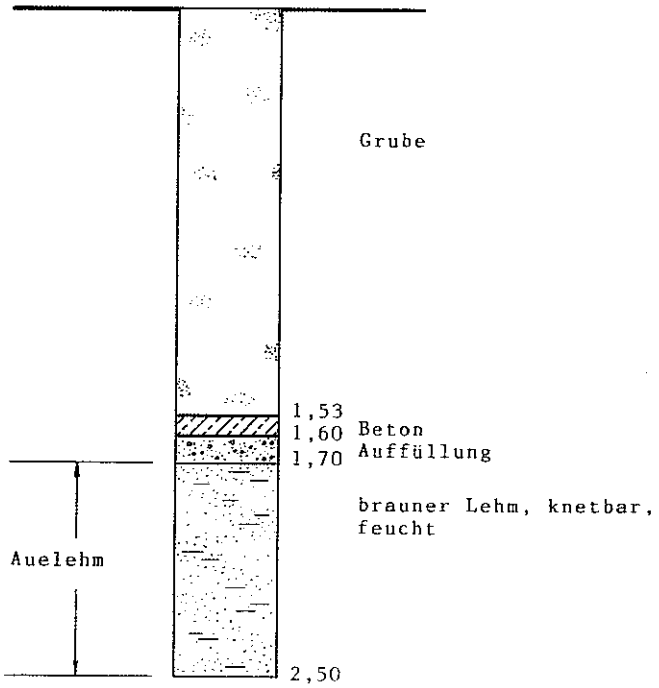
S O N D I E R U N G 11

GUS Jena/Zwätzen



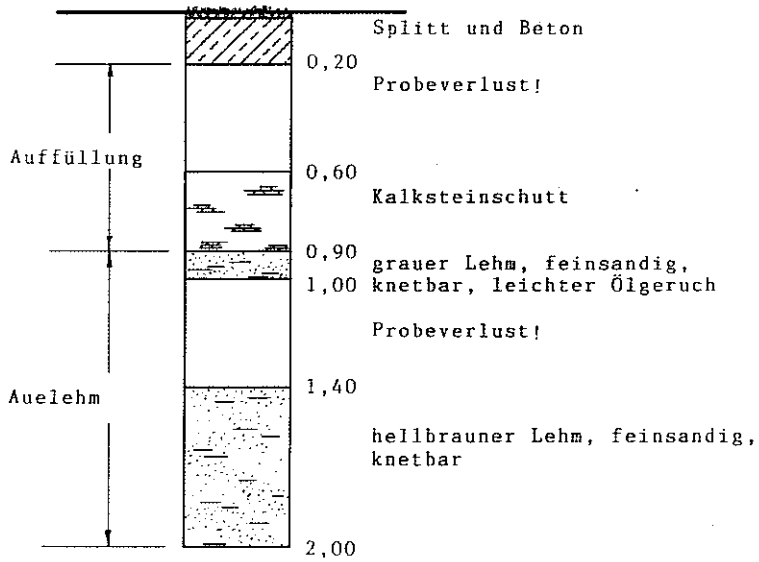
S O N D I E R U N G 12

GUS Jena/Zwätzen



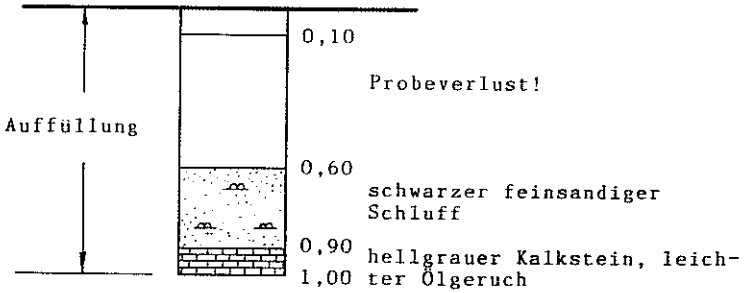
S O N D I E R U N G 13

Gus Jena/Zwätzen



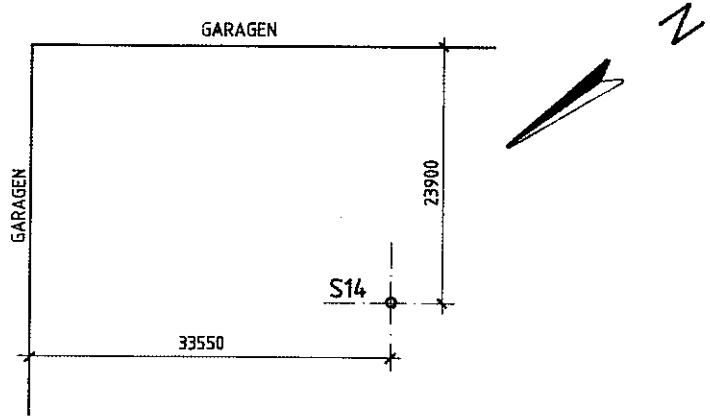
S O N D I E R U N G 14

GUS Jena/Zwätzen



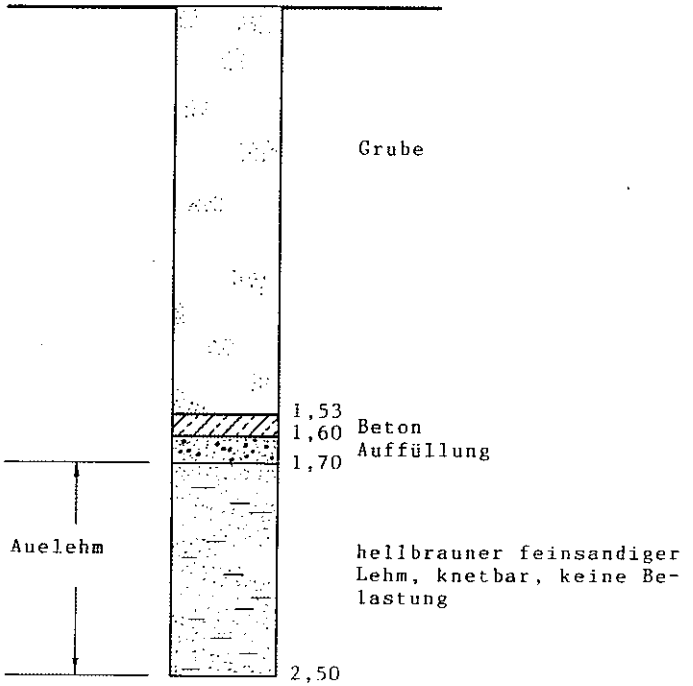
LAGESKIZZE UNBEFESTIGTE FLÄCHE BEI DEN GARAGEN

M 1:500



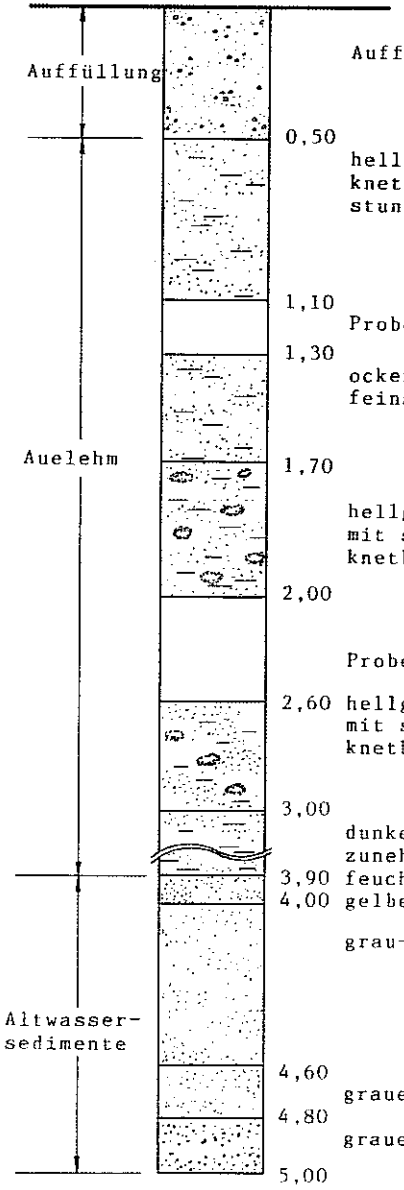
S O N D I E R U N G 15

GUS Jena/Zwätzen



S O N D I E R U N G 16

GUS Jena/Zwätzen



Auffüllung

0,50 hellbrauner Lehm, feinsandig, knetbar, trocken, keine Belastung

1,10 Probeverlust!

1,30 ockerfarbener-hellbrauner Lehm, feinsandig, knetbar, feucht

1,70 hellgrauer feinsandiger Lehm, mit schwarzen Einschlüssen, knetbar, feucht, Ölgeruch

2,00 Probeverlust!

2,60 hellgrauer feinsandiger Lehm, mit schwarzen Einschlüssen, knetbar, feucht, Ölgeruch

3,00 dunkelgrauer feinsandiger Lehm, zunehmend sandiger, knetbar,

3,90 feucht, Ölgeruch

4,00 gelber Feinsand, feucht

grau-gelber fk Sand, feucht

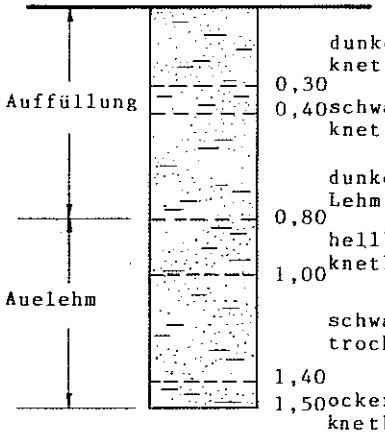
4,60 grauer Sand, fk, sehr naß

4,80 grauer gk Sand, naß

5,00

S O N D I E R U N G 17

GUS Jena/Zwätzen -Oberflächenprobe -



dunkelgrauer feinsandiger Lehm, knetbar

0,30

0,40 schwarzer feinsandiger Lehm, knetbar

dunkelgrau-schwarzer feinsandiger Lehm, krümelig

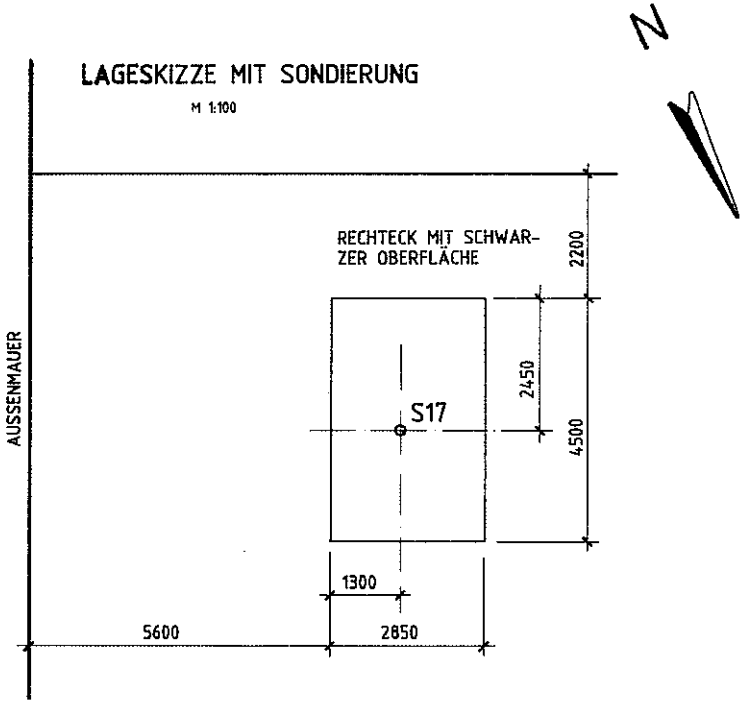
0,80 hellbrauner feinsandiger Lehm,

1,00 knetbar, trocken

schwarzer feinsandiger Lehm, trocken

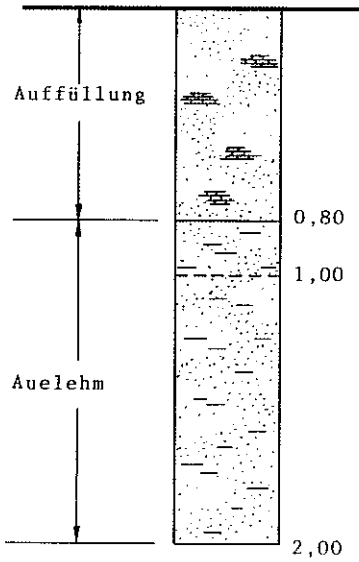
1,40

1,50 ockerfarbener feinsandiger Lehm, knetbar



S O N DI E R U N G 18

GUS Jena/Zwätzen



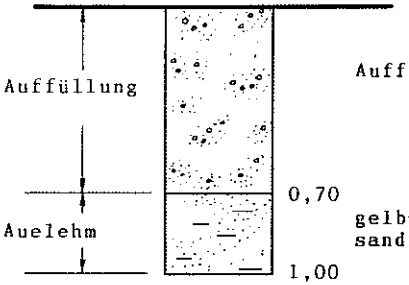
Sand mit Kalksteinbruch

hellbrauner feinsandiger Lehm, knetbar

hellbrauner feinsandiger Lehm, leichter Ölgeruch, 0,50 m vom ölverschmutzten Kanal entfernt!

S O N D I E R U N G 19

GUS Jena/Zwätzen - Müllverladeplatz -

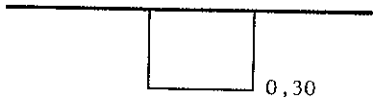


Auffüllung

gelb-ockerfarbener feinsandiger Lehm, knetbar

S O N D I E R U N G 20

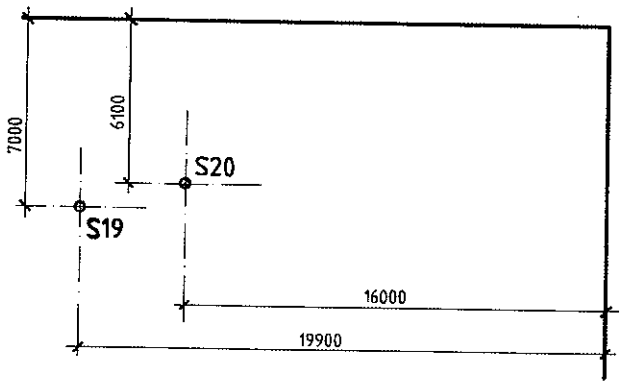
GUS Jena/Zwätzen



Kernverlust!

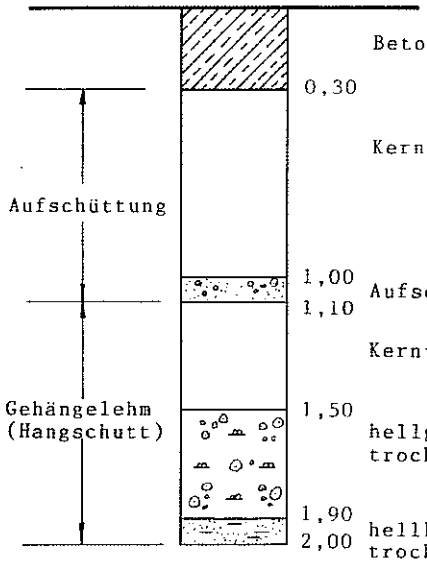
LAGESKIZZE VOM MÜLLVERLADEPLATZ MIT SONDIERUNGEN

M 1:100



S O N D I E R U N G 21

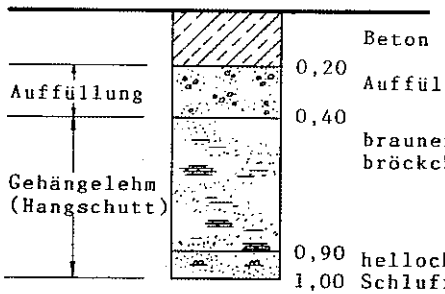
GUS Jena/Zwätzen - Schmiede -



	0,30	Beton
		Kernverlust!
	1,00	Aufschüttung
	1,10	
		Kernverlust!
	1,50	hellgrauer Schluff und Kies, trocken
	1,90	
	2,00	hellbrauner feinsandiger Lehm, trocken, keine Belastung

S O N D I E R U N G 22

GUS Jena/Zwätzen - Platz vor leeren Öltanks



Beton

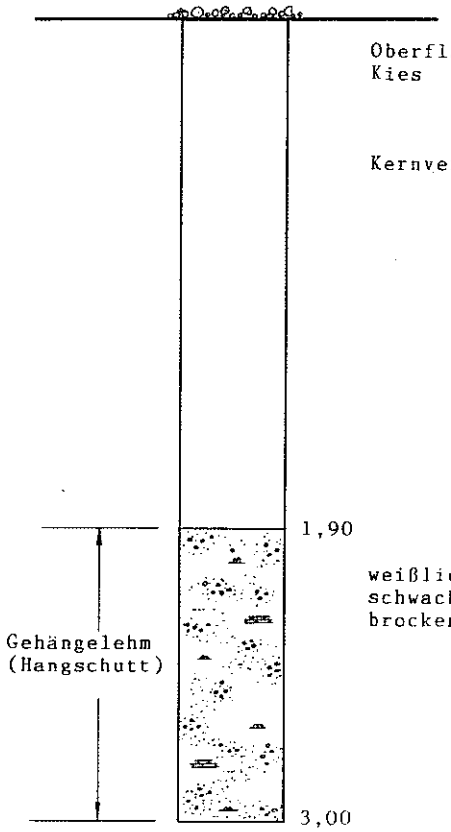
0,20 Auffüllung

0,40 brauner Lehm, mit Kalksteinbröckchen, trocken

0,90 hellockerfarbener feinsandiger
1,00 Schluff, trocken, sehr fest

S O N D I E R U N G 23

GUS Jena/Zwätzen - offenes Lager -



Oberfläche stark ölkontaminierter Kies

Kernverlust!

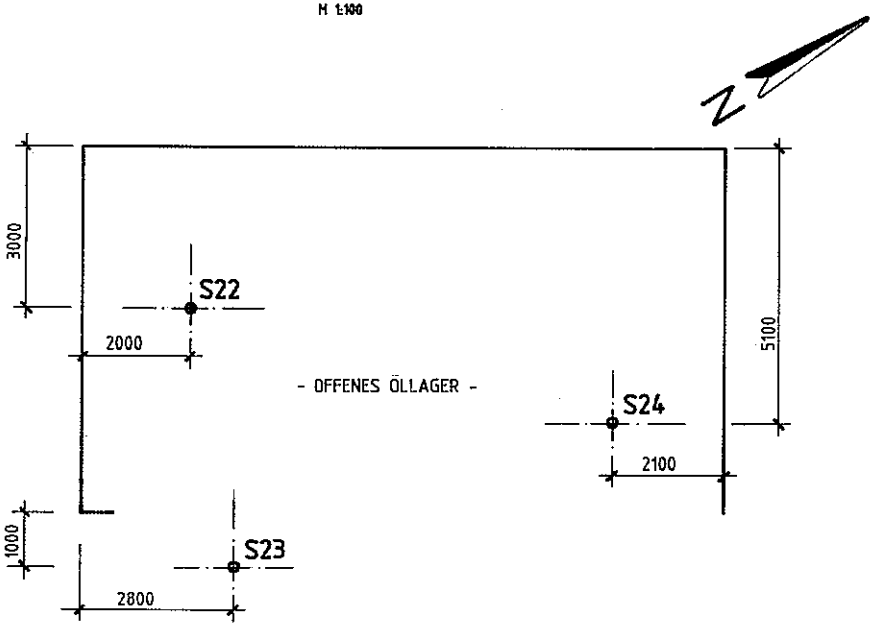
1,90

weißlich-gelbgrau Feinkies, schwach schluffig, Kalkspatbrocken

3,00

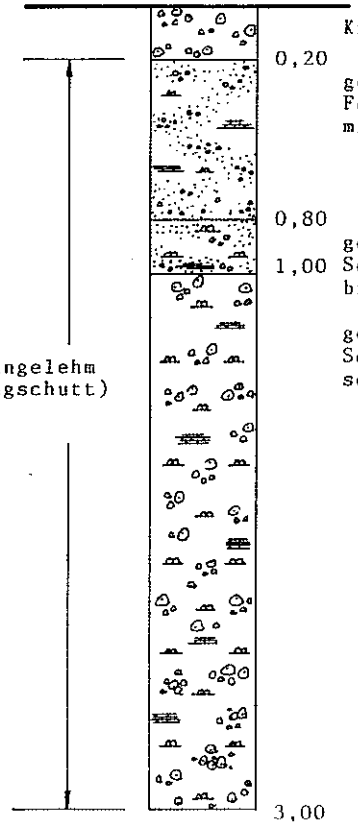
LAGESKIZZE OFFENES ÖLLAGER MIT SONDIERUNGEN

M 1:100



S O N D I E R U N G 24

GUS Jena/Zwätzen - vor offenem Öllager -



Kiesaufschüttung

0,20

gelbgrau-hellbrauner sandiger Feinkies, schwach schluffig, mit Kalkspatbrocken

0,80

gelbgrauer stark sandiger Schluff mit Kies, Kalksteinbrocken, trocken

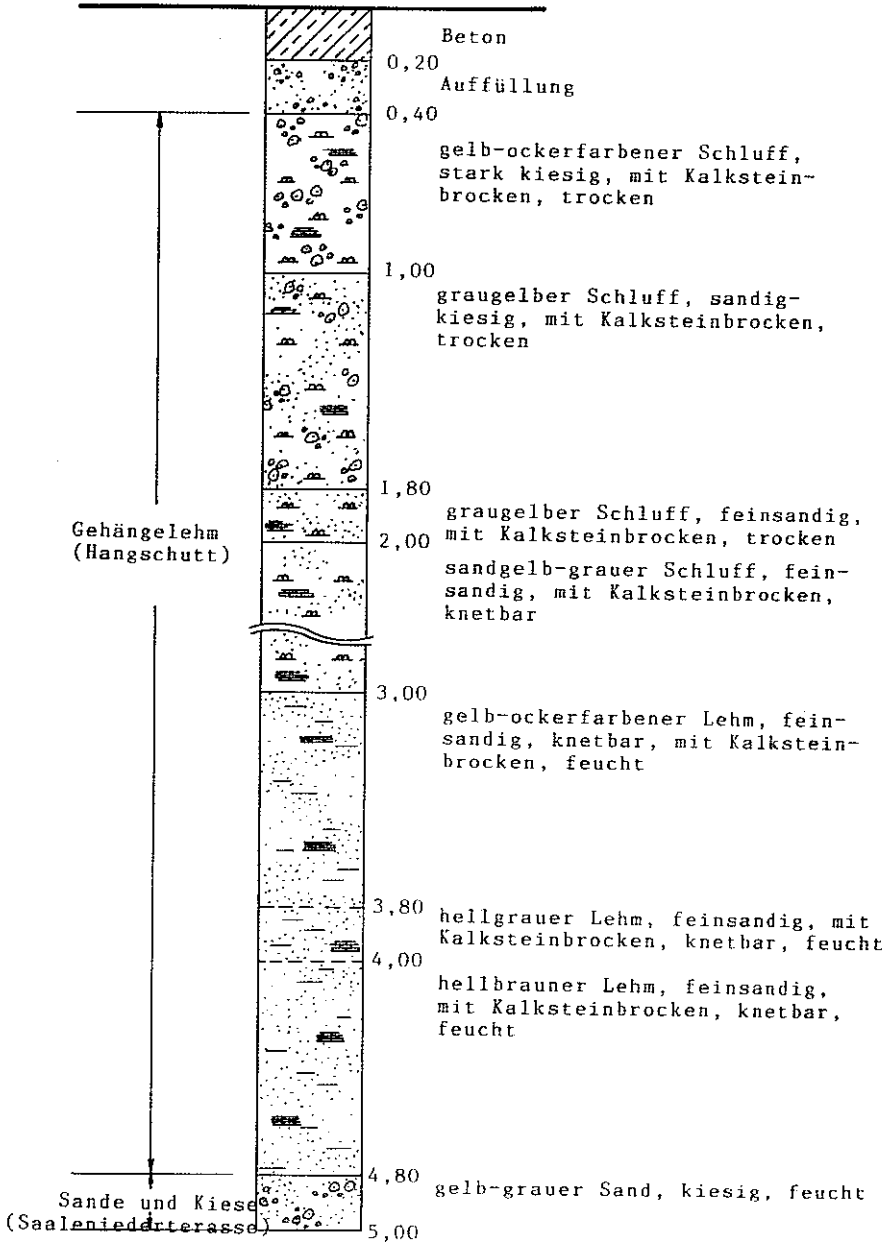
1,00

gelbgrauer stark kiesiger Schluff, mit Kalksteinbrocken, sehr fest, trocken

3,00

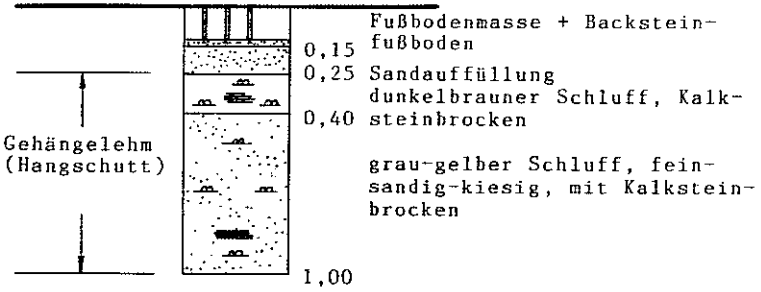
S O N D I E R U N G 25

GUS Jena/Zwätzen - Lager -



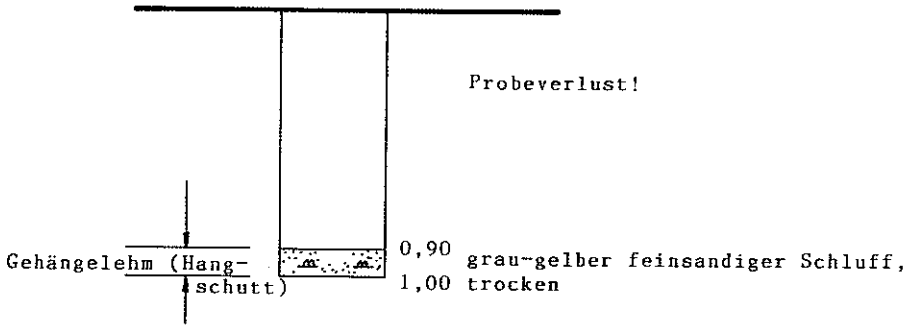
S O N D I E R U N G 26

GUS Jena/Zwätzen - Kleine Garage -



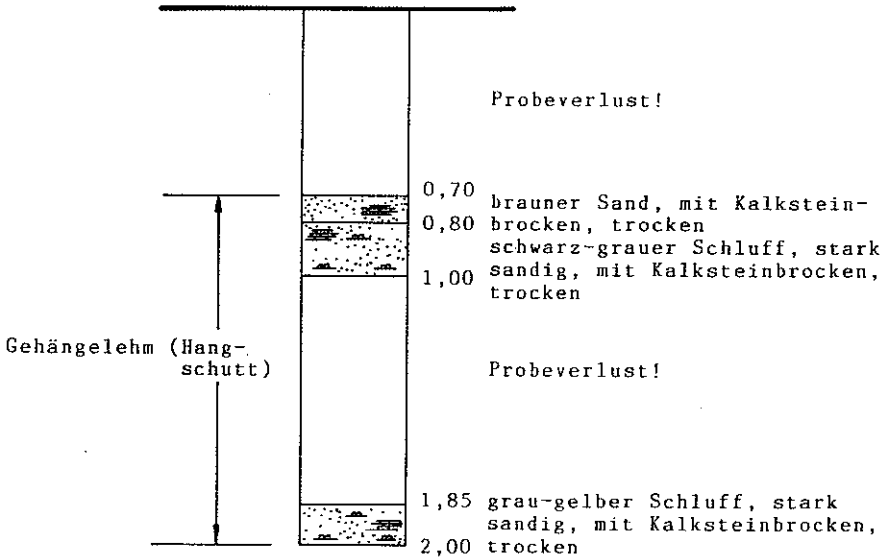
S O N D I E R U N G 27

GUS Jena/Zwätzen



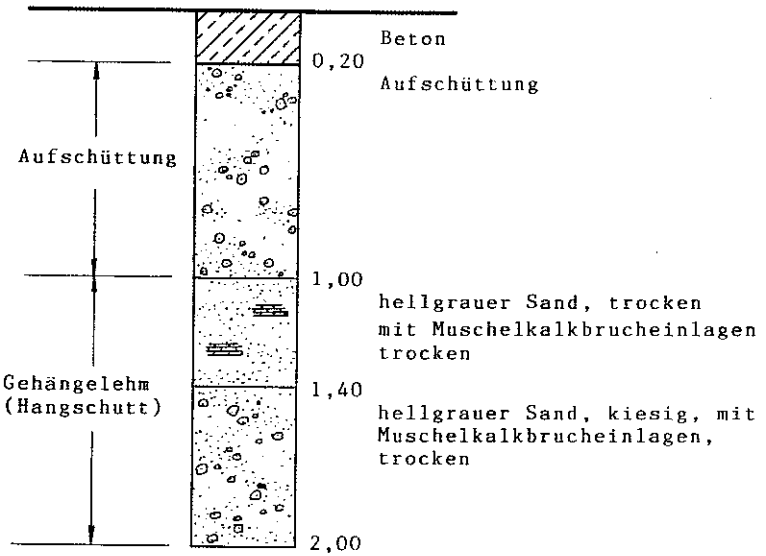
S O N D I E R U N G 28

GUS Jena/Zwätzen - Schuppen mit chemischen Substanzen -



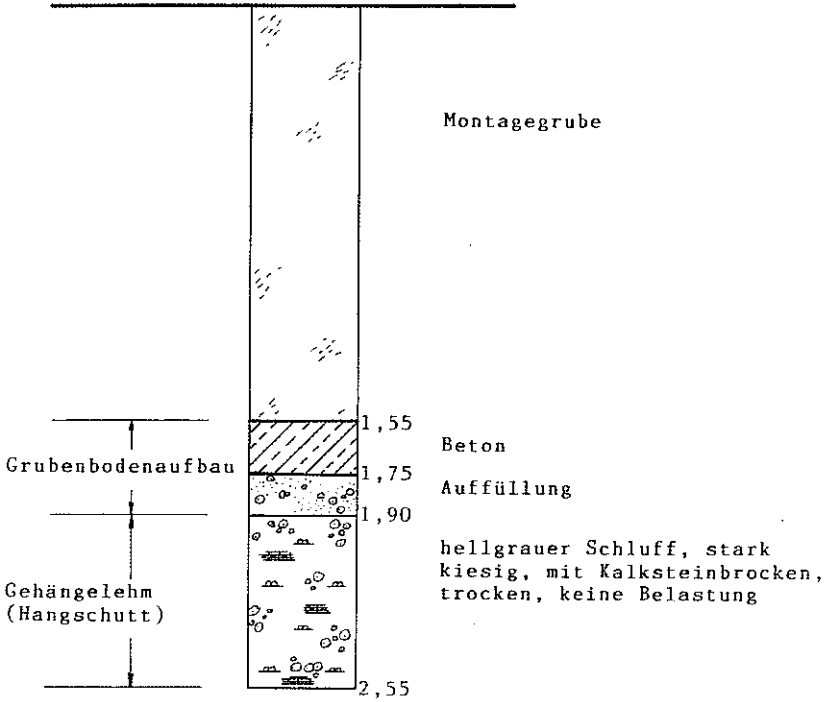
S O N D I E R U N G 29

GUS Jena/Zwätzen - Batterieladeraum -



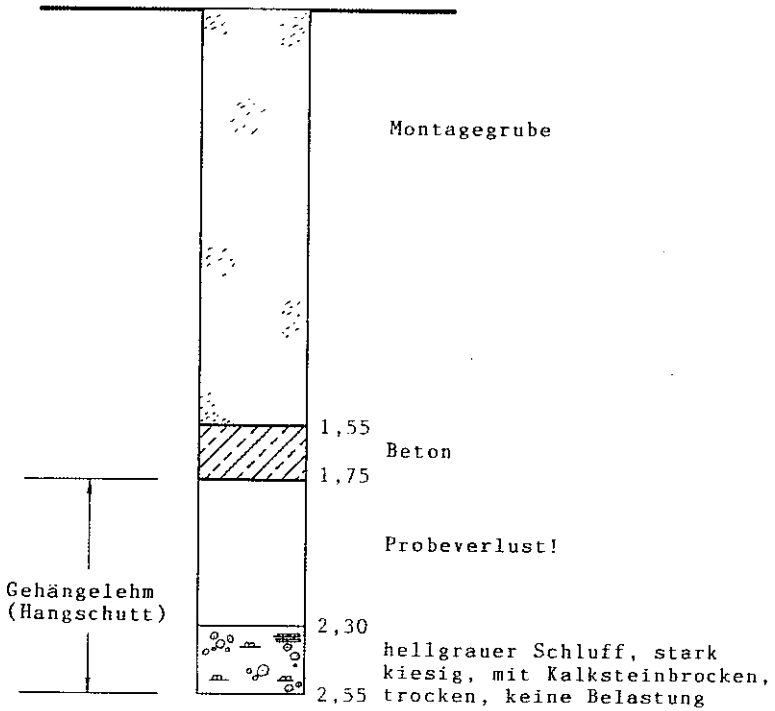
S O N D I E R U N G 30

GUS Jena/Zwätzen 1.Garage von Garagenreihe zur B88 - Montagegrube



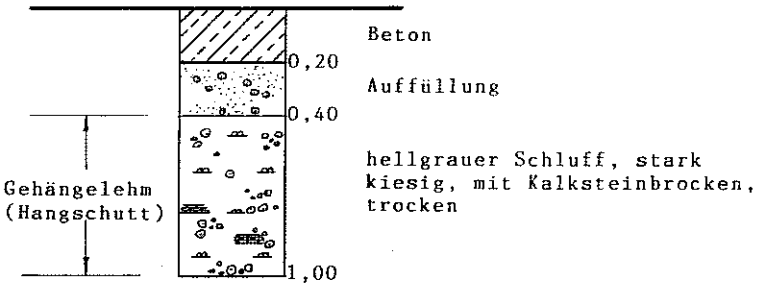
S O N D I E R U N G 31

GUS Jena/Zwätzen 3. Garage von 2. Garagenreihe - Montagegrube



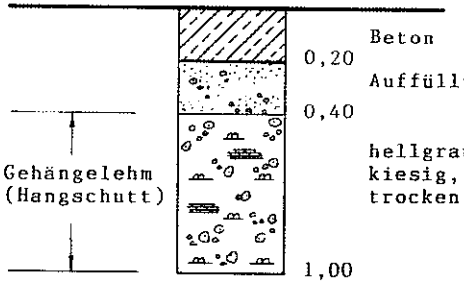
S O N D I E R U N G 32

GUS Jena/Zwätzen Garagen hinter Kohlelagerplatz



S O N D I E R U N G 33

GUS Jena/Zwätzen



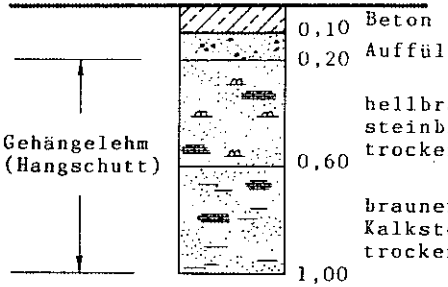
Beton

Auffüllung

hellgrauer Schluff, stark kiesig, mit Kalksteinbrocken, trocken

S O N D I E R U N G 34

GUS Jena/Zwätzen - Halle hinter Kohlelagerplatz -



Beton

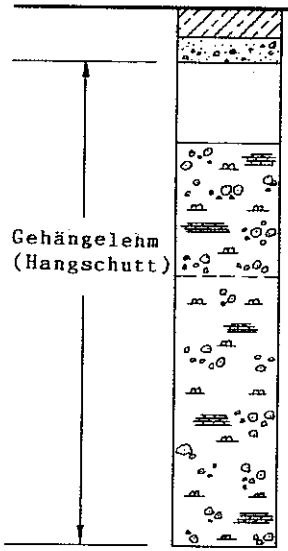
Auffüllung

hellbrauner Schluff, mit Kalksteinbrocken, feinsandig, trocken

brauner Lehm, feinsandig, mit Kalksteinbrocken, knetbar, trocken

S O N D I E R U N G 35

GUS Jena/Zwätzen



0,10 Beton

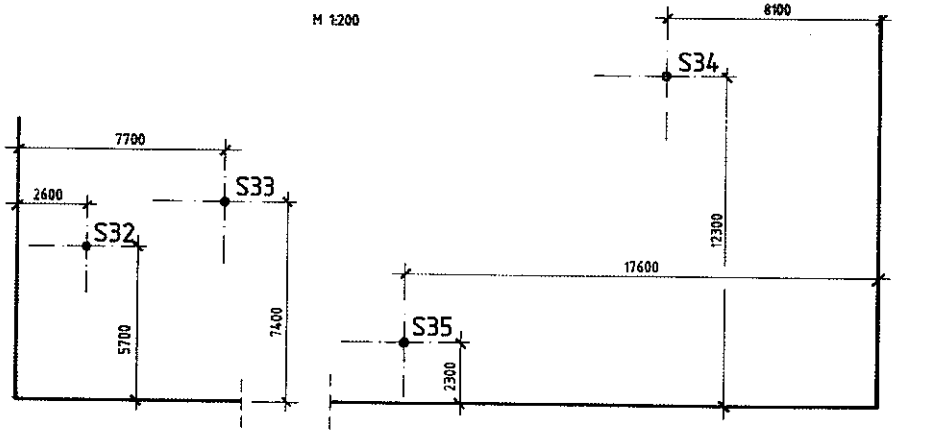
0,20 Auffüllung

Probeverlust!

0,50 grauer Schluff, stark kiesig, mit Kalksteinbrocken, NH_3-Geruch

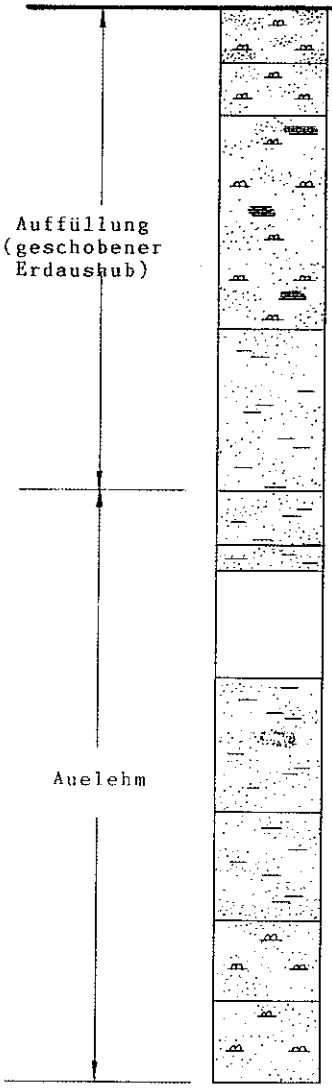
1,00 grauer Schluff, stark kiesig, mit Kalksteinbrocken, ohne NH_3-Geruch

2,00



S O N D I E R U N G 36

GUS Jena/Zwätzen - Tankstelle -



schwarzer Schluff, stark sandig

0,20

dunkelbrauner Schluff, feinsandig, knetbar

0,40

schwarzer Schluff, feinsandig, Kalksteinbrocken, knetbar, feucht

1,20 hellbrauner Lehm, feinsandig, knetbar

1,80

dunkelgrau-schwarzer Lehm, feinsandig, knetbar, sehr feucht

2,00

brauner feinsandiger Lehm, feucht, knetbar

2,10

Probeverlust!

2,50 dunkelgrauer-schwarzer Lehm, feinsandig, knetbar, mit schwarzen Einschlüssen

3,00 dunkelgrauer-schwarzer Lehm, feinsandig, knetbar

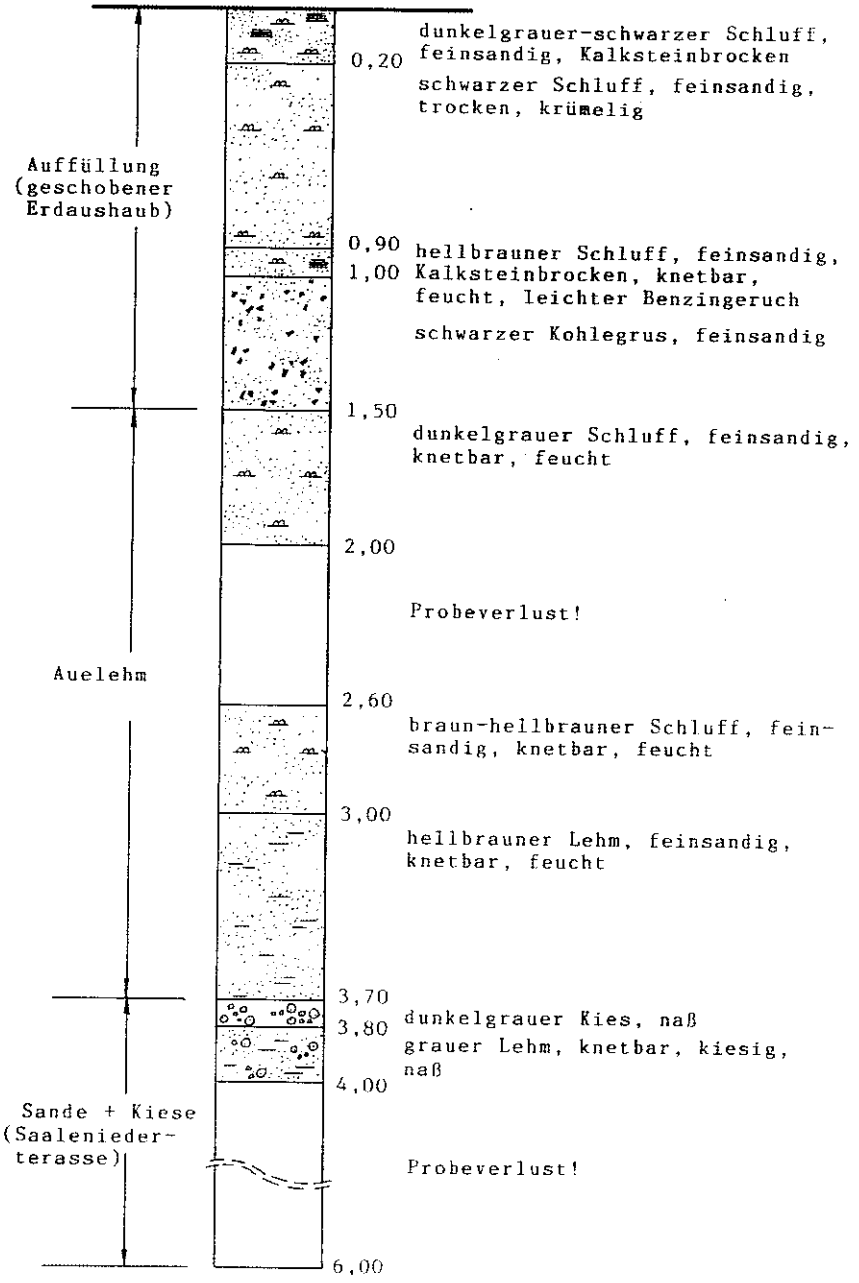
3,40 gelber feinsandiger Schluff

3,70 braun-dunkelbrauner Schluff, feinsandig, knetbar

4,00

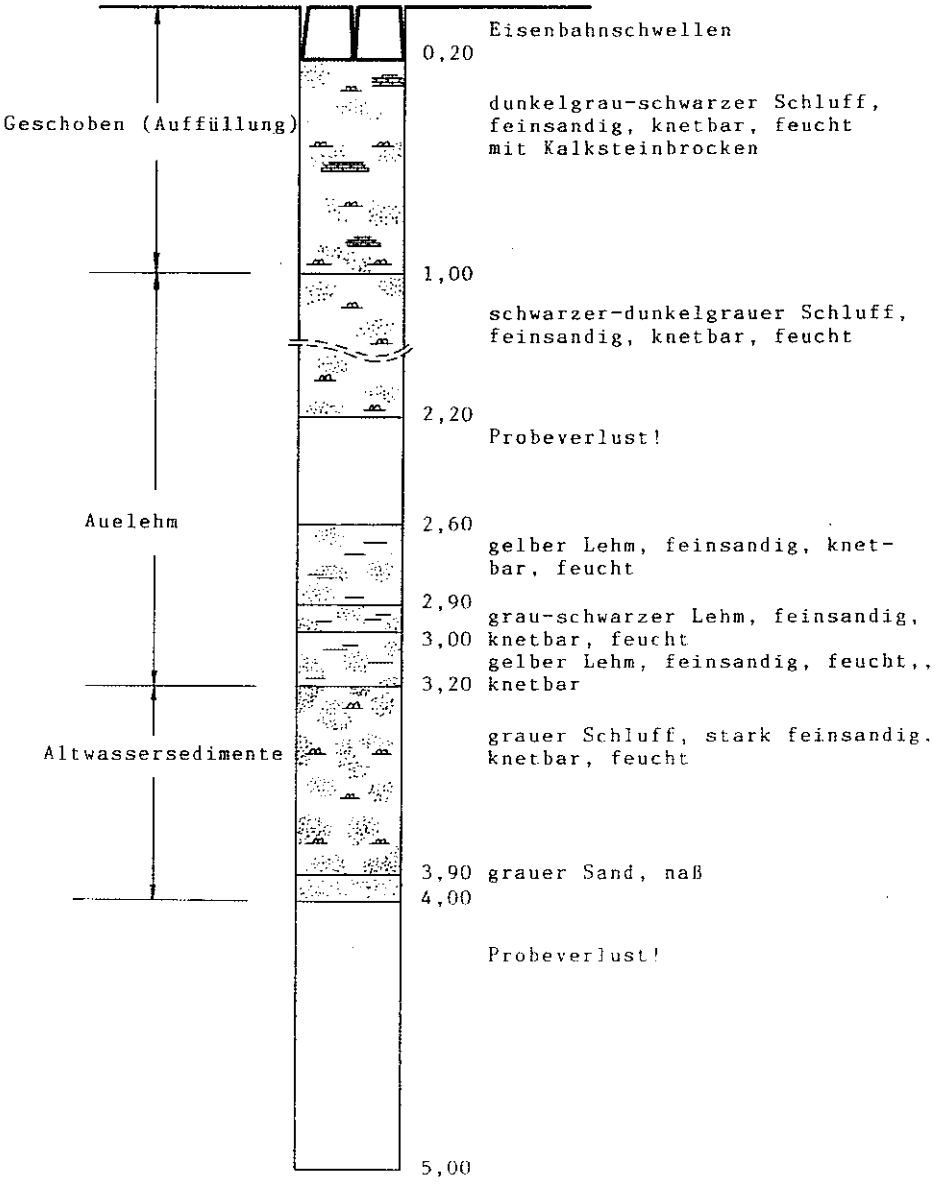
S O N D I E R U N G 37

GUS Jena/Zwätzen - Tankstelle -



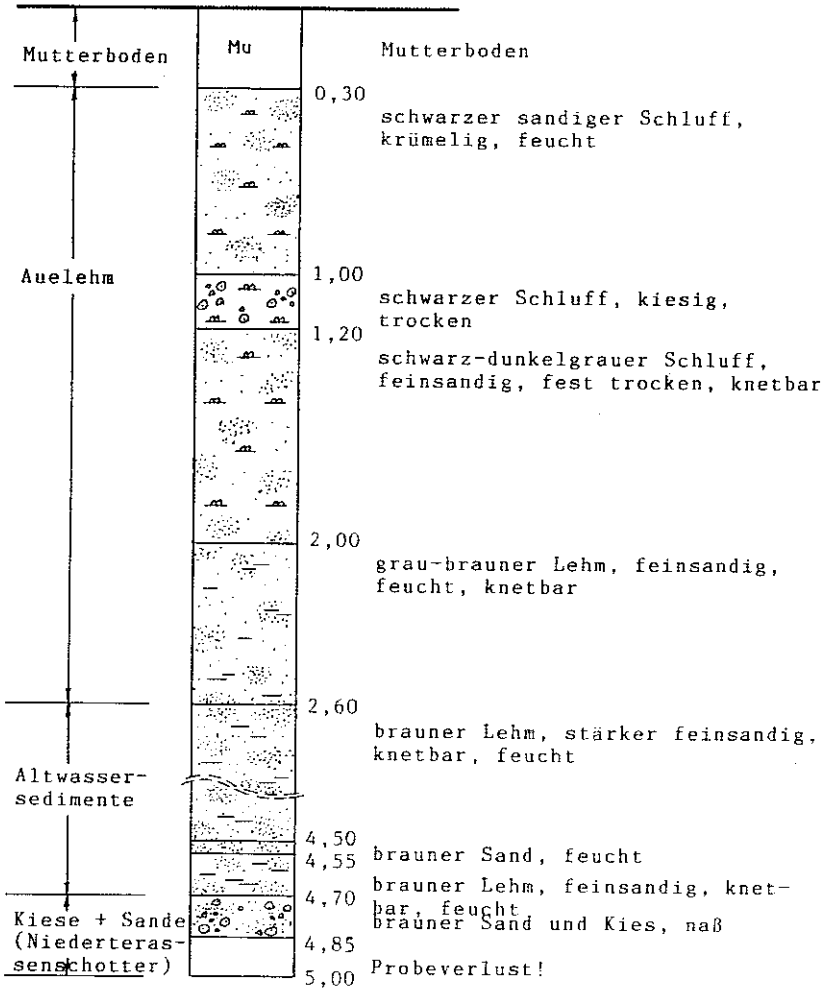
S O N D I E R U N G 38

GUS Jena/Zwätzen - Tankstelle -



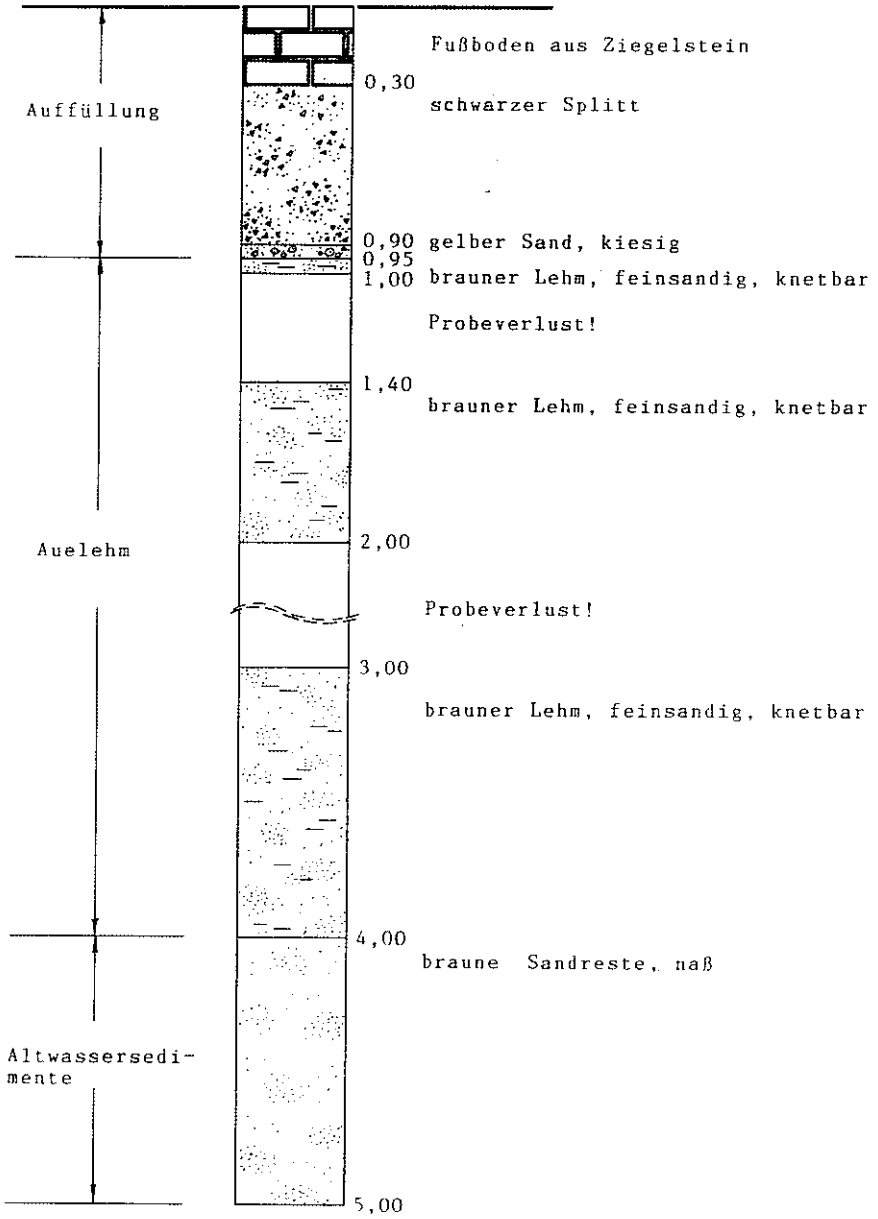
S O N D I E R U N G 39

GUS Jena/Zwätzen - östliches Tor hinter Tankstelle -



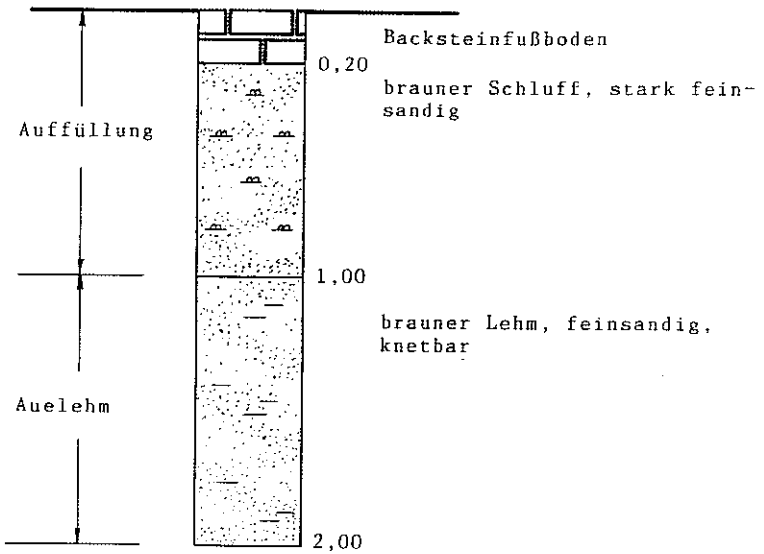
S O N D I E R U N G 40

GUS Jena/Zwätzen - Panzerhalle südlich Tankstelle -



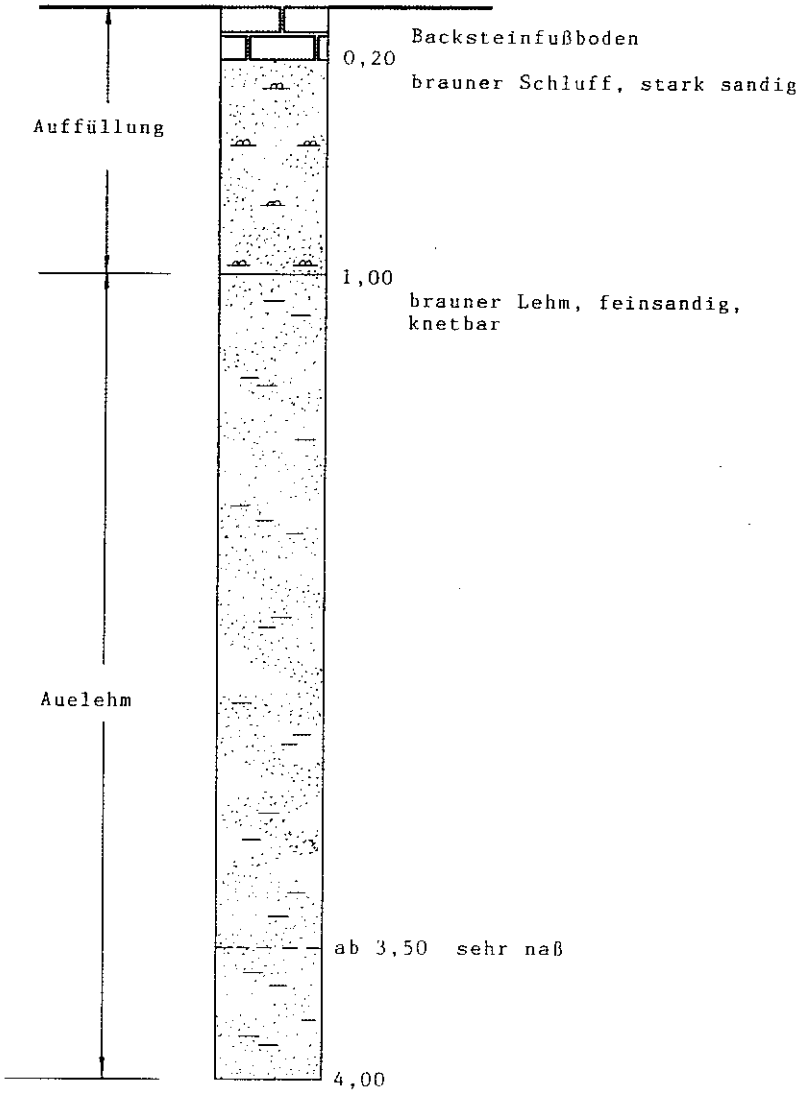
S O N D I E R U N G 41

GUS Jena/Zwätzen -



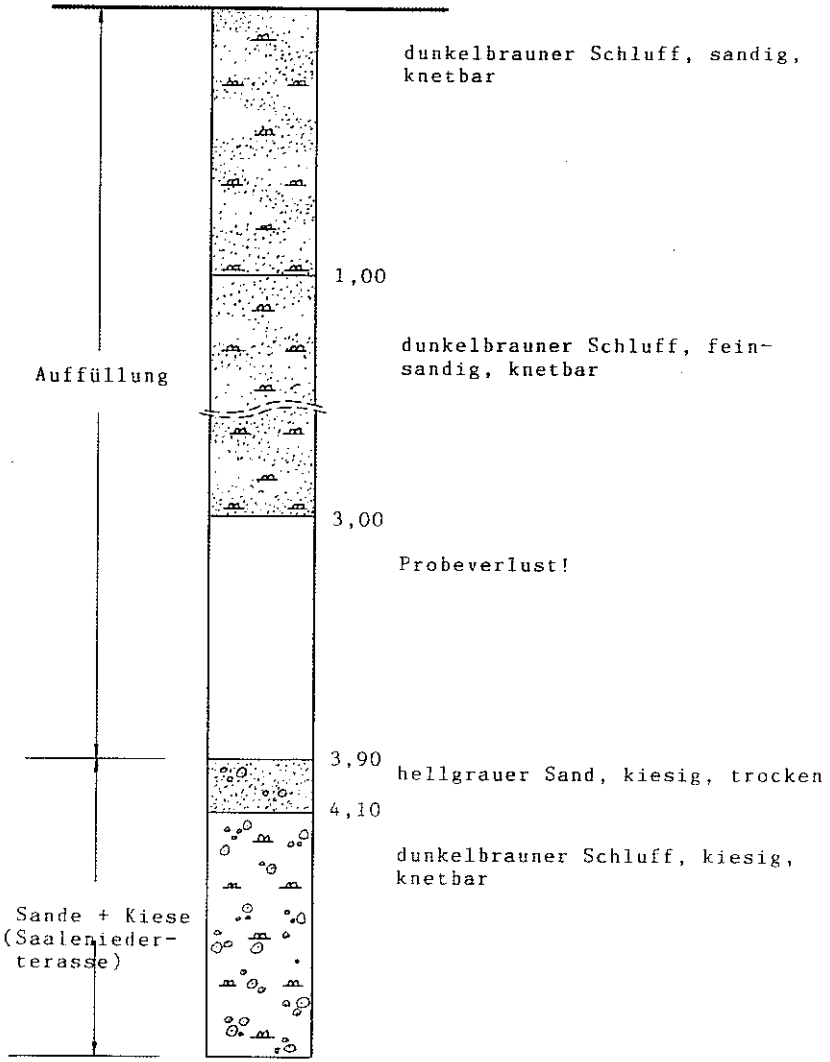
S O N D I E R U N G 42

GUS Jena/Zwätzen



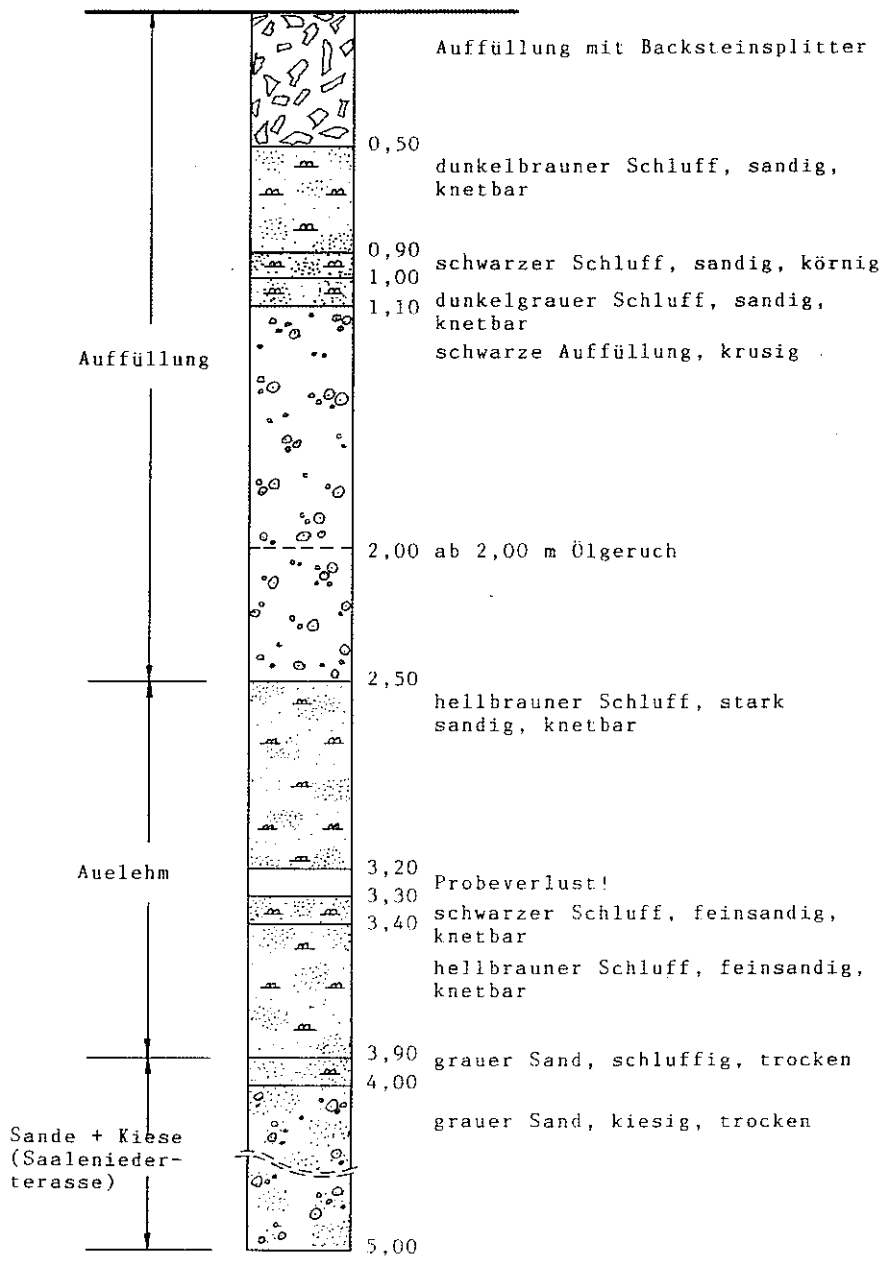
S O N D I E R U N G 43

GUS Jena/Zwätzen - zwischen Tanks und Schrottplatz -



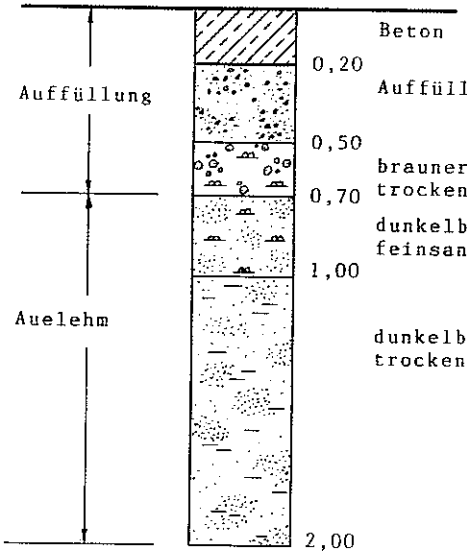
S O N D I E R U N G 44

GUS Jena/Zwätzen - unterhalb des Tanks -



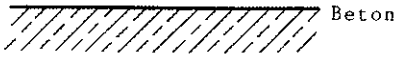
S O N D I E R U N G 45

GUS Jena/Zwätzen - Garagen südlich Tankstelle -



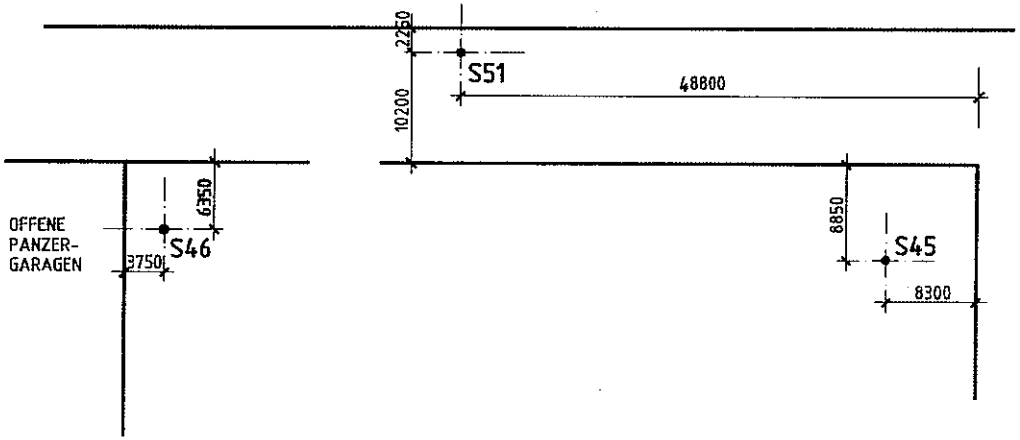
S O N D I E R U N G 46

GUS Jena/Zwätzen



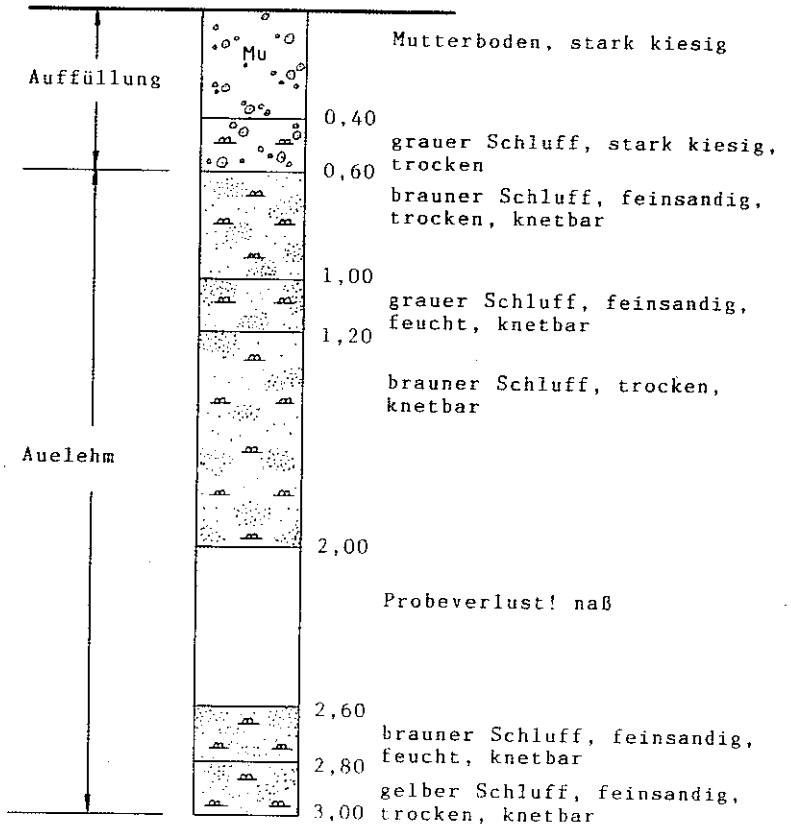
LAGESKIZZE GARAGEN SÜDL. TANKSTELLE

M 1:500



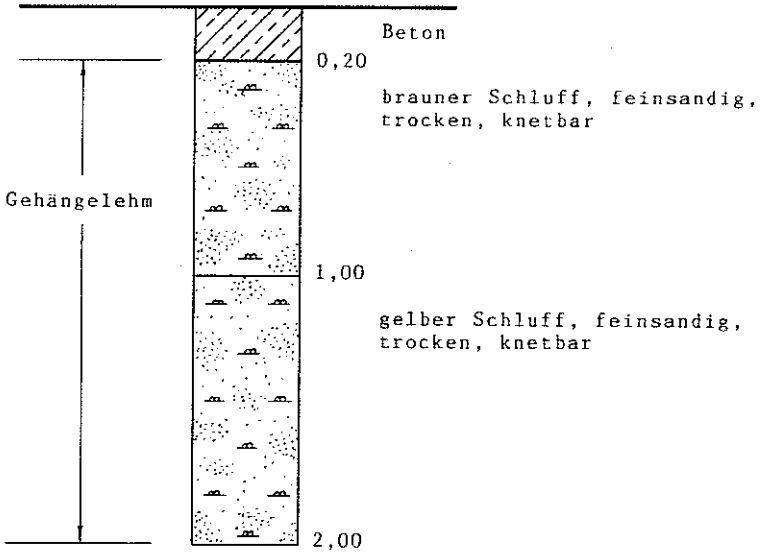
S O N D I E R U N G 47

GUS Jena/Zwätzen -Grünfläche zwischen Panzerwaschrampen -



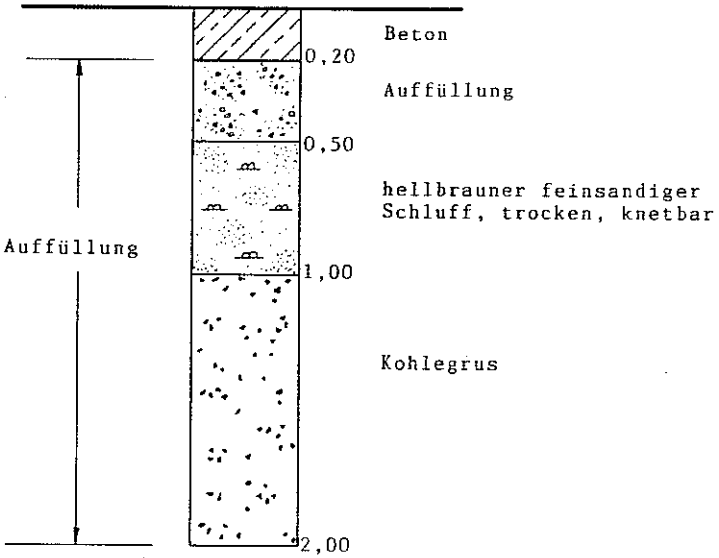
S O N D I E R U N G 48

GUS Jena/Zwätzen - Garagen unterhalb Schrottplatz -



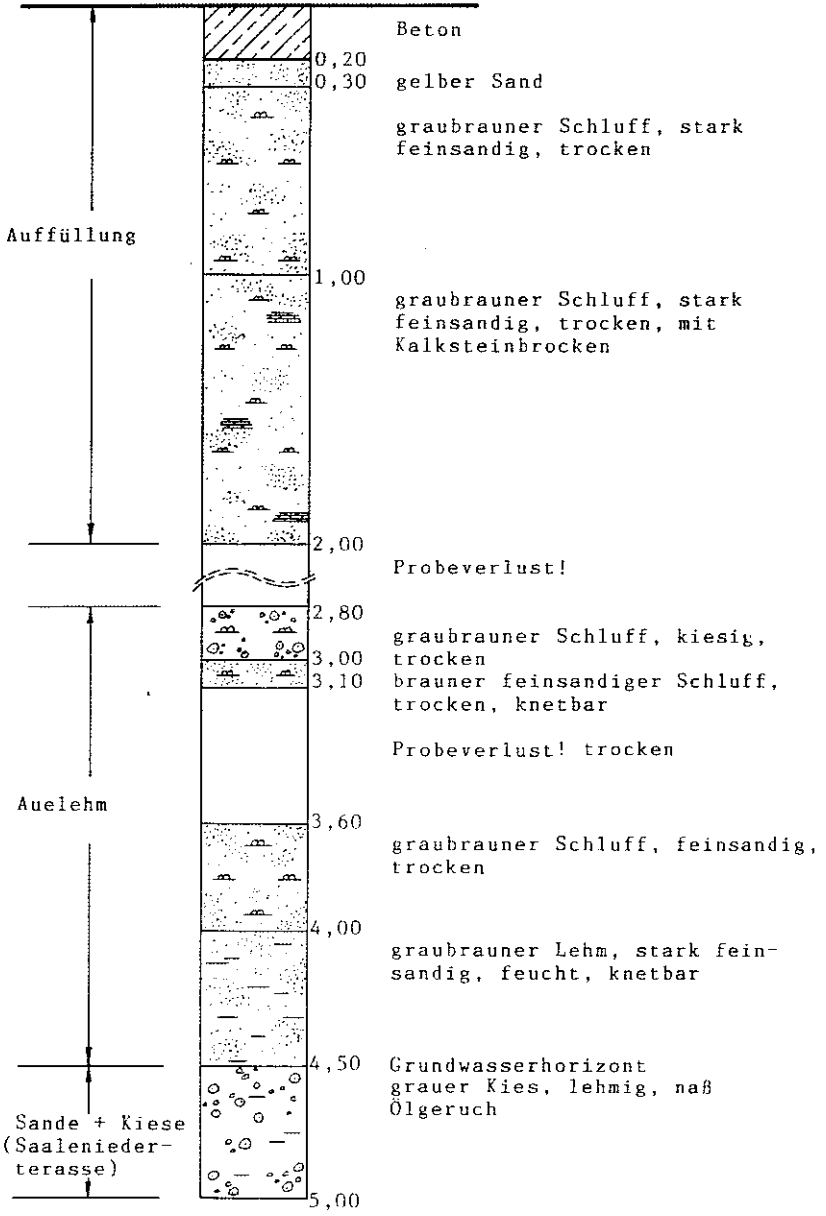
S O N D I E R U N G 49

GUS Jena/Zwätzen



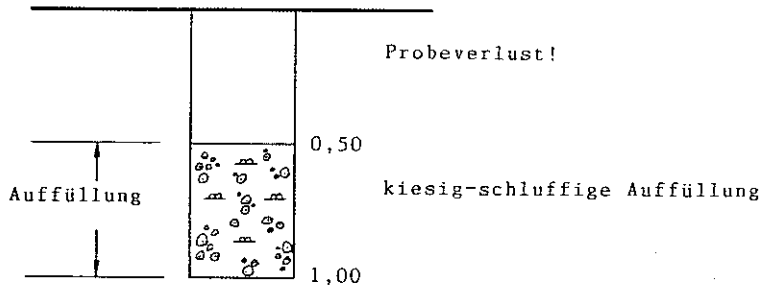
S O N D I E R U N G 50

GUS Jena/Zwätzen



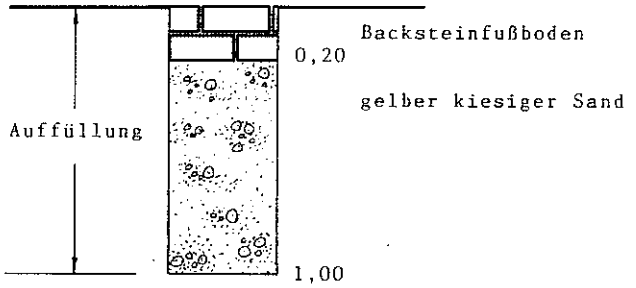
S O N D I E R U N G 51

GUS Jena/Zwätzen - Munitionsabbrandplatz -



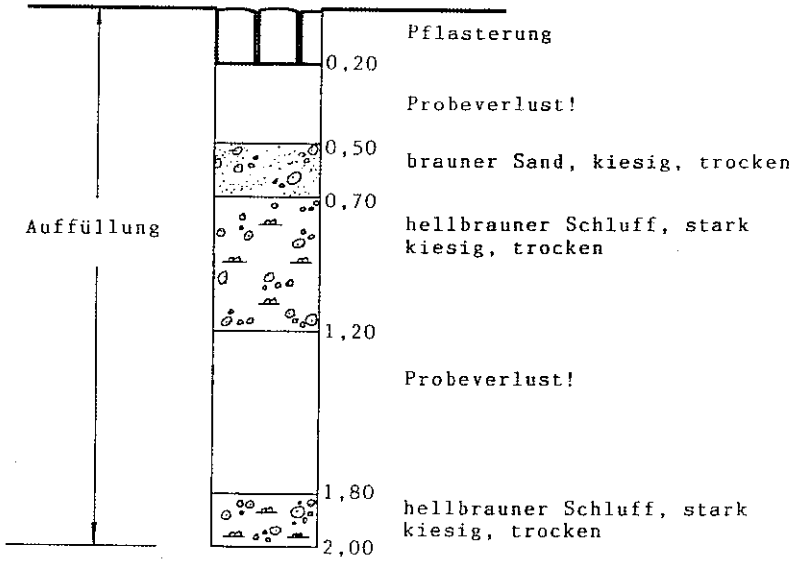
S O N D I E R U N G 52

GUS Jena/Zwätzen - Farblager? _



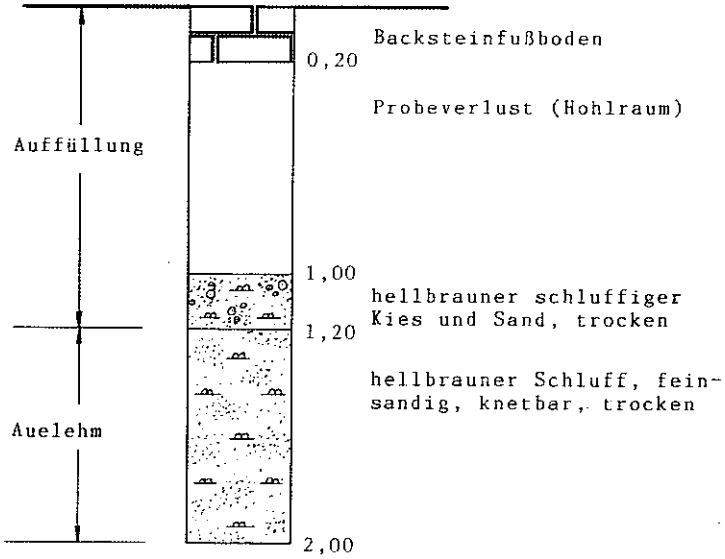
S O N D I E R U N G 53

GUS Jena/Zwätzen - Lager -
(Teer ausgelaufen)



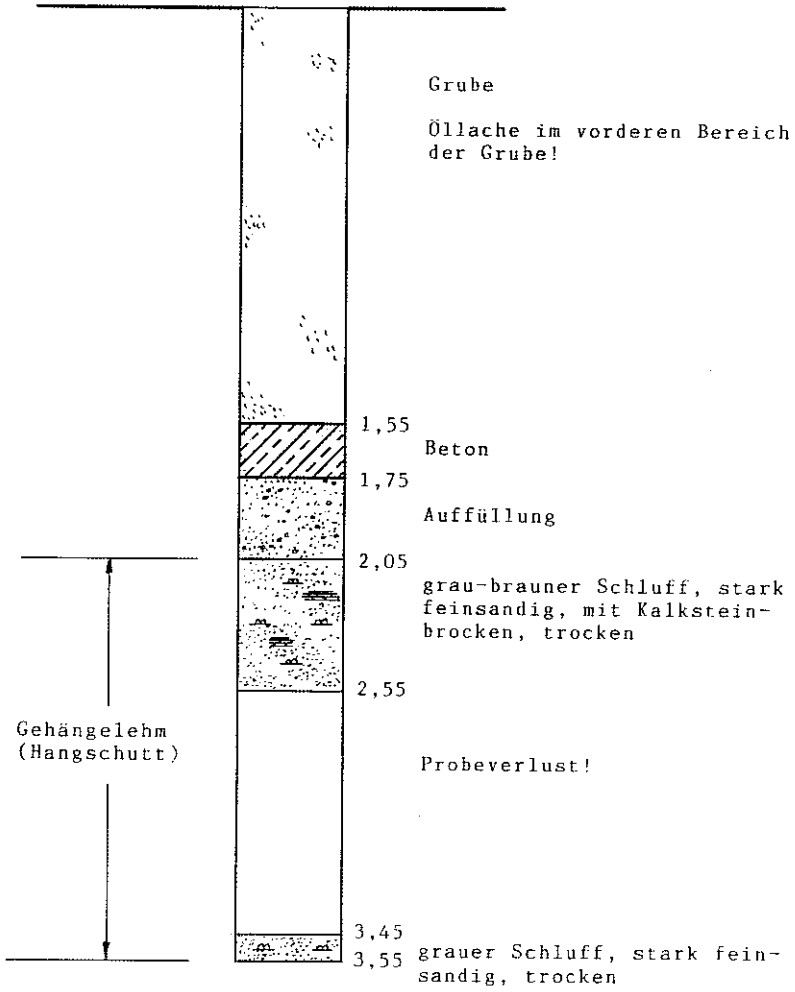
S O N D I E R U N G 54

GUS Jena/Zwätzen - Materiallager -



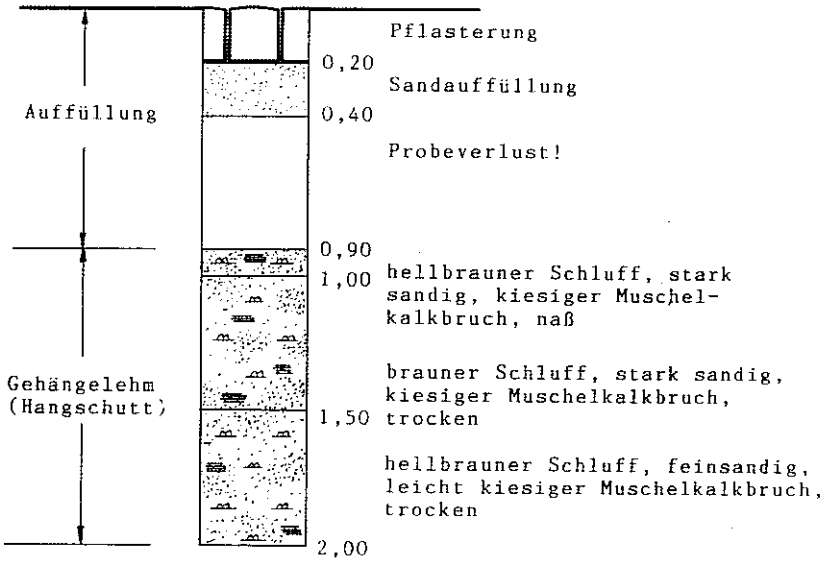
S O N D I E R U N G 55

GUS Jena/Zwätzen - Grube 3. Garage -



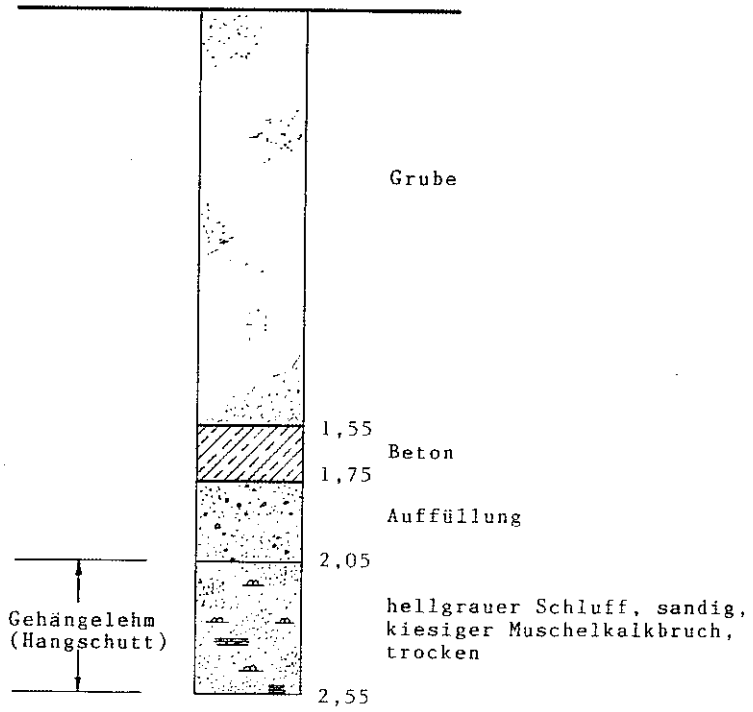
S O N D I E R U N G 56

GUS Jena/Zwätzen - Garagenvorplatz -



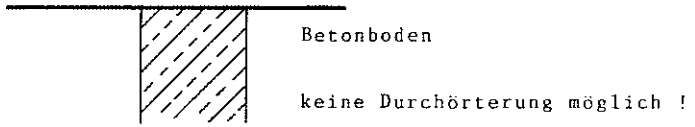
S O N D I E R U N G 57

GUS Jena/Zwätzen - letzte Garage untere Front -



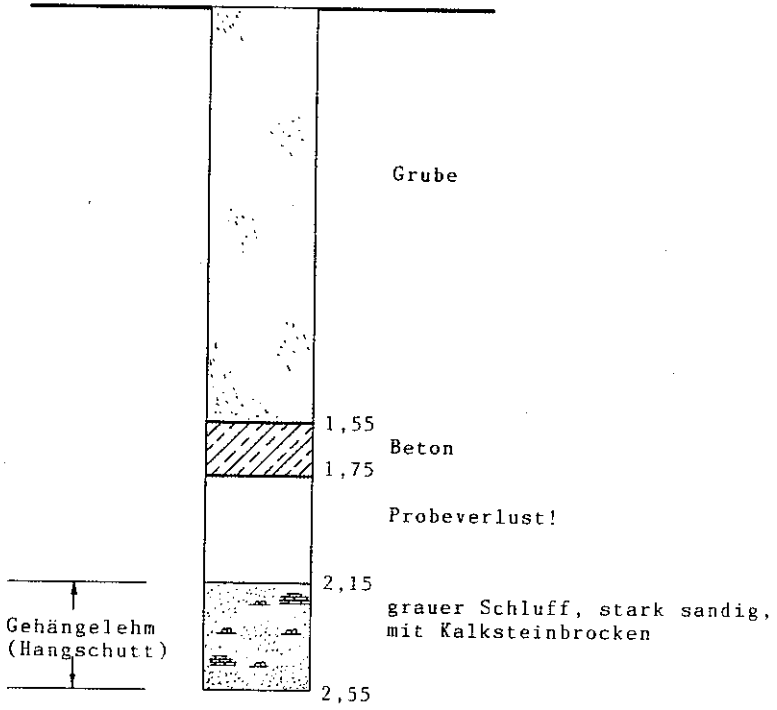
S O N D I E R U N G 58

GUS Jena/Zwätzen - 4. Garage von vorn -



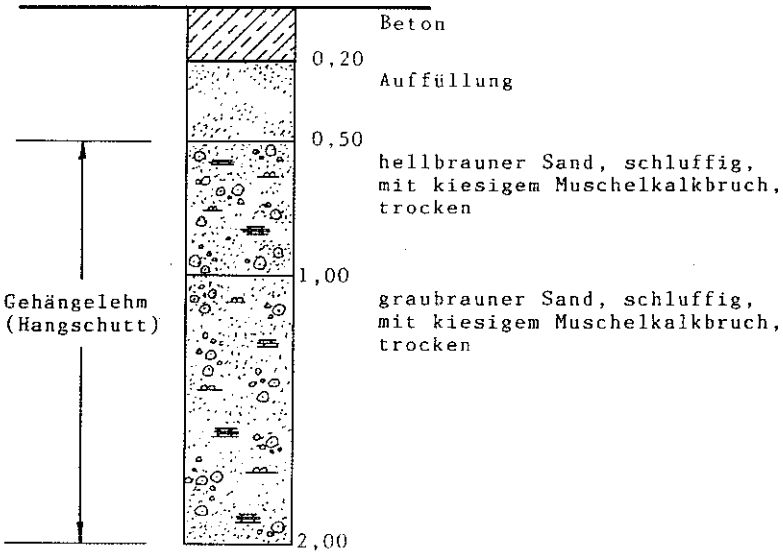
S O N D I E R U N G 58a

GUS Jena/Zwätzen - 3. Doppelreihe Garagen - Grube -



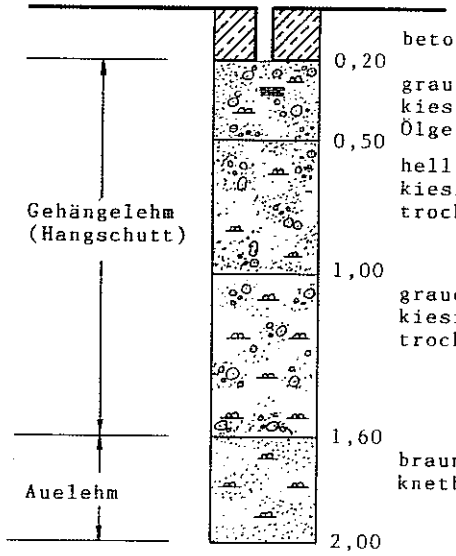
S O N D I E R U N G 59

GUS Jena/Zwätzen - 1. Garage von hinten, untere Reihe -



S O N D I E R U N G 60

GUS Jena/Zwätzen - 1. Garage von vorn, untere Reihe -



betonierter Einlauf ohne Abfluß

0,20 grau-schwarzer Sand, schluffig, kiesiger Muschelkalkbruch Ölgeruch

0,50 hellbrauner Sand, schluffig, kiesiger Muschelkalkbruch, trocken

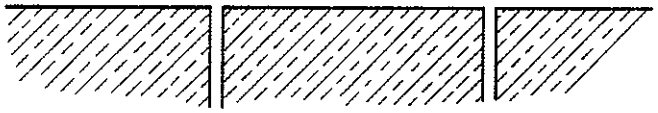
1,00 grauer Schluff, sandig, leicht kiesiger Muschelkalkbruch, trocken

1,60 brauner Schluff, feinsandig, knetbar, trocken

2,00

S O N D I E R U N G 61

GUS Jena/Zwätzen - untere Doppelreihe, 1. Garage, obere Reihe -

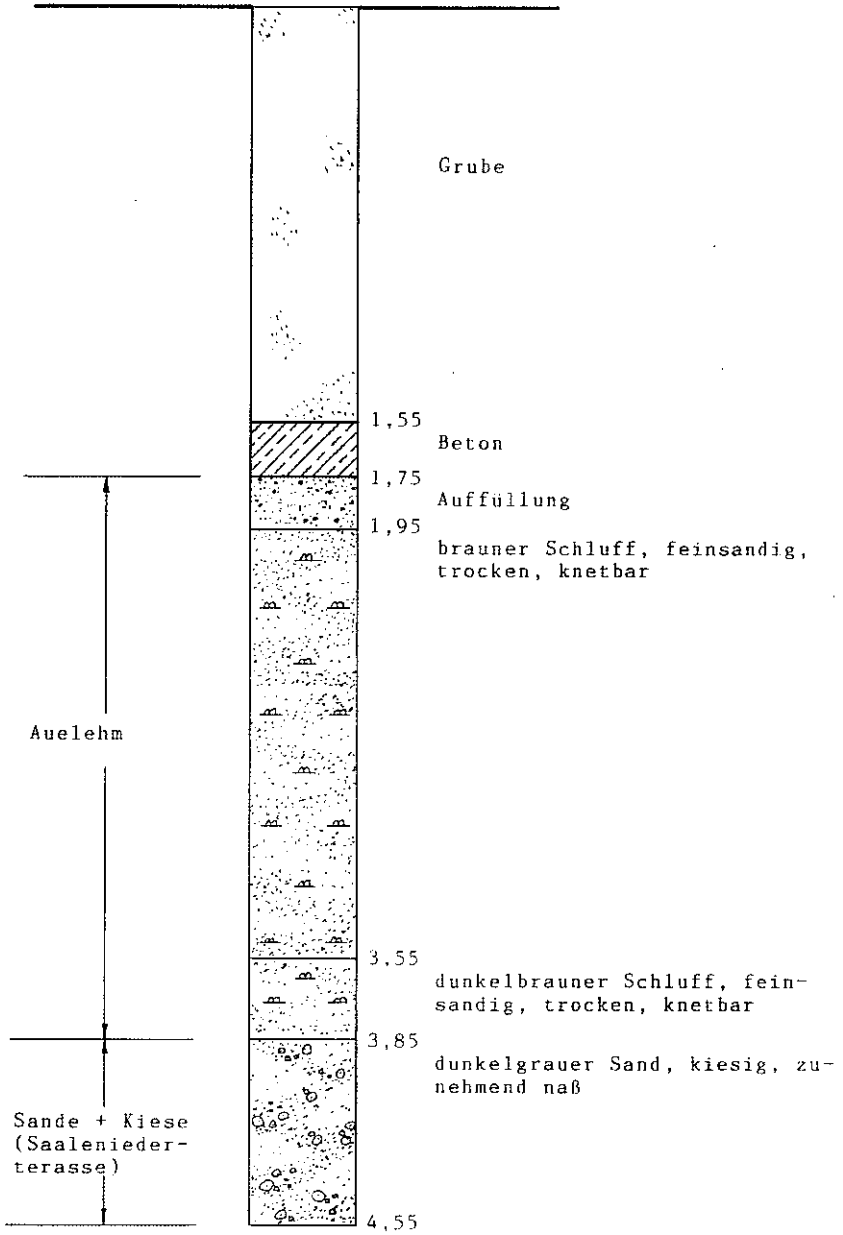


Hallenboden mit zwei Abflüssen.

Abflüsse standen voll öligem Schlamm.

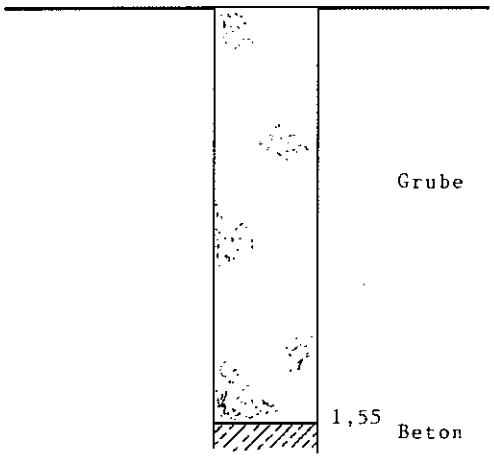
S O N D I E R U N G 62

GUS Jena/Zwätzen - 1. Halle, untere Reihe, Grube -



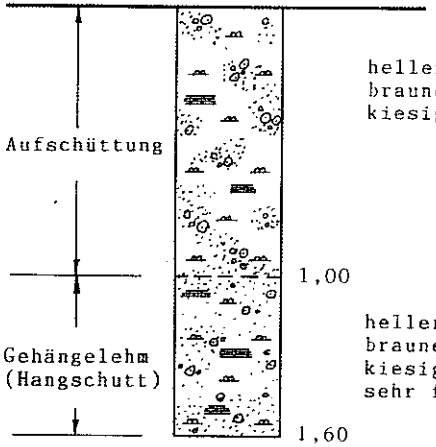
S O N D I E R U N G 63

GUS Jena/Zwätzen - Grube vorletzte Garage, untere Reihe -



S O N D I E R U N G 64

GUS Jena/Zwätzen

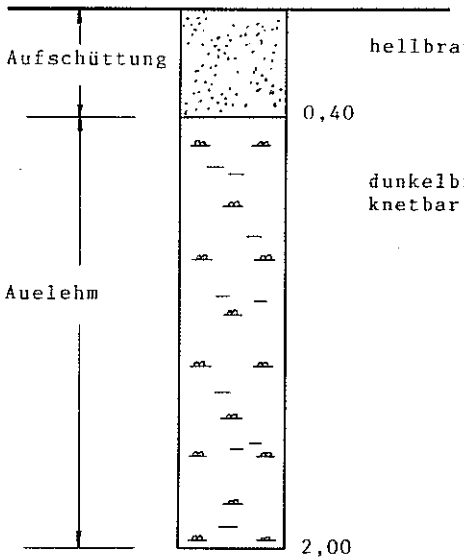


heller ockerfarbener bis brauner Schluff, sandig-kiesig, mit Muschelkalkbruch

heller ockerfarbener bis brauner Schluff, sandig-kiesig, mit Muschelkalkbruch, sehr fest und trocken

S O N D I E R U N G 65

GUS Jena/Zwätzen

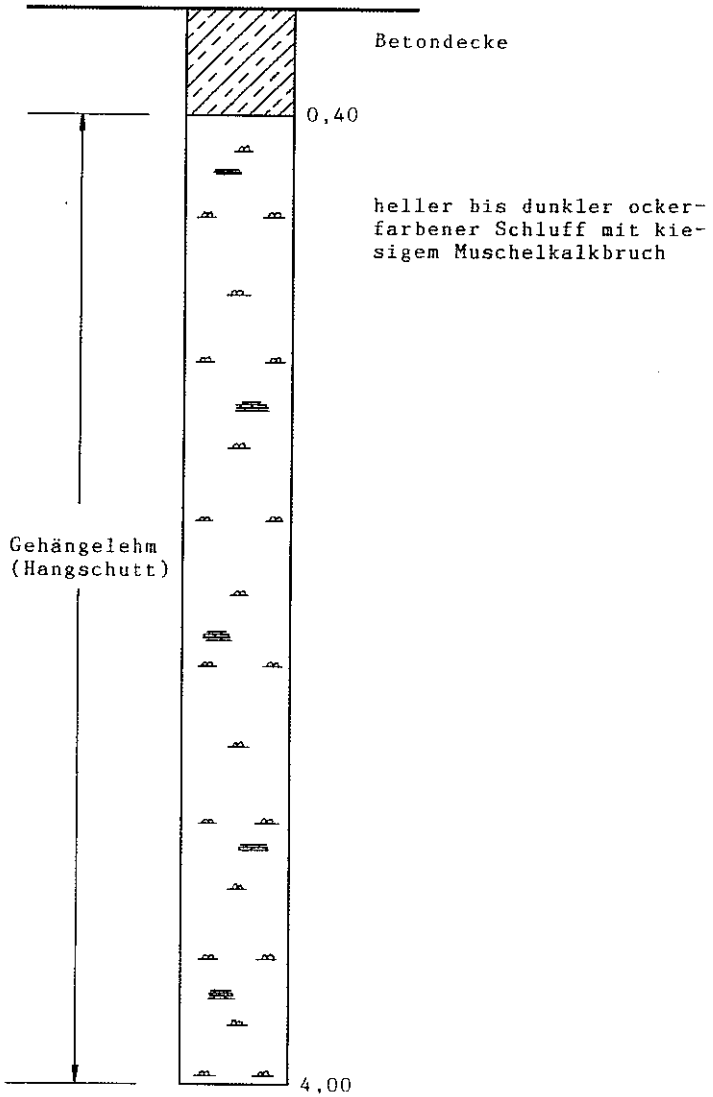


hellbrauner Sand, grobkornig

dunkelbrauner Schluff, tonig, knetbar

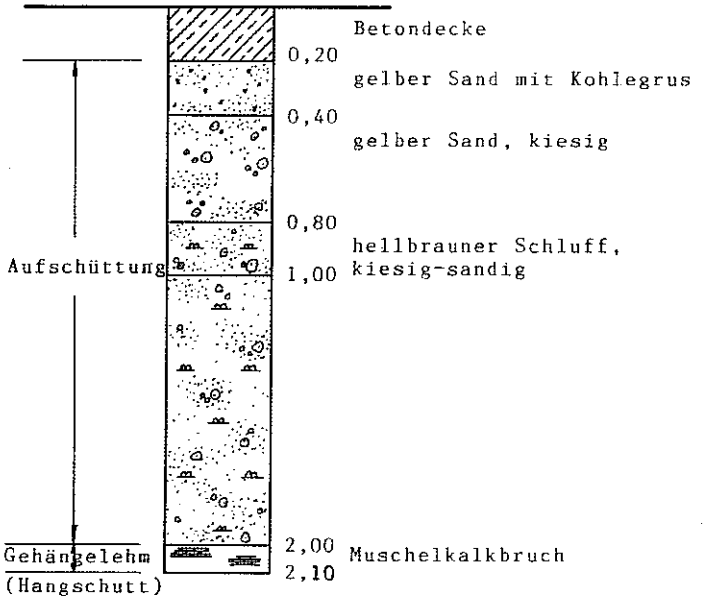
S o n d i e r u n g 66

GUS Jena/Zwätzen



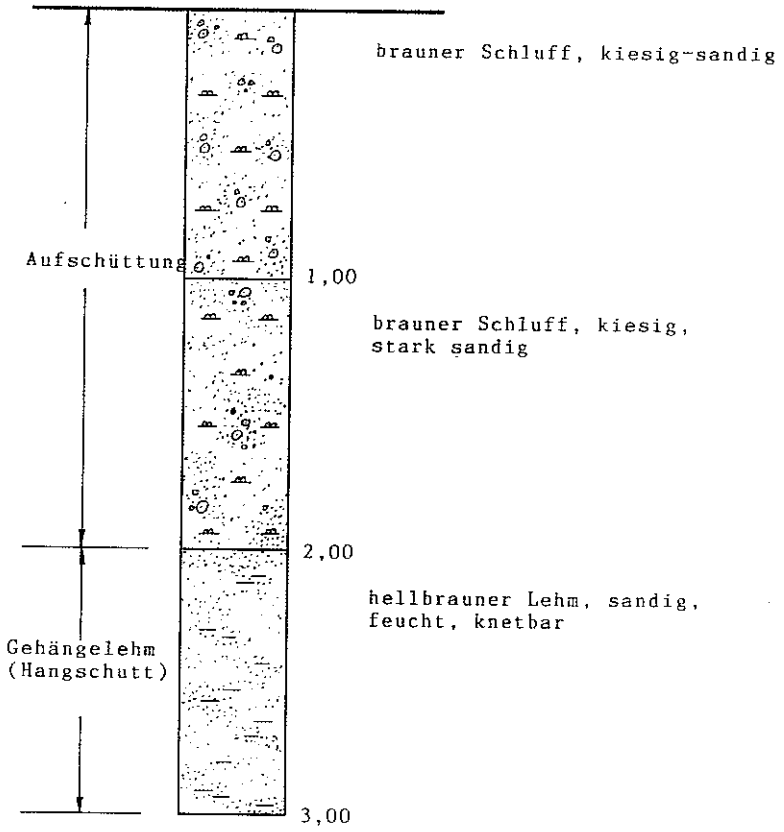
S O N D I E R U N G 67

GUS Jena/Zwätzen - Platz zwischen Garagen vor Schrottplatz -



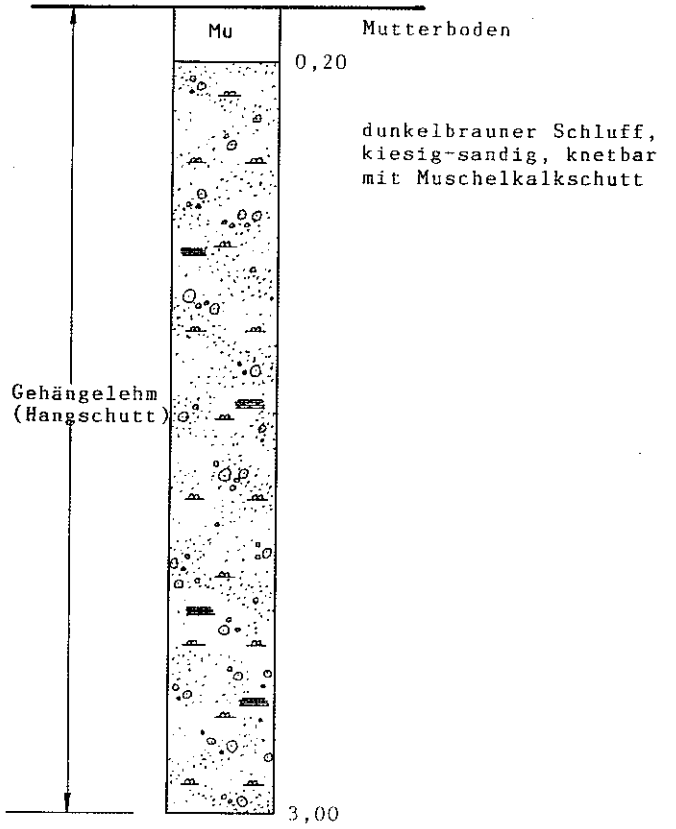
S O N D I E R U N G 68

GUS Jena/Zwätzen - Schrottplatz 3 m hinter Außenmauer -



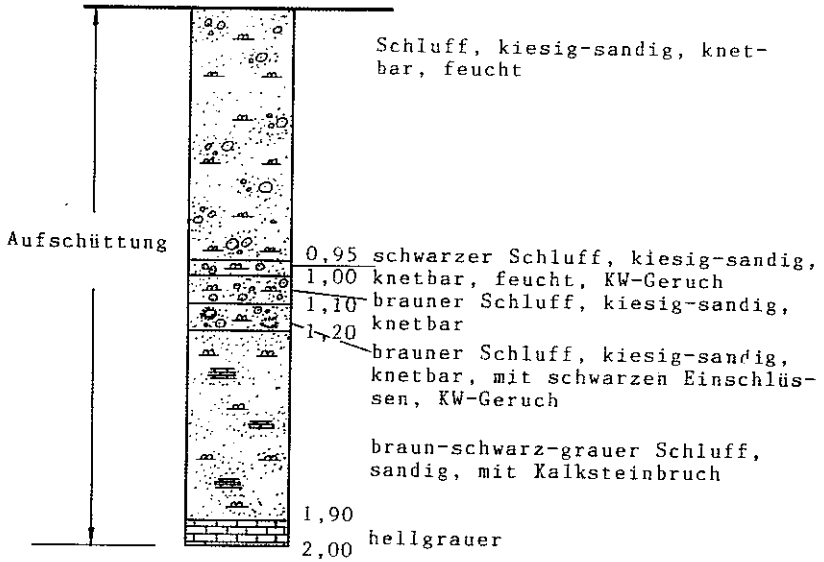
S O N DI E R U N G 69

GUS Jena/Zwätzen - extra eingezäunter Bau -
zwischen 1. Wohngebäude und Garagenkomplex



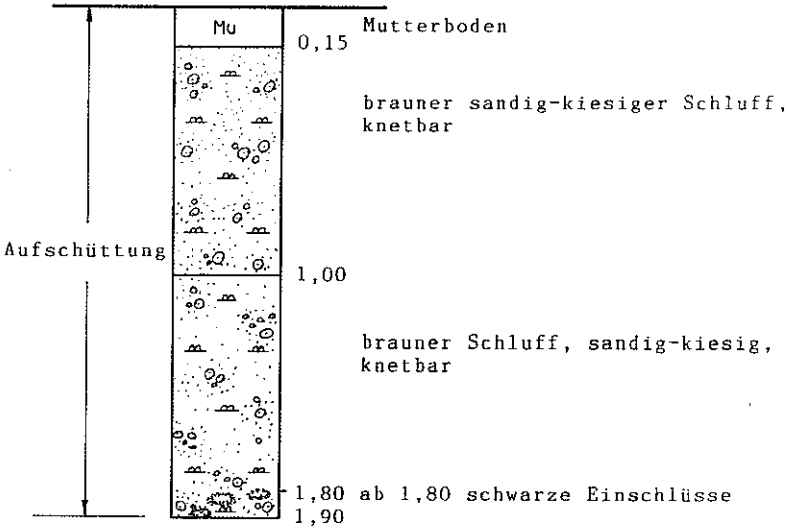
S O N D I E R U N G 70

GUS Jena-Zwätzen - Schrottplatz unterer Teil -



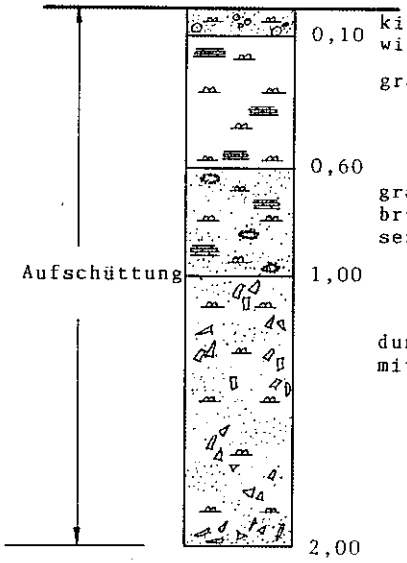
S O N D I E R U N G 71

GUS Jena-Zwätzen



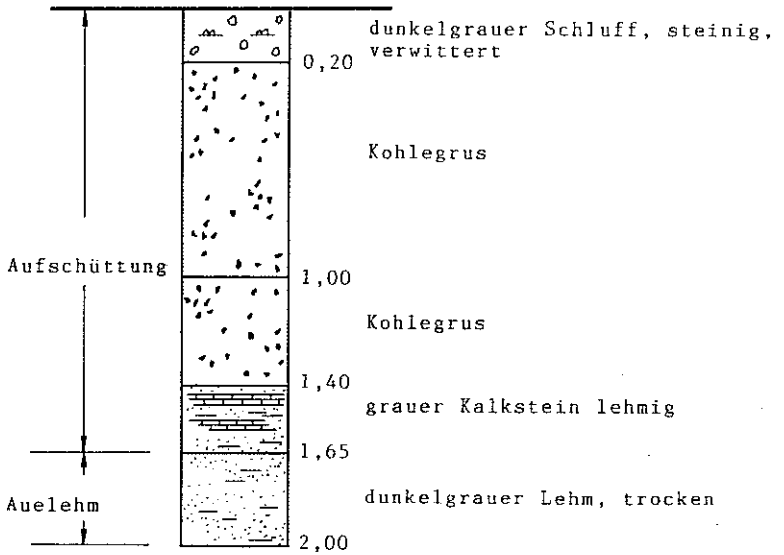
S O N D I E R U N G 72

GUS Jena-Zwätzen - Schrottplatz hinter Straßenmauer -



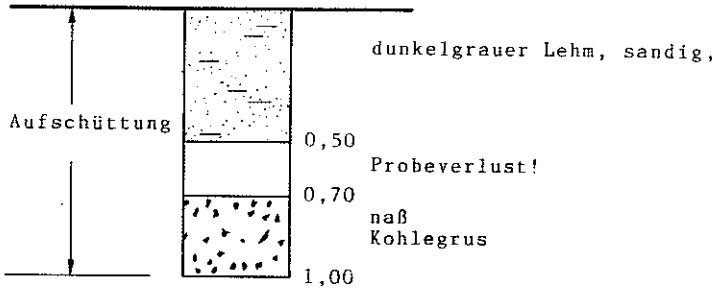
S O N D IE R U N G 73

GUS Jena-Zwätzen - 5 m außerhalb unteres Osttor



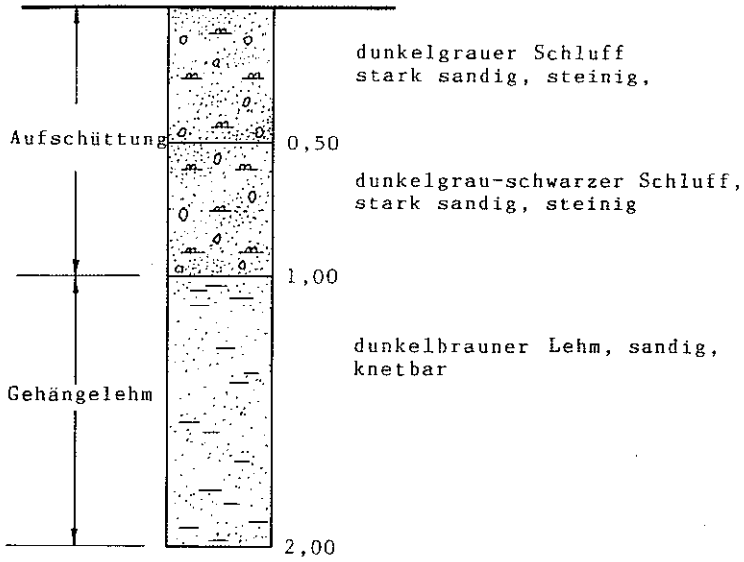
S O N D IE R U N G 74

GUS Jena-Zwätzen - mittleres Tor -



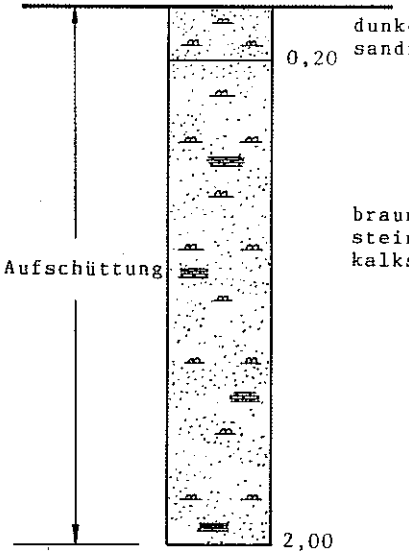
S O N D IE R U N G 75

GUS Jena-Zwätzen - vorderes Tor -



S O N D I E R U N G 76

GUS Jena/Zwätzen

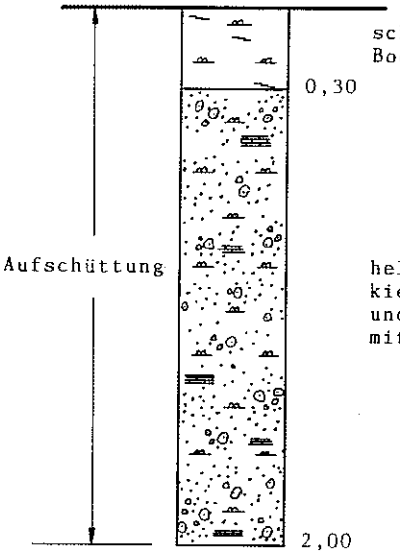


dunkelbrauner Bodenhorizont, sandiger Schluff

braun Schluff, sandig, mit steinigen-kiesigen Muschelkalkschutt

S O N D I E R U N G 77

GUS Jena/Zwätzen



schluffiger humusreicher Bodenhorizont

hellbrauner Schluff, mit kiesigem Muschelkalkschutt und orangefarbenen Grobsand mit Kies

Anlage 5

Laborprotokolle

Kasernengelände Jena-Zwätzen

Reg-Nr. 06 Gera 049

Auftraggeber :

Stadtverwaltung Jena
Stadtentwicklungsamt
Tatzendpromenade 2
O-6900 JENA

Gutachter:

Ingenieurgemeinschaft für Umweltanalytik
Ingenieurberatungsbüro A. Szabady
Ingenieurbüro J. Fuchs
Gustav-Freytag-Straße 7
O-6900 Jena
Tel./Fax: (03641) 335887

Stand:
März 1993

Jenalytik GmbH

Umweltlabor

Umweltanalytik
Gutachten
Beratung

Winzerlaer Straße 10
O-6900 Jena
Tel. 85 24 06 / 9 26 12 74
Telex 588 642 zimt dd
Telefax (03641) 3 13 25

Jenalytik GmbH, Winzerlaer Straße 10, O-6900 Jena

Ingenieurbüro J.Fuchs
G.-Freytag-Str.7
0-6900 J E N A

Ihr Zeichen
Ihre Nachricht
Unser Zeichen
Jena, den 23.2.93

Untersuchungsbericht

Labor-Nr. : 2/93 (Jena-Zwätzen; GUS)
Probennahme : durch Auftraggeber
Probeneingang ; 21.1.93

Untersuchungsmethoden

Die Untersuchungen erfolgten nach den entsprechenden DIN-Vorschriften.

Ergebnisse

Probennummer	Sond.	Tiefe m	Kohlenwasserstoffe (Mineralöl) mg/kg TS
1	1	0,15-1,00	45
2	2	0 -1,00	1139
4	4	0 -1,00	579
5	5	0 -1,00	305
6	5	1,0 -1,5	557
7	6	0 -1,00	237
8	7	1,6 -2,5	50
12	10	0,6 -1,0	47
13	11	0,6 -1,0	470
14	12	1,7-2,5	2350
15	13	0,6 -1,0	917
16	13	1,0 -2,0	412
17	14	0,6 - 1,0	14246
18	15	1,6 -2,5	582
19	16	0 -1,0	626
20	16	1,7 -2,0	5834
21	16	2,6 -3,0	3368

Jenalytik GmbH
Umweltlabor

Umweltanalytik
Gutachten
Beratung

Winzerlaer Straße 10
O-6900 Jena
Tel. 85 24 06 / 9 26 12 74
Telex 588 642 zimt dd
Telefax (03641) 3 13 25

Jenalytik GmbH, Winzerlaer Straße 10, O-6900 Jena

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen

Jena, den

Probennummer	Sond.	Tiefe m	Kohlenwasserstoffe (Mineralöl) mg/kg TS
22	16	3,0 -4,0	279
23	16	4,0 -5,0	256
24	17	0 -1,0	9192
25	17	1,0 -1,5	8542
26	17	0 -0,20	54988
27	18	0 -1,0	1016
28	18	1,0 -2,0	49
29	19	0,7 -1,0	256
32	22	0 -1,0	4356
33	23	1,8 -2,0	17553
34	23	2,0 -3,0	3181
35	24	0,2 -1,0	1816
36	24	2,5 -3,0	221
37	25	0,4 -1,0	108
38	26	0,3 -1,0	552
39	26	Sand unter Bachstein	2146
40	27	0,9 -1,0	2095
45	30	1,9 -2,55	363
46	31	2,3 -2,55	363
47	32	0,2 -1,0	2438
48	33	0,4 -1,0	9915
49	34	0,2 -1,0	110
50	35	0,5 -1,0	2826
51	35	1,0 -2,0	1011
52	36	0,2 -1,0	248

Jenalytik GmbH
Umweltlabor

Umweltanalytik
Gutachten
Beratung

Winzerlaer Straße 10
O-6900 Jena
Tel. 85 24 06 / 9 26 12 74
Telex 588 642 zimt dd
Telefax (03641) 3 13 25

Jenalytik GmbH, Winzerlaer Straße 10, O-6900 Jena

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen

Jena, den

Probennummer	Sond.	Tiefe m	Kohlenwasserstoffe (Mineralöl) mg/kg TS
53	36	1,0 -2,0	243
54	36	2,5 -3,0	635
55	36	3,0 -4,0	398
56	37	0 -1,0	1568
57	37	1,5 -2,0	422
58	37	3,6 -4,0	382
59	38	0,2 -1,0	3370
60	38	1,0 -2,0	1966
61	38	3,5 -4,0	861
62	39	0,2 -1,0	1466
63	39	1,0 -2,0	1026
64	39	2,0-3,0	651
65	39	4,5 -4,9	144
66	40	0,4 -1,0	1267
67	40	1,4 -2,0	249
68	40	3,0 -4,0	313
69	40	4,0 -5,0	688
70	41	0,2 -1,0	993
71	42	0,2 -1,0	388
72	42	3,0 -3,5	627
73	42	3,5 -4,0	326
74	43	0 -1,0	332
75	43	2,0 -3,0	930
76	43	4,0 -5,0	283
77	44	0 -1,0	846
78	44	1,0 -2,0	480

Jenalytik GmbH
Umweltlabor

Umweltanalytik
Gutachten
Beratung

Winzerlaer Straße 10
O-6900 Jena
Tel. 85 24 06 / 9 26 12 74
Telex 588 642 zimt dd
Telefax (03641) 3 13 25

Jenalytik GmbH, Winzerlaer Straße 10, O-6900 Jena

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen

Jena, den

Probennummer	Sond.	Tiefe m	Kohlenwasserstoffe (Mineralöl) mg/kg TS
79	44	2,0 -2,5	20238
80	44	2,5 -3,0	441
81	44	3,3 -3,6	144
82	45	0,2 -1,0	1230
83	47	0 -1,0	598
84	47	1,2 -2,0	188
85	47	2,6 -2,8	74
86	48	0,3 -2,0	1189
87	49	0,3 -1,0	70
88	49	1,0 -2,0	158
89	50	0,3 -1,0	466
90	50	1,0 -2,0	405
91	50	4,5 -5,0	251
95	53	0,5 -2,0	220
96	54	1,0 -2,0	437
97	55	1,75-3,55	581
98	56	0,9 -2,0	407
99	57	2,05-2,55	131
100	58	2,15-2,55	45
101	59	0,5 -2,0	186
102	60	0,5 -1,0	1194
103	60	1,0 -2,0	858
104	61	Schlamm	25537
105	62	1,95-2,55	115
106	62	3,85-4,55	1006

Jenalytik GmbH
Umweltlabor

Umweltanalytik
Gutachten
Beratung

Winzerlaer Straße 10
O-6900 Jena
Tel. 85 24 06 / 9 26 12 74
Telex 588 642 zimt dd
Telefax (03641) 3 13 25

Jenalytik GmbH, Winzerlaer Straße 10, O-6900 Jena

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen

Jena, den

Probennummer	Kohlenwasserstoffe (Mineralöl) mg/ kg TS
Wasser	71 mg/ 250 ml
Schlammrückstand vom Wasser	23259 mg/kg TS

Metallbestimmungen und Cyanidgehalt aus Eluaten

Probennummer	As (Aufschluß aus Königswasser; Angaben in mg/kg TS)	Cd	Pb	Cu	CN (Best. aus dem Eluat 20g/200ml) mg/kg TS
8	6,7	<0,001	13,3	(23)	<0,002
9	5,3	<0,001	10	(23)	0,004
10	6,9	<0,001	15		<0,002
11	9,2	<0,001	50		0,002
24	9,4	<0,001	87		<0,002
25	6,5	<0,001	57		<0,002
26	9,1	<0,001	170		0,007
29	4,7	<0,001	13		<0,002
31	6,2	<0,001	330		0,012
52	5,2	<0,001	37		-
40					<0,002
41					<0,002
42					<0,002
43					<0,002
44					0,003
56	8,8	<0,001	43		

Jenalytik GmbH
Umweltlabor

Umweltanalytik
Gutachten
Beratung

Winzerlaer Straße 10
O-6900 Jena
Tel. 85 24 06 / 9 26 12 74
Telex 588 642 zimt dd
Telefax (03641) 3 13 25

Jenalytik GmbH, Winzerlaer Straße 10, O-6900 Jena

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen

Jena, den

Probennummer	As	Cd	Pb	Cu	CN
	(Angaben in mg/kg TS)				
59	11,3	< 0,001	80		
92	4,9	< 0,001	227	43	< 0,002
93	6,8	< 0,001	214	35	< 0,002
95				17	
96	8,6	< 0,001	10		< 0,002
105	8,4	< 0,001	15	3,4	< 0,002

Bestimmung von PAK's und PCB

Probennummer	PAK	PCB
24	-	n.n.
26	-	n.n.
31	-	n.n.
93	n.n.	n.n.
95	n.n.	n.n.
96	n.n.	n.n.
105	n.n.	n.n.

n.n. $\hat{=}$ < 0,01 mg/kg TS

Jenalytik GmbH
Umweltlabor
Beutenbergstraße 11
O-6900 Jena

Jenalytik GmbH
Umweltlabor

Umweltanalytik
Gutachten
Beratung

Winzerlaer Straße 10
O-6900 Jena
Tel. 85 24 06 / 9 26 12 74
Telex 588 642 zimt dd
Telefax (03641) 3 13 25

Jenalytik GmbH, Winzerlaer Straße 10, O-6900 Jena

Ingenieurbüro J.Fuchs
G.-Freytag-Str.7
0-6900 J E N A

Ihr Zeichen
Ihre Nachricht
Unser Zeichen
Jena, den 16.4.93

Untersuchungsbericht

Labor-Nr.: 12/93 (GUS)
Probenahme: durch Auftraggeber
Probeneingang: 9.3-26.3.93

Untersuchungsbericht

Die Untersuchungen erfolgten nach den entsprechenden DIN-Vorschriften.

Ergebnisse

Probenbezeichnung	Kohlenwasserstoffe (mg/kg TS)
107 S 64 (0 -1,0 m)	754
108 S 64 (1,0-1,6 m)	484
109 S 65 (0 -1,0 m)	178
110 S 65 (1,0 -2,0 m)	247
111 S 66 (0 -1,0 m)	1.135
112 S 66 (1,0 -2,0 m)	1.736
113 S 66 (2,0 -3,0 m)	460
114 S 66 (3,0 -4,0 m)	266
115 S 67 (0 -1,0 m)	195
116 S 67 (1,0 -2,0 m)	451
117 S 68 (0 -1,0 m)	284
118 S 68 (1,0 -2,0 m)	1.069
119 S 68 (2,0 -3,0 m)	80
120 S 69 (0 -1,0 m)	225

Jenalytik GmbH
Umweltlabor

Umweltanalytik
Gutachten
Beratung

Winzerlaer Straße 10
O-6900 Jena
Tel. 85 24 06 / 9 26 12 74
Telex 588 642 zimt dd
Telefax (03641) 3 13 25

Jenalytik GmbH, Winzerlaer Straße 10, O-6900 Jena

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen

Jena, den

Probenbezeichnung	Kohlenwasserstoffe (mg/kg TS)
121 S 69 (1,0-2,0 m)	< 50
122 S 69 (2,0-3,0 m)	< 50
123 s 70 (0 -1,0 m)	297
124 S 70 (1,0-1,2 m)	2.453
125 S 70 (1,2-2,0 m)	405
126 S 71 (0- 1,0 m)	396
127 S 71 (1,0-2,0 m)	191
128 S 72 (0 -0,5 m)	67
129 S 72 (0,5-1,0 m)	179
130 S 72 (1,0-2,0 m)	300
131 S 73 (0 -1,0 m)	1.314
132 S 73 (1,0-2,0 m)	279
133 S 74 (0,3-1,0 m)	617
134 S 75 (0,2-1,0 m)	580
135 S 75 (1,0-2,0 m)	240
136 B 1 (0 -0,6 m)	21.247
137 B 1 (0- 1,0 m)	923
138 B 1 (1,0 -2,0 m)	650
139 B 1 (2,0-3,0 m)	808
144 B 2 (0 -0,5 m)	623
146 B 2 (1,0-2,0 m)	748
151 B 3 (0 -0,4 m)	705
153 B 3 (1,0-2,0 m)	584
159 B 4 (0 -1,0 m)	819
160 B 4 (1,0-2,0 m)	274
166 B 5 (1,0-2,0 m)	619

Jenalytik GmbH
Umweltlabor

Umweltanalytik
Gutachten
Beratung

Winzerlaer Straße 10
O-6900 Jena
Tel. 85 24 06 / 9 26 12 74
Telex 588 642 zimt dd
Telefax (03641) 3 13 25

Jenalytik GmbH, Winzerlaer Straße 10, O-6900 Jena

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen

Jena, den

Probenbezeichnung	Kohlenwasserstoffe (mg/kg TS)
173 B6 (0 -1,0)	2.225
174 S 76 (0 -1,0 m)	313
175 S 76 (1,0-2,0 m)	70
176 S 77 (0 -1,0 m)	485
177 S 77 (1,0-2,0 m)	670

Bestimmung von Kohlenwasserstoffen aus Eluaten

Probenbezeichnung	Kohlenwasserstoffe (mg/l)
111	0,22
112	0,27
118	0,22
Brunnen 1	0,33
Brunnen 2	0,20
Brunnen 3	0,05
Brunnen 4	0,29
Brunnen 5	0,44

Bestimmung von Cyaniden aus dem Eluat

Probenbezeichnung	Cyanid (mg/l)
123	< 0,002
126	< 0,002

Jenalytik GmbH
Umweltlabor

Umweltanalytik
Gutachten
Beratung

Winzerlaer Straße 10
O-6900 Jena
Tel. 85 24 06 / 9 26 12 74
Telex 588 642 zimt dd
Telefax (03641) 3 13 25

Jenalytik GmbH, Winzerlaer Straße 10, O-6900 Jena

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen

Jena, den

Probenbezeichnung	Cyanid (mg/l)
128	0,002
131	< 0,002
133	< 0,002
134	< 0,002

Schwermetalle - Bestimmungen aus Königswasseraufschluß

Probenbezeichnung	Blei	Cadmium	Quecksilber	Arsen	Kupfer
	(Angaben in mg/kg)				
123	3	<3	< 0,1	8,5	5,3
126	36	<3	0,2	10	4,5
128	20	<3	0,1	7,5	6
131	153	<3	0,3	11,5	52
133	110	<3	< 0,1	6,5	846
134	64	<3	0,2	8,5	9

Jenalytik GmbH
Umweltlabor
Winzerlaer Straße
O-6900 Jena
Kirsche

Labor für chem. Analytik, Lebensmittelanalytik und Technologie GmbH

LAT-LABOR GmbH · Holunderweg 5 · 7926 Böhmenkirch-Steinenkirch

- Analytische Chemie
- Chemische und mikrobiologische Lebensmitteluntersuchungen
- Betriebsberatungen
- Qualitätskontrollen
- Untersuchung von amtlichen Gegenproben

Telefon 07332/4433

Ingenieurgemeinschaft für
Umweltanalytik-Jens Fuchs
Gustav-Freytag-Str. 7

O - 6900 J e n a

16.04.1993

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Probenbezeichnung: Bodenproben, GUS Bohrung, B 1, Probe 3
Probeneingang : 26.03.93
Probenentnahme : 10.03.93 Proben-Nr. 1516/93

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

P A K 's (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)

Naphtalen	0,006	mg/kg
Acenaphtylen	0,009	mg/kg
Acenaphten	0,019	mg/kg
Fluoren	0,145	mg/kg
Phenanthren	0,014	mg/kg
Anthracen	0,152	mg/kg
Fluoranthen	0,867	mg/kg
Pyren	0,647	mg/kg
Benz(a)anthracen	0,113	mg/kg
Chrysen	0,370	mg/kg
Benzo(b)fluoranthen	0,403	mg/kg
Benzo(k)fluoranthen	0,096	mg/kg
Benzo(a)pyren	0,087	mg/kg
Dibenz(a,h)anthracen	0,017	mg/kg
Benzo(ghi)perylen	0,006	mg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,013	mg/kg
Summe der PAK's	2,964	mg/kg

L A T - Labor GmbH

H. Mahringer

Labor für chem. Analytik, Lebensmittelanalytik und Technologie GmbH

LAT-LABOR GmbH · Holunderweg 5 · 7926 Böhmenkirch-Steinenkirch

- Analytische Chemie
- Chemische und mikrobiologische Lebensmitteluntersuchungen
- Betriebsberatungen
- Qualitätskontrollen
- Untersuchung von amtlichen Gegenproben

Telefon 07332/4433

Ingenieurgemeinschaft für
Umweltanalytik-Jens Fuchs
Gustav-Freytag-Str. 7

O - 6900 J e n a

16.04.1993

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Probenbezeichnung: Bodenproben, GUS Bohrung, B 1, Probe 1
Probeneingang : 26.03.93
Probenentnahme : 10.03.93 Proben-Nr. 1515/93

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

P A K 's (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)

Naphtalen	0,014	mg/kg
Acenaphtylen	0,023	mg/kg
Acenaphten	0,044	mg/kg
Fluoren	0,340	mg/kg
Phenanthren	0,037	mg/kg
Anthracen	0,459	mg/kg
Fluoranthen	2,760	mg/kg
Pyren	1,665	mg/kg
Benz(a)anthracen	0,459	mg/kg
Chrysen	1,740	mg/kg
Benzo(b)fluoranthen	1,238	mg/kg
Benzo(k)fluoranthen	0,444	mg/kg
Benzo(a)pyren	0,372	mg/kg
Dibenz(a,h)anthracen	0,051	mg/kg
Benzo(ghi)perylen	0,014	mg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,027	mg/kg
Summe der PAK's	9,687	mg/kg

L A T - Labor GmbH
H. Mahringer

Labor für chem. Analytik, Lebensmittelanalytik und Technologie GmbH

LAT-LABOR GmbH · Holunderweg 5 · 7926 Böhmenkirch-Steinenkirch

Ingenieurgemeinschaft für
Umweltanalytik - Jens Fuchs
Gustav-Freytag-Str. 7

O-6900 J e n a

- Analytische Chemie
- Chemische und mikrobiologische Lebensmitteluntersuchungen
- Betriebsberatungen
- Qualitätskontrollen
- Untersuchung von amtlichen Gegenproben

Telefon 07332/4433

15.04.1993

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Probenbezeichnung: Bodenprobe, GUS Bohrung, B1, Probe 1

Proben-Nummer : A1515/93

Probeneingang : 26.03.1993 Probenentnahme: 10.3.93

Probenehmer : - -

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Trockensubstanz	87,9	%

Bestimmung der polychlorierten Biphenyle (PCB)

# 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,023	mg/kg Ts
# 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,031	mg/kg Ts
# 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,025	mg/kg Ts
# 138 (2.2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,035	mg/kg Ts
# 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,017	mg/kg Ts
# 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,013	mg/kg Ts

L A T - Labor GmbH

H. Mahringer

Labor für chem. Analytik, Lebensmittelanalytik und Technologie GmbH

LAT-LABOR GmbH · Holunderweg 5 · 7926 Böhmenkirch-Steinenkirch

Ingenieurgemeinschaft für
Umweltanalytik - Jens Fuchs
Gustav-Freytag-Str. 7

O-6900 J e n a

- Analytische Chemie
- Chemische und mikrobiologische Lebensmitteluntersuchungen
- Betriebsberatungen
- Qualitätskontrollen
- Untersuchung von amtlichen Gegenproben

Telefon 07332/4433

15.04.1993

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Probenbezeichnung: Bodenprobe, GUS Bohrung, B1, Probe 3

Proben-Nummer : A1516/93

Probeneingang : 26.03.1993 Probenentnahme: 10.3.93

Probenehmer : - -

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Trockensubstanz	89,2	%

Bestimmung der polychlorierten Biphenyle (PCB)

# 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,014	mg/kg Ts
# 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,011	mg/kg Ts
# 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,015	mg/kg Ts
# 138 (2.2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,017	mg/kg Ts
# 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,010	mg/kg Ts
# 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,012	mg/kg Ts

L A T - Labor GmbH

H. Mahringer

LAT

Labor für chem. Analytik, Lebensmittelanalytik und Technologie GmbH

LAT-LABOR GmbH · Holunderweg 5 · 7926 Böhmenkirch-Steinenkirch

- Analytische Chemie
- Chemische und mikrobiologische Lebensmitteluntersuchungen
- Betriebsberatungen
- Qualitätskontrollen
- Untersuchung von amtlichen Gegenproben

Telefon 07332/4433

Ingenieurgemeinschaft für
Umweltanalytik - Jens Fuch
Gustav-Freytag-Str. 6

O - 6900 J e n a

15.02.1993

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Probenbezeichnung: BL (AB) - GUS, Altlasten, vom 08.02.93

Probeneingang : 11.02.1993 Proben-Nr.: 1246/93
1247/93
1248/93

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Proben	BL 8	BL 9	BL 17
	Ergebnisse in mg/cm³		
L H K W			
Dichlormethan	<0,10	<0,10	<0,10
cis-1.2-Dichlorethen	-	-	-
Chloroform	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,1-Trichlorethan	<0,01	<0,01	<0,01
Tetrachlorkohlenstoff	<0,001	<0,001	<0,001
Trichlorethen	<0,01	<0,01	<0,01
Tetrachlorethen	0,044	0,031	1,635
Summe CKW	0,044	0,031	1,635

L A T - Labor GmbH

H. Mahringer

Labor für chem. Analytik, Lebensmittelanalytik und Technologie GmbH

LAT-LABOR GmbH · Holunderweg 5 · 7926 Böhmenkirch-Steinenkirch

- Analytische Chemie
- Chemische und mikrobiologische Lebensmitteluntersuchungen
- Betriebsberatungen
- Qualitätskontrollen
- Untersuchung von amtlichen Gegenproben

Telefon 07332/4433

Ingenieurgemeinschaft für
Umweltanalytik - Jens Fuchs
Gustav-Freytag-Str. 6

O - 6900 J e n a

18.02.1993

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Probenbezeichnung: BL (AB) - GUS, vom 08.02.93

Probeneingang : 11.02.1993 Proben-Nr.: 1252/93
1253/93

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Proben	GUS BL 53	GUS
	Ergebnisse in	mg/cm³
L H K W		
Dichlormethan	<0,10	0,018
cis-1.2-Dichlorethen	-	-
Chloroform	<0,01	3,636
1,1,1-Trichlorethan	<0,01	1,545
Tetrachlorkohlenstoff	<0,001	<0,001
Trichlorethen	<0,01	0,007
Tetrachlorethen	0,197	0,055
Summe CKW	0,197	5,261

L A T - Labor GmbH

H. Mahringer

Labor für chem. Analytik, Lebensmittelanalytik und Technologie GmbH

LAT-LABOR GmbH · Holunderweg 5 · 7926 Böhmenkirch-Steinenkirch

- Analytische Chemie
- Chemische und mikrobiologische Lebensmitteluntersuchungen
- Betriebsberatungen
- Qualitätskontrollen
- Untersuchung von amtlichen Gegenproben

Telefon 07332/4433

Ingenieurgemeinschaft für
Umweltanalytik - Jens Fuch
Gustav-Freytag-Str. 6

O - 6900 J e n a

15.02.1993

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Probenbezeichnung: BL (AB) - GUS, Altlasten, vom 08.02.93

Probeneingang : 11.02.1993 Proben-Nr.: 1249/93
1250/93
1251/93

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Proben	GUS	BL 50	BL 52
	Ergebnisse in mg/cm³		
L H K W			
Dichlormethan	<0,10	<0,10	<0,10
cis-1.2-Dichlorethen	-	-	-
Chloroform	<0,01	<0,01	<0,01
1,1,1-Trichlorethan	<0,01	<0,01	<0,01
Tetrachlorkohlenstoff	<0,001	<0,001	<0,001
Trichlorethen	<0,01	0,003	<0,01
Tetrachlorethen	2,927	7,81	0,578
Summe CKW	0,044	7,813	0,578

L A T - Labor GmbH
H. Mahringer

LAT

Labor für chem. Analytik, Lebensmittelanalytik und Technologie GmbH

LAT-LABOR GmbH · Holunderweg 5 · 7926 Böhmenkirch-Steinenkirch

- Analytische Chemie
- Chemische und mikrobiologische Lebensmitteluntersuchungen
- Betriebsberatungen
- Qualitätskontrollen
- Untersuchung von amtlichen Gegenproben

Telefon 07332/4433

Ingenieurgemeinschaft für
Umweltanalytik - Jens Fuchs
Gustav-Freytag-Str. 6

O - 6900 J e n a

18.02.1993

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Probenbezeichnung: BL (AB) - GUS, vom 08.02.93

Probeneingang : 11.02.93 Proben-Nr. 1246/93
1247/93
UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE 1248/93

	BL 8	BL 9	BL 17
	Ergebnisse in mg/cm³		
L A K W			
Benzol	<0,1	<0,1	0,05
Toluol	<0,1	<0,1	0,26
Ethylbenzol	<0,1	<0,1	<0,10
Xylole,ges.	<0,1	<0,1	0,16
Styrol	<0,1	<0,1	<0,10
Cumol	<0,1	<0,1	<0,10
Mesitylen	<0,1	<0,1	<0,10
Summe LAKW	<0,1	<0,1	0,48

L A T - Labor GmbH

H. Mahringer

LAT

Labor für chem. Analytik, Lebensmittelanalytik und Technologie GmbH

LAT-LABOR GmbH · Holunderweg 5 · 7926 Böhmenkirch-Steinenkirch

- Analytische Chemie
- Chemische und mikrobiologische Lebensmitteluntersuchungen
- Betriebsberatungen
- Qualitätskontrollen
- Untersuchung von amtlichen Gegenproben

Ingenieurgemeinschaft für
Umweltanalytik - Jens Fuchs
Gustav-Freytag-Str. 6

O - 6900 J e n a

Telefon 07332/4433

18.02.1993

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Probenbezeichnung: BL (AB) - GUS, vom 08.02.93

Probeneingang : 11.02.93 Proben-Nr. 1249/93
1250/93
UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE 1251/93

	GUS	BL 50	BL 52
		Ergebnisse in mg/cm³	
L A K W			
Benzol	<0,1	0,15	<0,1
Toluol	<0,1	0,66	<0,1
Ethylbenzol	<0,1	0,09	<0,1
Xylole,ges.	<0,1	0,31	<0,1
Styrol	<0,1	<0,10	<0,1
Cumol	<0,1	<0,10	<0,1
Mesitylen	<0,1	<0,10	<0,1
Summe LAKW	<0,1	1,21	<0,1

L A T - Labor GmbH

H. Mahringer

Labor für chem. Analytik, Lebensmittelanalytik und Technologie GmbH

LAT-LABOR GmbH · Holunderweg 5 · 7926 Böhmenkirch-Steinenkirch

- Analytische Chemie
- Chemische und mikrobiologische Lebensmitteluntersuchungen
- Betriebsberatungen
- Qualitätskontrollen
- Untersuchung von amtlichen Gegenproben

Telefon 07332/4433

Ingenieurgemeinschaft für
Umweltanalytik - Jens Fuchs
Gustav-Freytag-Str. 6

O - 6900 J e n a

18.02.1993

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Probenbezeichnung: BL (AB) - GUS, vom 08.02.93, BL 53

Probeneingang : 11.02.93

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Bodenluftprobe 53

Ergebnisse in mg/cbm

L A K W

Benzol	< 0,1
Toluol	< 0,1
Ethylbenzol	< 0,1
Xylole,ges.	< 0,1
Styrol	< 0,1
Cumol	< 0,1
Mesitylen	< 0,1
Summe LAKW	< 0,1

L A T - Labor GmbH

H. Mahringer

L.U.T. Labor- und Umwelttechnik Jena GmbH · Göschwitzer Str. 33 · O-6905 Jena

Unser Wissen für die Umwelt

L.U.T.
Labor- und Umwelttechnik
Jena GmbH
Göschwitzer Straße 33
O-6905 Jena
Telefon 0 36 41 / 76 86-4 23
Telefax 0 36 41 / 76 86-4 24
Telex (04 02) 6 101 416 Lut Lu

Prüfbericht Nr. : 093 /1993 Verzeich.: FUCHS.01
vom 18.4.93

Auftraggeber: Ingenieurgemeinschaft für Umweltschutz
Vertretung Thüringen-Sachsen
Büro J. Fuchs

Gustav-Freytag-Straße 7

O - 6900 Jena

Kennzeichnung beim Auftraggeber:

Auftrag erteilt am: 24.3.93

Eingesetzte Meßtechnik:

AAS 4	Carl Zeiss Jena GmbH
HPLC	Merck
Photometer SQ 118	Merck
GC 8500 mit Headspace HS-101	Perkin Elmer
ICP - MS	Fison's
pH- und Leitfähigkeitsmeßtechnik	Hanna Instruments
IR-Specord M80/UV-VIS-Specord M400	Carl Zeiss Jena GmbH

Die angewandten Meßverfahren entsprechen geltenden DIN-Vorschriften oder sind als Hausverfahren bei der Bundesanstalt für Materialforschung- und prüfung gemäß dem Akkreditierungsantrag hinterlegt.
Die auszugsweise Vervielfältigung oder sonstige Art der teilweisen Wiedergabe des Prüfberichts ist nur mit Zustimmung des auftragnehmenden Labors gestattet. Dieser Prüfbericht bezieht sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand und besteht aus 8 Seiten
Als "n.n." sind Meßwerte bezeichnet, die unter der verfahrensbedingten Nachweisgrenze liegen, "n.b." kennzeichnet geforderte, jedoch nicht bestimmte Werte.

H. Schreiber
Laborleiter

Bankverbindung:
Bayerische Vereinsbank AG
Filiale Jena
BLZ 830 200 87, Konto-Nr. 41 470 49
Sparkasse Jena
BLZ 830 54 472, Konto-Nr. 390 414 28

Geschäftsführer: Dipl.-Phys. B. Knull
Laborleiter: Dipl.-Chem. J. Haupt
Sitz der Gesellschaft: Jena
Eingetragen im
Handelsregister Gera
HRB 2176

Von der BAM-Begutachtungs-Stelle (BBS) durch das Deutsche Akkreditierungssystem Prüfwesen (DAP) akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren (Registrier-Nr.: DAP-P-01.317-00-91-01).

L.U.T. Labor- und Umwelttechnik Jena GmbH . Göschwitzer Str. 33 . O-6905 Jena

		Analysenergebnisse zum Prüfbericht 093/1993							
lfd. Nr.	**Datum**	**Bezeichnung d. Probe**	**Art d. Probe**	**Endtermin**	**Arsen**	**Blei**	**Cadmium**	**Chrom**
					mg/l	**mg/l**	**mg/l**	**mg/l**
					DIN 38 406	**DIN 38 406**	**DIN 38 406**	**DIN 38 406**
					D - 18	*E - 6*	*E - 19*	*E - 10*
		vor Pumpversuch						
548	24.3.93	P 1	Wasser	7.4.93	<0,002	0,004	<0,001	0,007
550	24.3.93	P 2	Wasser	7.4.93	<0,002	0,003	<0,001	0,005
552	24.3.93	P 3	Wasser	7.4.93	<0,002	0,004	<0,001	<0,005
554	24.3.93	P 4	Wasser	7.4.93	<0,002	0,007	<0,001	<0,005
556	24.3.93	P 5	Wasser	7.4.93	<0,002	0,003	<0,001	<0,005
		nach Pumpversuch						
549	24.3.93	P 1	Wasser	7.4.93	<0,002	0,002	<0,001	0,008
551	24.3.93	P 2	Wasser	7.4.93	<0,002	0,001	<0,001	0,011
553	24.3.93	P 3	Wasser	7.4.93	<0,002	0,023	<0,001	0,005
555	24.3.93	P 4	Wasser	7.4.93	<0,002	<0,001	<0,001	0,005
557	24.3.93	P 5	Wasser	7.4.93	<0,002	<0,001	<0,001	<0,005

Geschäftsführer: Dipl.-Phys. B. Knull
Laborleiter: Dipl.-Chem. J. Haupt

Bankverbindung:
Bayerische Vereinsbank AG
Filiale Jena
BLZ 330 200 87
Konto-Nr. 4147049

lfd. Nr.	Quecksilber	Nickel	PAK	Cyanid	Fluorid	Nitrat	Nitrit	LHKW Methylenchlorid
	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l
	DIN 38 406	DIN 38 406	DIN 38 409	DIN 38 405	DIN 38 405	DIN 38 405	DIN 38 405	DIN 38 407
	E - 12	*E - 11*	*H - 13*	*D - 13*	*D - 4*	*D - 9*	*D - 10*	*F - 5*
548	<0,0002	0,016	<0,23	<0,01	0,44	33	0,33	<10
550	<0,0002	0,008	<0,23	<0,01	0,36	49	0,03	<10
552	<0,0002	0,009	<0,23	<0,01	0,33	58	0,24	<10
554	<0,0002	0,009	<0,23	<0,01	0,33	38	0,32	<10
556	<0,0002	0,02	<0,23	<0,01	0,32	28	0,63	<10
549	<0,0002	0,015	<0,23	<0,01	0,43	43	0,08	<10
551	<0,0002	0,006	<0,23	<0,01	0,39	59	0,02	<10
553	<0,0002	0,009	<0,23	<0,01	0,31	58	0,04	<10
555	<0,0002	0,007	<0,23	<0,01	0,39	43	0,04	<10
557	<0,0002	0,006	<0,23	<0,01	0,3	26	0,1	<10

Geschäftsführer: Dipl.-Phys. B. Knuth
Laborleiter: Dipl.-Chem. J. Haupt

Bankverbindung:
Bayerische Vereinsbank AG
Filiale Jena
BLZ 330 200 87
Konto-Nr. 4147049

Unser Wissen für die Umwelt

L.U.T. Labor- und Umwelttechnik Jena GmbH . Göschwitzer Str. 33 . O-6905 Jena

lfd. Nr.	Chloroform	Tetrachlormethan	Trichlorethylen	Tetrachlorethylen	Antimon	Selen	pH- Wert
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	20 °C
	DIN 38 407	DIN 38 407	DIN 38 407	DIN 38 407	DIN 38 406	DIN 38 406	DIN 38 404
	F - 5	*F - 5*	*F - 5*	*F - 5*	*E - 22**	*E - 22**	*C - 5*
548	1	0,2	<1	<0,5			7
550	<1	<0,2	1	<0,5			7
552	<1	0,5	1	<0,5			7,1
554	<1	<0,2	<1	<0,5			7,1
556	<1	<0,2	<1	<0,5			7,2
549	1	<0,2	<1	<0,5	0,001	<0,01	7
551	<1	<0,2	<1	<0,5	<0,001	<0,01	7
553	7	<0,2	<1	<0,5	<0,001	<0,01	7,2
555	<1	<0,2	<1	<0,5	<0,001	<0,01	7,2
557	2	<0,2	<1	<0,5	<0,001	<0,01	7,1

Geschäftsführer: Dipl.-Phys. B. Knuth
Laborleiter: Dipl.-Chem. J. Haupt

Bankverbindung:
Bayerische Vereinsbank AG
Filiale Jena
BLZ 830 200 87
Konto-Nr. 4147049

L.U.T. Labor- und Umwelttechnik Jena GmbH . Göschwitzer Str. 33 . O-6905 Jena

lfd. Nr.	Leitfähigk.	Bor	Chlorid	Sulfat	IR - KW	Färbung	Trübung	Geruchsschwellenwert
	µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		TE(F)	
	DIN 38 404	DIN 38 405	DIN 38 405	DIN 38 405	DIN 38 409	DIN 38 404	DIN 38 404	DIN 38 403
	C - 8	*D - 17*	*D - 1*	*D - 5*	*H - 18*	*C - 1*	*C - 2*	*B - 1/2*
548	1600	0,09	50	430	0,06			
550	1200	<0,05	40	230	<0,05			
552	1750	<0,05	120	220	0,14			
554	1170	0,09	50	190	0,12			
556	1550	0,07	70	450	0,06			
549	1430	0,2	50	480	0,27	farblos	211	1,6
551	1300	0,12	50	350	0,09	farblos	<10	n.b.
553	1610	0,33	130	260	0,08	farblos	<10	n.b.
555	1290	0,12	70	270	0,11	farblos	13	n.b.
557	1630	<0,05	70	400	0,06	farblos	<10	n.b.

Geschäftsführer: Dipl.-Phys. B. Knuth
Laborleiter: Dipl.-Chem. J. Haupt

Bankverbindung:
Bayerische Vereinsbank AG
Filiale Jena
BLZ 330 200 87
Konto-Nr. 4147049

lfd. Nr.	Oxidierbarkeit	Aluminium	Ammonium	Barium	Calcium	Eisen	Kalium	Kjeldahlstickstoff
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	DIN 38 409	DIN 38 406	DIN 38 406	DIN 38 406	DIN 38 406	DIN 38 406	DIN 38 406	DIN 38 409
	H - 5	*E - 22**	*E - 5*	*E - 22**	*E - 3*	*E - 22**	*E - 13*	*H - 11*
548								
550								
552								
554								
556								
549	10,4	0,192	0,08	0,11	189	0,36	20	0,2
551	2,3	0,063	0,08	0,11	167	0,13	25	0,2
553	1,9	0,007	0,1	0,11	172	<0,05	23	0,2
555	2,4	0,027	0,04	0,085	172	<0,05	10	0,3
557	5,1	0,016	0,05	0,078	214	0,21	9,4	0,5

Geschäftsführer: Dipl.-Phys. B. Knuth
Laborleiter: Dipl.-Chem. J. Haupt

Bankverbindung:
Bayerische Vereinsbank AG
Filiale Jena
BLZ 330 200 87
Konto-Nr. 4147049