



**ZSE Immobilien GmbH
Vorhabenträger der Stadt Bad Camberg
Ladenstraße 6
Rodenbach**

**Erschließungsbaumaßnahme
Stadt Bad Camberg
OT-Würges, Wohngebiet Kachel**

1. Bericht:

**Baugrunduntersuchung,
geo- und abfalltechnisches Gutachten**

Projekt Nr. 25118601

**erstellt von
M. Sc. Julia Gumbert**

Oberursel, 12. August 2025



INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ANLAGENVERZEICHNIS	4
TABELLENVERZEICHNIS	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
1. VORBEMERKUNGEN	5
2. VERWENDETE UNTERLAGEN	6
3. BESCHREIBUNG DER BAUMASSNAHME	8
4. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	9
4.1 Felduntersuchungen	9
4.2 Laboruntersuchungen	9
4.2.1 Chemisch-analytische Untersuchungen	9
4.2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	10
4.3 Auswertung und Darstellung	10
5. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	11
5.1 Regionale geologische Situation	11
5.2 Örtliche geologische Situation/ Schichtenfolge	11
5.2.1 Allgemeines	11
5.2.2 Schicht 1: Oberflächenbefestigungen/ Künstliche Auffüllungen	12
5.2.3 Schicht 2: Lößlehme (Quartär)	12
5.2.4 Schicht 3: Tonschiefer, zersetzt bis verwittert (Devon)	13
5.3 Allgemeine Baugrundbeurteilung	14
5.4 Bodenkenngößen/ Homogenbereiche	15
5.4.1 Bodenkenngößen	15
5.4.2 Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche	16
6. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Örtliche Grundwasserverhältnisse	18
6.3 Durchlässigkeit des Untergrundes	19



7.	ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN	19
7.1	Bewertungsgrundlagen	19
7.2	Laboruntersuchungen	20
7.3	Ergebnisse	21
7.4	Hinweise für die Planung und Ausschreibung	22
8.	EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE ZUR VERLEGUNG DER KANALBAUMAßNAHME	23
8.1	Allgemeines	23
8.2	Rohraufleger	23
8.3	Kanalgräben	25
8.4	Wasserhaltungsmaßnahmen	26
8.5	Bodenaushub/ Kanalgrabenverfüllung	27
8.5.1	Aushub.....	27
8.5.2	Verfüllung.....	28
8.6	Planum für den Straßenoberbau	29
9.	HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN ZUM STRASSENBAU	30
9.1	Allgemeines	30
9.2	Oberbau.....	30
9.2.1	Frostsicherheit	30
9.2.2	Tragfähigkeit	31
9.2.2.1	Erdplanum.....	31
9.2.2.2	Trag-/Frostschuttschicht	33
9.3	Sonstiges	33
10.	HINWEISE ZUR PLANUNG	34
11.	VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER	35
12.	SCHLUSSBEMERKUNG	36



ANLAGENVERZEICHNIS

1.1	Lageplan mit Darstellung der Bodenaufschlüsse
1.2 – 1.3	Geotechnische Längsschnitte
2	Bohrprofile nach DIN 4023
3	Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14688-1/ 14689-1
4	Prüfbericht der bodenphysikalischen Untersuchungen
5	Prüfbericht der chemischen Bodenuntersuchungen nach LAGA-Boden
6	Prüfbericht der chemischen Ergänzungsuntersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung
7	Prüfbericht der chemischen Ergänzungsuntersuchungen nach Deponieverordnung (DepV)

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Charakteristische Bodenkenngößen.....	16
Tabelle 2:	Homogenbereiche für Erd- und Bohrarbeiten (Boden)	17
Tabelle 3:	Homogenbereiche für Erd- und Bohrarbeiten (Fels)	18
Tabelle 4:	Zusammensetzung der untersuchten Bodenmischproben und Analyseumfang.....	21
Tabelle 5:	Empfehlungen für Fremd-/Verfüllmassen	29
Tabelle 6:	Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (Tabelle 6 aus RStO 12/24 ([10.b]))	31

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Übersichtslageplan	8
Abbildung 2:	Rohrbettungstypen nach DIN EN 1610.....	23



1. VORBEMERKUNGEN

Die Stadt Bad Camberg plant Erschließungsmaßnahmen im Ortsteil Würges zur Entwicklung des neuen Wohngebiets „Kachel“. Hierfür werden Angaben zum Kanalbau, zum Straßenbau bzw. zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes erforderlich.

Da die Baugrundsituation am Projektstandort nicht bekannt war, wurde die Dr. Hug Geoconsult GmbH von der ZSE Immobilien GmbH, im Auftrag der Stadt Bad Camberg, mit einer Erkundung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse sowie der Durchführung von abfalltechnischen und bodenphysikalischen Untersuchungen einschließlich der Erstellung eines entsprechenden geo- und abfalltechnischen Gutachtens beauftragt.

Im vorliegenden Gutachten (1. Bericht) werden die für die Erschließungsmaßnahmen aus geo- und abfalltechnischer Sicht ermittelten Ergebnisse zusammengefasst, beschrieben, dargestellt und bewertet. Im Detail werden u. a. Empfehlungen und Hinweise

- zur Verlegung von Kanälen (Rohraufleger, Verbaumaßnahmen etc.),
- zur Verwertung des Aushubmaterials (ungebundene Tragwerksschicht, künstliche Auffüllungen, natürlich anstehende Böden),
- zur Herstellung der Verkehrsflächen (Tragfähigkeit des Erdplanums, Bodenaustauschmaßnahmen, etc.),
- Angaben zur Versickerungsfähigkeit und
- zur Planung und Baudurchführung (Erdarbeiten etc.)

gegeben.

Das Gutachten dient als Grundlage für die weiteren Planungen.



2. VERWENDETE UNTERLAGEN

Zur Ausarbeitung des Gutachtens (1. Bericht) wurden folgende Unterlagen verwendet:

- [1] **ZSE Immobilien GmbH, Rodenbach:** Anforderungsprofil mit Lageplan, Stand: 30.04.2025.
- [2] **Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), Wiesbaden:**
 - [2.a] Geologische Karte von Hessen, Maßstab 1:25.000, Blatt 5715 Idstein einschließlich der Beiblätter und Erläuterungen, 2. neu bearbeitete Auflage, 1991.
 - [2.b] Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen (Gruschu), Übersichtskarte der Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete in Hessen (online).
- [3] **Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart:** Helmut Prinz, „Abriss der Ingenieurgeologie“, 3., neu bearbeitete Auflage, Kap. 2.8.4 „Feldversuche zur Ermittlung des k-Wertes“ S. 71 ff., 1997.
- [4] **Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA):** Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen - Technische Regeln -, Fassungen von 1997, 2003 und 2004.
- [5] **Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen und Kassel, Abteilung Umwelt:** Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ (Baumerkblatt), Stand: 1. September 2018, zuletzt geändert 2025.
- [6] **Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:** Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts – Deponieverordnung (DepV); Berlin, 27.04.2009, zuletzt geändert im Juni 2020.
- [7] **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz:** Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, hier: Artikel 1 „Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV)“; Berlin, 09.07.2021.
- [8] **DIN EN 1610:2015:** Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, Dezember 2015.



- [9] **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.:**
- [9.a] Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt DWA-A 138-1, Oktober 2024.
 - [9.b] Handlungsempfehlungen zu Umgang mit Regenwasser, Merkblatt DWA-M 153, August 2007.
 - [9.c] Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 139, März 2019.
- [10] **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen:**
- [10.a] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB), Ausgabe 2017.
 - [10.b] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 12/24), Ausgabe 2012.
 - [10.c] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (ZTV SoB-StB), Ausgabe 2020.
 - [10.d] Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (TL SoB-StB), Ausgabe 2020.
 - [10.e] Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06), Ausgabe 2007.
 - [10.f] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTV A-StB 12) Ausgabe 2012.
 - [10.g] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Trag-schichten im Straßenbau (ZTV T-StB) Ausgabe 1995/ Fassung 2002.
 - [10.h] Arbeitsgruppe Asphaltstraßen: Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01); Ausgabe 2001, Fassung 2005.
- [11] **Dr. Hug Geoconsult GmbH, Oberursel:** Archivunterlagen.

Weiterhin wurden von den verschiedenen Versorgungsträgern Auskünfte über im Untergrund vorhandene Kabel und Leitungen eingeholt und für die Festlegung der Bohr-ansatzpunkte entsprechend ausgewertet.



3. BESCHREIBUNG DER BAUMASSNAHME

Das geplante Wohngebiet „Kachel“ soll baulich an den Ortsteil Würges angebunden werden. Das rund 3,3 ha große Erschließungsgebiet liegt östlich des Bad Camberger Ortsteils Würges und umfasst überwiegend Acker- und Wiesenflächen. Zudem verläuft mittig des Projektareals eine asphaltierte Straße (in Verlängerung zur Höhenstraße).

Neben der Herstellung bzw. Erneuerung von Verkehrsflächen (Anbindung an die Höhenstraße) sind im Rahmen der Erschließung auch Aussagen zum Kanalbau sowie Angaben zur möglichen Versickerungsfähigkeit des Untergrundes zu treffen.

Das betreffende Projektgebiet ist im Übersichtslageplan (Abbildung 1) rot markiert dargestellt.



Abbildung 1: Übersichtslageplan

Das Gelände im Projektareal fällt in südwestlicher bis westlicher Richtung ab. Die Höhen an den Aufschlusspunkten zum Zeitpunkt der Erkundungsbohrungen können mit etwa 232,0 mNN (BS 4) bis 239,1 mNN (BS 1) angegeben werden. Der Höhenunterschied beträgt demnach etwa 7,1 m.



Konkrete Informationen zu den Kanalbaumaßnahmen liegen noch nicht vor. Hinsichtlich der Verlegetiefe haben wir uns daher an den Bestandskanälen in der zum Projektareal angrenzenden Höhenstraße orientiert, dessen Rohrsohlen gemäß den von uns angefragten Leitungsplanauskünften - Stand 24.06.2025 - in Tiefen zwischen ca. 2,5 m und 2,7 m unter jeweiligem Gelände liegen.

4. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

4.1 Felduntersuchungen

Die Geländearbeiten erfolgten am 26.06.2025.

Zur Erkundung der örtlichen Untergrund- und Grundwasserverhältnisse wurden im Projektareal sieben Bohrsondierungen (BS 1 bis BS 7) mit der Rammkernsonde nach DIN EN ISO 22475-1 (Bohrdurchmesser 60 mm bis 50 mm) ausgeführt. Die planmäßigen Erkundungstiefen von jeweils 5 m wurden, außer in den Bohrungen BS 4 und BS 7, in allen Bohrungen erreicht.

Die Bohrungen BS 4 und BS 7 mussten in Tiefen zwischen etwa 3,8 m und 4,4 m innerhalb des verwitterten Tonschiefers aufgrund zu hoher Eindringwiderstände abgebrochen werden. Die Einsatzgrenze des Kleinbohrgerätes war hier erreicht.

Aus dem gewonnenen Bohrgut der Bohrsondierungen wurden aus jedem Bohrmeter bzw. bei jedem Schichtwechsel gestörte Proben nach DIN EN ISO 22475-1 entnommen. Ein Teil der Proben wurde zur Durchführung bodenmechanischer und chemisch-analytischer Untersuchungen in entsprechende Fachlabore eingeliefert.

Die übrigen Proben sind in unserem Erdbaulabor eingelagert und stehen dort für etwa ein halbes Jahr als Rückstellproben für eventuelle Nachuntersuchungen zur Verfügung.

4.2 Laboruntersuchungen

4.2.1 Chemisch-analytische Untersuchungen

Zur Untersuchung der im Zuge der Erdarbeiten anfallenden Böden im Hinblick auf die Entsorgungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten wurden aus den entnommenen Bodenproben zwei Mischproben (MP 1 und MP 2) zusammengestellt. Die Zusammensetzung



der Proben erfolgte jeweils aus artgleichen Einzelproben der künstlichen Auffüllungen und der natürlich anstehenden Böden.

Die Proben wurden im zertifizierten Prüflabor chemlab GmbH, Bensheim, jeweils auf die Parameter der Tabellen II.1.2-2 und II.1.2-3 der LAGA-Richtlinie ([4]) sowie auf die Ergänzungsparameter der Ersatzbaustoffverordnung, Anlage 1, Tabelle 3 ([7]) analysiert.

Im Hinblick auf Planungs- und Kostensicherheit wurde an der abfalltechnisch auffälligen Probe MP 1 – bei dem der Zuordnungswert $> Z\ 2$ gemäß LAGA-Boden bzw. die Materialklasse $> BM-F3$ nach Ersatzbaustoffverordnung überschritten wurde – eine ergänzende Untersuchung auf die Parameter der Deponieverordnung (DepV) ([6]) durchgeführt.

4.2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zwecks Verifizierung der Bohrgutansprache wurden im bodenphysikalischen Baustofflabor der ZuB GmbH, Eppertshausen, an zwei repräsentativen Bodeneinzelproben die Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 bestimmt.

4.3 Auswertung und Darstellung

Die Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse wurden von uns nach Lage und Höhe vermessen und lagerichtig in den Übersichtsplan der Anlage 1.1 übernommen.

Die vorgenommene Höheneinmessung bezieht sich auf den Kanaldeckel des Schachts SW06001 in der Höhenstraße, dessen Lage in Anlage 1.1 als Höhenpunkt „HP“ markiert ist.

Zur Veranschaulichung der Untergrundsituation wurden zwei geotechnische Längsschnitte angefertigt und als Anlage 1.2 und Anlage 1.3 dem Gutachten beigelegt. Der Verlauf der Schnittführungen kann der Anlage 1.1 entnommen werden.

Die Ergebnisse der bodenmechanischen und geologischen Bodenansprache der Bohrsondierungen sind in Form von Bohrprofilen nach DIN 4023 (Anlage 2) und Schichtenverzeichnissen nach DIN EN ISO 14688-1/ 14689-1 (Anlage 3) dem Gutachten beigelegt.

Mit der Anlage 4 ist der Prüfbericht der bodenphysikalischen Laboruntersuchung beigelegt.



Die Prüfberichte der chemischen Laboruntersuchungen können in den Anlagen 5 (Boden gemäß LAGA), 6 (Ergänzungsanalyse Boden gemäß Ersatzbaustoffverordnung) und 7 (Ergänzungsanalyse gemäß Deponieverordnung) eingesehen werden.

5. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

5.1 Regionale geologische Situation

Nach der geologischen Karte ([2.a]) sowie unseren Erfahrungen im großräumigen Untersuchungsumfeld ([11]) wird der natürlich anstehende Untergrund oberflächennah durch quartäre Lößlehmlagerungen aufgebaut.

Darunter folgen mehr oder weniger stark zersetzte bis verwitterte Tonschiefer des Devons, die vereinzelt auch schluffige bis sandige Zwischenlagen mit Mächtigkeiten von mehreren Dezimetern aufweisen können.

5.2 Örtliche geologische Situation/ Schichtenfolge

5.2.1 Allgemeines

Mit den durchgeführten Erkundungsaufschlüssen wurde die generell bekannte Untergrundsituation im Wesentlichen bestätigt. Es kann demnach im Projektabschnitt unter Beachtung vorangegangener Bautätigkeiten folgender, vereinfachend dargestellter Schichtenaufbau festgestellt werden:

- **Schicht 1: Oberflächenbefestigungen/ Künstliche Auffüllungen**
- **Schicht 2: Lößlehme (Quartär)**
- **Schicht 3: Tonschiefer, zersetzt bis verwittert (Devon)**

In den nachfolgenden Kapiteln werden die aufgeschlossenen Bodenschichten beschrieben. Weitere Details zur Ausbildung und Beschaffenheit des Untergrundes können den geotechnischen Längsschnitten der Anlage 1.2 und der Anlage 1.3, den Bohrprofilen der Anlage 2 und den Schichtenverzeichnissen der Anlage 3 entnommen werden.



5.2.2 Schicht 1: Oberflächenbefestigungen/ Künstliche Auffüllungen

Die Ansatzpunkte der Bohrsondierungen BS 1, BS 3, BS 5 und BS 6 wurden im Bereich des asphaltierten Wirtschaftsweges platziert. Die Schwarzdecke wurde dabei im Projektabschnitt mit Dicken von ca. 8 cm bis 15 cm erkundet.

In allen weiteren Bohrungen (unbefestigte Flächen) wurde im Bohrstock als oberste Bodenschicht ein etwa 10 cm bis 20 cm mächtiger oberbodenähnlicher Auffüllhorizont (Schicht 1a) erkundet.

Unterhalb der Schwarzdecke und den oberbodenähnlichen Auffüllungen folgen meist künstliche Auffüllungen. Hierbei handelt es sich sowohl um den ungebundenen Straßenoberbau als auch um sonstige Auffüllungen. Die Basis der Auffüllböden wurde in Tiefen zwischen ca. 0,2 m (BS 2) und 0,8 m u. GOK (BS 3) erkundet.

Direkt unter der Oberflächenbefestigung folgt der ungebundene Oberbau. Dieser besteht aus einer ca. 25 cm bis 55 cm dicken Tragschichtkonstruktion und wurde im Gelände als mitteldicht bis dicht gelagerter, überwiegend schwach schluffiger Kies, teilweise auch als schwach sandiger Kies (Schicht 1b) mit überwiegend steinigen Einlagerungen angesprochen, der in der Bohrung BS 3 auch Tonlagen aufweist.

Im Bereich der unbefestigten Flächen befinden sich unter den oberbodenähnlichen Auffüllungen sowie lokal auch unter den Tragschichten aufgefüllte, schluffige bis stark schluffige Tone, mit teils schwach kiesigen Beimengungen (Schicht 1c).

Innerhalb der Auffüllungen sind stellenweise Ziegelreste und Basaltschotter vorhanden.

Nach der Bohrgutansprache sind die vorhandenen Auffüllungen bzw. die ungebundene Tragschicht nach den Benennungskriterien der DIN 18196 zur bautechnischen Einstufung von Böden ersatzweise den Bodengruppen [GU] (ungebundene Tragschicht) bzw. [TL], [TM] und [TA] (sonstige Auffüllungen) gleichzustellen. Für die Tragschichten und die Auffüllungen werden aufgrund ihrer Lößbarkeit die Aushubklassen 3 bis 5 nach DIN 18300: 2012-09 sowie die Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 nach ZTVE-StB17 maßgebend. Für die oberbodenähnlichen Auffüllungen gelten die Bodengruppe [OH] und die Aushubklasse 1.

5.2.3 Schicht 2: Lößlehme (Quartär)

Unterhalb der künstlichen Auffüllungen wurden in den Bohrungen BS 2 und BS 7 Lößlehme mit einer Mächtigkeit von etwa 30 cm bis 35 cm angetroffen. Die Schichtun-



terkante der Lößlehme kann in einer Tiefe zwischen ca. 0,5 m und 0,8 m u. GOK angegeben werden. Nach der Bodenansprache im Feld sowie nach der bodenmechanischen Bestimmung der Zustandsgrenzen weisen die Lößlehme eine steife bis halbfeste Konsistenz auf (s. Anlage 4).

In allen übrigen Bohrungen folgt unterhalb der Auffüllungen unmittelbar der zersetzte bis stark verwitterte Tonschiefer.

Die Lößlehme sind nach DIN 18196 in die Bodengruppen TL und TM, nach DIN 18300: 2012-09 in die Aushubklasse 4 sowie nach ZTVE-StB17 in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 zu stellen.

5.2.4 Schicht 3: Tonschiefer, zersetzt bis verwittert (Devon)

Unterhalb der künstlichen Auffüllungen und der Lößlehme folgt oberflächennah die Verwitterungs- bzw. Felszersatzzone der Tonschiefer.

In der Regel steht das ursprüngliche Festgestein zunächst in vollständig zersetzter und entfestigter Form an und geht mit zunehmender Teufe (meist fließend) in einen verwitterten bis angewitterten Zustand über.

Die stark verwitterten und zersetzten Böden besitzen noch Lockergesteinseigenschaften und werden als Felszersatz, manchmal auch als Faulfels, bezeichnet; bedingt durch Verwitterungsprozesse liegt das ursprünglich harte Felsgestein entfestigt und weitgehend ohne mineralische Bindung vor.

Nach den Bohrergebnissen besteht der teils mürbe bis brüchig angesprochene Tonschieferzersatz (Schicht 3a) überwiegend aus tonigem Gesteinsgrus mit schwach bis stark schluffigen Beimengungen sowie lokal variierenden Sand- und Kieskornanteilen. In einzelnen Bereichen – wie in den Bohrungen BS 1, BS 2 und BS 4 – wurden zudem Quarzgänge angetroffen.

Im Bereich der Bohrungen BS 4 und BS 7 geht der stark verwitterte Tonschiefer in Tiefen von etwa 3,8 m (BS 7) bzw. 4,4 m (BS 4) – entsprechend einer Kote von ca. 229,1 mNN und 227,6 mNN – in das geringer verwitterte Festgestein (Schicht 3b) über. Je nach Klüftigkeit, Trennflächengefüge und Verwitterungsgrad ist das Festgestein den Boden- bzw. Felsklassen 6 oder 7 der nicht mehr gültigen DIN 18300:2012 zuzuordnen, was auch zum Abbruch der Bohrungen führte.



Ob es sich bei den Bohrhindernissen um die gering verwitterte Felsoberkante handelt, kann nicht abschließend beurteilt werden.

Im Aufschlussbereich aller weiteren Bohrungen wurde das geringer verwitterte Festgestein jedenfalls bis in eine Tiefe von ca. 5,0 m u. GOK, entsprechend einer Kote von ca. 225,4 mNN (BS 6) bis 234,1 mNN (BS 1), nicht erreicht. Insofern ist hier von einer tiefgründigeren Verwitterung des Festgesteins auszugehen.

5.3 Allgemeine Baugrundbeurteilung

Das Erdplanum für die geplanten Verkehrsflächen wird nach den Erkundungsergebnissen voraussichtlich überwiegend in den Tragschichten und den künstlichen Auffüllungen (Schicht 1b und 1c) sowie innerhalb der Lößlehme (Schicht 2) zu liegen kommen.

Die Tragschichten und die künstlichen Auffüllungen stellen aufgrund ihrer heterogenen Ausprägung einen nur mäßig tragfähigen Baugrund dar. Im vorliegenden Fall werden die anstehenden Böden aber keinen nennenswerten Beanspruchungen ausgesetzt, so dass sie als Straßenplanum zumindest geeignet sind.

Auch die Lößlehme sind aufgrund ihrer angetroffenen steifen bis halbfesten Konsistenz aus ausreichend tragfähig zu beurteilt.

Bei dem geplanten Kanal ist das Planum – bei den angenommenen Verlegetiefen – in den mehr oder weniger stark zersetzten Tonschiefern (Schicht 3a) anzunehmen.

Die Zersatz- und Verwitterungsböden sind aufgrund ihrer bodenmechanischen Eigenschaften als mäßig (zersetzt) bis gut (verwittert bis angewittert) tragfähige Böden zu bezeichnen, wobei stärker zersetzte Tonschieferhorizonte (Bezug BS 1 bis BS 3 und BS 6) durch ein ungünstigeres Verformungsverhalten (Setzungsverhalten) gekennzeichnet sind und einen setzungsfähigen Baugrund darstellen. Setzungen treten hier nach Lastaufbringung zeitlich verzögert ein. Allerdings sind keine größeren Bauwerkslasten im Zuge der Erschließung zu erwarten, sodass das Setzungsverhalten hier eher eine nachrangige Bedeutung hat.

Das gering verwitterte bis mehr oder weniger kompakte Festgestein (Schicht 3b) ist sehr gut tragfähig und als nahezu inkompressibel zu bezeichnen.



5.4 Bodenkenngrößen/ Homogenbereiche

5.4.1 Bodenkenngrößen

Den vorbeschriebenen Schichten werden aufgrund der Bohrgutansprache, eigener Kenntnisse der regionalen Untergrundverhältnisse und verfügbarer Erfahrungswerte die in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführten Bodenkenngrößen zugeordnet.

Es handelt sich dabei um **charakteristische Werte** im Sinne der DIN 1054: 2021-04 – ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, die für Bemessungszwecke mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten zu beaufschlagen sind.

Der Tabelle 1 ist weiterhin eine Einstufung der angetroffenen Böden in die jeweilige Bodengruppe nach DIN 18196 zu entnehmen. Die Zuordnung der Auffüllböden zu den Bodengruppen erfolgt dabei ersatzweise.

Zusätzlich haben wir – rein informativ – auch die Bodenklassen (der nicht mehr gültigen) DIN 18300:2012 und DIN 18301:2012 aufgeführt.

Für erdstatische Berechnungen und Vordimensionierungen sind die Ausführungen in Kapitel 3 der DIN 1054: 2021-04 – ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 zu berücksichtigen.



Tabelle 1: Charakteristische Bodenkenngrößen

Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300: 2012 DIN 18301: 2012	Wichte		Scherfestigkeit		Steifemodul
			feucht γ_k [kN/m³]	unter Auftrieb γ'_k [kN/m³]	Reibungs- winkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	
1a	Oberbodenähnliche Auffüllungen	[OH] 1 BO 1	18	8	17,5	0	-
1b	Tragschichten, (kiesig)	[GU] 3 - 5 ^{1,2)} BN 1	20 - 21 ¹⁾	10 - 11 ¹⁾	30 - 32,5 ¹⁾	0	-
1c	Künstliche Auffüllungen, (bindig)	[TL], [TM], [TA] 4 - 5 ^{1,2)} BB 2 - BB 3	20	10	22,5 - 25 ¹⁾	0	-
2	Lößlehme steif bis halbfest (Quartär)	TL, TM 4 BB 2 - BB 3	20	10	25 - 27,5 ¹⁾	5 - 7,5 ¹⁾	10 - 12 ¹⁾
3a	Tonschiefer, entfestigt bis zersetzt (Devon)	- 4 - 6 ^{1,3)} FV 1 - FV 2	20 - 21 ¹⁾	10 - 11 ¹⁾	$\phi''_k = 27,51)$	5	40 - 60 ¹⁾
3b	Tonschiefer, angewittert bis unverwittert (Devon)	- 6 - 7 ^{1,3,4)} FV2 - FV3	21 - 22 ¹⁾	11 - 12 ¹⁾	$\phi''_k = 30 - 351)$	10 - 15 ¹⁾	150 - 250 ¹⁾
¹⁾ abhängig von der jeweiligen Zusammensetzung bzw. Lagerungsdichte/ Konsistenz							
²⁾ Innerhalb der Auffüllungen können sich größere Einschlüsse von Bauschutt oder Betonresten befinden, die eine Zuordnung zur Bodenklasse 3 und 4 nach DIN 18300:2012 nicht rechtfertigen. Für solche Fälle sind in Ausschreibungen Eventualpositionen zur gesonderten Erfassung und Beseitigung von Hindernissen vorzusehen. Die Aufnahme von Oberflächenbefestigungen ist in jedem Falle gesondert auszuschreiben.							
³⁾ Bodenklasse 6 nach DIN 18300:2012: nichtbindige u. bindige Bodenarten mit > 30% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt (Hinweis: 0,01 m³ $\triangleq$ Kugel mit einem $\varnothing$ von $\approx$ 0,3 m, 0,1 m³ $\triangleq$ Kugel mit einem $\varnothing$ von $\approx$ 0,6 m)							
⁴⁾ Schwer lösbarer Fels (Klasse 7 nach DIN 18300:2012) liegt dann vor, wenn der Fels eine hohe Gefügefestigkeit hat und nur schwach klüftig und kaum verwittert ist.							
ϕ''_k Ersatzreibungswinkel (Reibung und Kohäsion) für Erddruckberechnungen							
$E_{sg,k}$ Steifemodul des Gebirges für Verformungsberechnungen							

5.4.2 Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche

Die Eigenschaften und Kennwerte der ausführungsrelevanten Schichten haben wir gemäß DIN 18300:2019 (Erdarbeiten; E) und DIN 18301:2019 (Bohrarbeiten; B) zu Homogenbereichen, d. h. zu Böden mit für die Ausführung jeweils vergleichbaren bodenmechanischen Eigenschaften zusammengefasst und diese in den nachfolgenden Tabellen 2 und 3 beschrieben.

Die Zuordnung ist im Zuge der weiteren Planungen zu überprüfen und gegebenenfalls an die jeweils geplanten Bau- und Bauhilfsmaßnahmen anzupassen.



Tabelle 2: Homogenbereiche für Erd- und Bohrarbeiten (Boden)

Eigenschaft	Homogenbereich	
	E1 / B1	E2 / B2
Schicht Nr.	1b	1c + 2
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen (kiesig)	Auffüllungen (bindig) + Lößlehme
Korngrößenverteilung	G, x-x', u', s'	T, u*-u, s, g
Stein- und Blockanteile [%]	n. b. (> 10 möglich)	n. b. (0)
Wichte [kN/m³]	20 - 21	20
Kohäsion [kN/m²]	n. b. (0)	n. b. (5 - 8)
undrainierte Scherfestigkeit [kN/m²]	-	n. b. (20 - 70)
Wassergehalt [%]	n. b. (< 15)	n. b. (< 40)
Plastizitätszahl [%]	-	n. b. (< 30)
Konsistenzzahl [-]	-	s. Anlage 4 (0,75 - 1,25)
Konsistenz	-	steif - halbfest
Lagerungsdichte [-]	mitteldicht - dicht	-
Abrasivität	abrasiv	schwach abrasiv
Bodengruppe nach DIN 18196 [-]	[GU]	[TL], [TM], [TA], TL, TM
Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	n.e.	n.b. (10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁸)
Umweltrelevante Inhaltsstoffe	siehe Kapitel 7	
n. b. = nicht bestimmt; () = Erfahrungswerte, n.e. = nicht erforderlich		
Hinweis: DIN 18300:2015 (Erdarbeiten) gilt <u>nicht</u> für Oberboden		

Die Angabe der Spannbreiten für die Werte erfolgt anhand der im Feldversuch ermittelten Kennwerte sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten und Literaturangaben.

Abweichungen des Baugrundes von den angegebenen Bandbreiten, insbesondere der abgeschätzten Werte aufgrund von Erfahrungen und Literaturangaben, sind nicht auszuschließen.

Die Angabe einzelner Parameter kann bei Bedarf evtl. baubegleitend präzisiert werden. Für detailliertere Angaben sind weitere Untersuchungen/Laborversuche erforderlich.



Tabelle 3: Homogenbereiche für Erd- und Bohrarbeiten (Fels)

Eigenschaft	Homogenbereich
	E3 / B3
Schicht Nr.	3a + 3b
Ortsübliche Bezeichnung	Tonschiefer
Wichte feucht [kN/m³]	20 - 22
Wichte unter Auftrieb [kN/m³]	10 - 12
Verwitterung	zersetzt bis verwittert
Druckfestigkeit [MN/m²]	n. b. (5 – 250)
Trennflächenrichtung [-]	keine Angaben möglich
Trennflächenabstand [cm]	keine Angaben möglich
Gesteinskörperform [-]	keine Angaben möglich
Abrasivität	abrasiv bis stark abrasiv

6. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

6.1 Allgemeines

Das Projektgrundstück liegt nach dem frei zugänglichem Kartenwerk des Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie außerhalb von festgesetzten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten.

6.2 Örtliche Grundwasserverhältnisse

Mit den im Juni 2024 durchgeführten Bohrsondierungen wurde über die erzielten Aufschlusstiefen kein Grund- und kein Schichtenwasser angetroffen. Das geförderte Bohrgut war durchweg als schwach feucht bis feucht anzusprechen.

Die geringer verwitterten Felsformationen stellen einen Kluftgrundwasserleiter dar, sind aber nach den allgemeinen Erfahrungen kluftarm und dementsprechend nur in stark eingeschränkter Form wasserwegsam.

Potentielle Wasserführungen sind im vorliegenden Fall vermutlich primär auf die Schichtgrenze des verwitterten bis zersetzten Tonschiefers zu dem unterlagernden, mehr oder weniger kompakten Felsgestein begrenzt.



Für die angedachten Straßen- und Kanalbaumaßnahmen spielt die Grundwassersituation daher nur eine untergeordnete Rolle. Ein Anstieg des Grundwassers bei den hier angenommenen Gründungstiefen bis in den bauwerksrelevanten Tiefenbereich ist demnach nicht zu besorgen.

Es sei aber angemerkt, dass es sich bei der einmaligen Beobachtung des Wasserspiegels während der Feldarbeiten um eine Momentaufnahme handelt. Generell muss daher bei den vorhandenen hydrogeologischen Verhältnissen grundsätzlich in allen Tiefenlagen (auch oberflächennah in den Auffüllungen und Lößböden) unsystematisch mit Schichtwasserführungen gerechnet werden, deren Auftreten und Ergiebigkeit insbesondere durch Niederschläge beeinflusst wird.

6.3 Durchlässigkeit des Untergrundes

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung und nach entsprechenden Erfahrungen kann für die Lößlehme eine Bandbreite der Durchlässigkeiten von $k_f \approx 1 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $k_f \approx 1 \cdot 10^{-7}$ m/s und für die anstehenden Verwitterungsböden der Tonschiefer eine Bandbreite der Gebirgsdurchlässigkeit von $k_f \approx 1 \cdot 10^{-7}$ m/s bis $k_f \approx 1 \cdot 10^{-8}$ m/s angenommen werden, wobei ergiebigere Horizonte / Klüfte innerhalb der Tonschiefer grundsätzlich möglich sind.

7. ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN

7.1 Bewertungsgrundlagen

Mit dem Inkrafttreten der sogenannten „**Ersatzbaustoffverordnung**“ (EBV) ([7]) am 01.08.2023 wurde die offene Verwertung von verschiedenen Aushubmaterialien und sonstigen Materialien (z. B. Recycling-Baustoffe, verschiedene Schlacken, Gleisschotter) bundeseinheitlich neu geregelt.

In der EBV sind in der Anlage 1, Tabelle 3 für eine umfangreiche Liste an Parametern „Materialwerte“ angegeben, nach denen die „Materialkassen“ BM-0, BM-0*, BM-F0*, BM-F1, BM-F2 und BM-F3 für ein Bodenmaterial festgelegt werden. Dabei wird zwischen unterschiedlich hohen Fremdstoffanteilen des Bodens differenziert und es wird bezüglich der Verwertungsmöglichkeiten zwischen 17 verschiedenen „Einbauweisen“ (z. B. als Unterbau unter Bodenplatten, zur Verfüllung von Baugruben, als Tragschichten unter Verkehrsflächen, zum Einbau in Schutzwällen) unterschieden, bei denen jeweils noch die hydrogeologischen Rahmenbedingungen am Einbauort (Lage innerhalb



von Wasserschutzgebieten, Eigenschaften der Grundwasserdeckschichten etc.) zu berücksichtigen sind.

Das bisher in Hessen bezüglich der Entsorgung anfallenden Aushubmaterials angewandte **Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ (Stand 01.09.2018)** ([5]) bzw. die **LAGA-Richtlinie** ([4]) sind mit der Einführung der Ersatzbaustoffverordnung formal nicht mehr gültig, werden in der Verwertungspraxis aber noch häufig als Bewertungsgrundlage herangezogen. Eine Übertragung der Ergebnisse nach hessischem Merkblatt bzw. LAGA auf die „neuen“ Vorgaben der EBV ist dabei aufgrund eines abweichenden Parameterumfangs und geänderter Analysenverfahren allerdings nicht möglich.

Erfolgt eine deponietechnische Verwertung wird zur abfalltechnischen Einstufung die **Deponieverordnung** (DepV) ([6]) relevant. Eine deponietechnische Verwertung wird in der Regel immer dann erforderlich, wenn die Materialwerte der EBV für die Materialklasse BM-F3 überschritten bzw. die „alten“ Zuordnungswerte der LAGA/des hessischen Merkblattes für ein Material der Einbauklasse Z 2 erreicht oder überschritten sind.

7.2 Laboruntersuchungen

Im Hinblick auf eine orientierende abfalltechnische Deklaration der potentiellen Aushubböden haben wir zwei Bodenmischproben, eine aus den erkundeten Auffüllungen und eine aus dem gewachsenen Boden, zusammengestellt und auf die Parameter der LAGA-Boden (Tab. II, 1.2-2, 1.2-3) analysiert. Ergänzend hierzu wurden die Proben ebenfalls auf die Parameter der aktuell gültigen Ersatzbaustoffverordnung (EBV), Anlage 1, Tabelle 3 untersucht.

Im Hinblick auf Planungs- und Kostensicherheit wurde an der abfalltechnisch auffälligen Probe MP 1 zusätzlich eine ergänzende Untersuchung auf die Parameter der Deponieverordnung (DepV) ([6]) veranlasst.

Die zur Erstellung der Mischproben verwendeten Einzelproben sowie der daran ausgeführte Analysenumfang sind aus der Tabelle 4 ersichtlich.



Tabelle 4: Zusammensetzung der untersuchten Bodenmischproben und Analyseumfang

Misch- probe	untersuchtes Material	verwendete Einzelproben			Untersuchungs- umfang
		Bohrung	Probe Nr.	Tiefe [m unter GOK]	
MP 1	Auffüllungen (Schicht 1b und 1c)	BS 1	G1 + G2	0,10 – 0,65	LAGA-Boden (Tab. II, 1.2-2, 1.2-3) + Ergänzungsanalyse nach EBV, Anlage 1, Tabelle 3 (Sand < 10 % Fremdstoffe) + Ergänzungsanalyse nach DepV
		BS 3	G1 + G4	0,08 – 0,80	
		BS 4	G2	0,20 – 0,60	
		BS 5	G1	0,05 – 0,30	
		BS 6	G1	0,15 – 0,60	
		BS 7	G2	0,15 – 0,40	
MP 2	Lößlehme und Tonschiefer (Schicht 2 und 3a)	BS 1	G3 – G5	0,65 – 3,70	LAGA-Boden (Tab. II, 1.2-2, 1.2-3) + Ergänzungsanalyse nach EBV, Anlage 1, Tabelle 3 (Lehm 0 % Fremdstoffe)
		BS 2	G2 – G5	0,20 – 3,50	
		BS 3	G5 – G7	0,80 – 3,70	
		BS 4	G3 – G6	0,60 – 3,90	
		BS 5	G2 – G5	0,30 – 4,00	
		BS 6	G2 – G4	0,60 – 3,60	
		BS 7	G3 – G7	0,40 – 3,80	

Die chemischen Laboruntersuchungen wurden vom Prüflabor der chemlab GmbH in Bensheim ausgeführt. Die Prüfberichte des Labors sind zusammen mit den Proben-vorbereitungsprotokollen als Anlage 5 (LAGA), Anlage 6 (Ergänzung EBV) und Anlage 7 (Ergänzung DepV) beigelegt.

7.3 Ergebnisse

Die **künstlichen Auffüllungen** (MP 1) sind aufgrund des Summenparameters PAK im Feststoff von 43,5 mg/kg TS in die Einbauklasse **> Z 2** (nach LAGA-Richtlinie) bzw. in die Materialklasse **> BM-F3** (nach EBV) zu stellen.

Für die künstlichen Auffüllungen wird somit i.d.R. eine deponietechnische Entsorgung notwendig. Nach dem Ergebnis der durchgeführten Ergänzungsanalyse auf die Parameter der Deponieverordnung sind die künstlichen Auffüllungen aufgrund des PAK-Summengehaltes im Feststoff in die Deponieklasse **> DK 0** einzustufen. Welche Einstufung letztendlich ausschlaggebend ist, ist mit der entsprechenden Verwertungsstelle zu klären.

Für die **natürlich anstehenden Böden** (MP 2) liegen die Summen- und Einzelparameter im Feststoff und im Eluat unterhalb der Zuordnungswerte der LAGA-Richtlinie und der EBV. Der gewachsene Boden kann demnach in die Einbauklasse **Z 0** bzw. in die Materialklasse **BM-0 Lehm** gestellt werden.



7.4 Hinweise für die Planung und Ausschreibung

Die im Hinblick auf Planungs- und Kostensicherheit orientierend durchgeführte abfalltechnische Untersuchung ist nicht als vollständige Deklaration des gesamten späteren Aushubmaterials zu verstehen.

Wir raten daher an, bei der Ausschreibung der Erdbaumaßnahmen auch die Entsorgung von Aushubmaterial der Deponie-/Einbau-/Materialklassen, die mit den Untersuchungen nicht festgestellt wurden, in einem gewissen Umfang als Bedarfsposition mit Gesamtpreisberechnung zu berücksichtigen.

Es wird - je nach Verwertungsstelle - vermutlich nur mit ergänzenden abfalltechnischen Untersuchungen möglich sein, das Material den jeweiligen Annahmekriterien entsprechend zu deklarieren. Derartige Untersuchungen sollten in die Bauausführung verlagert werden (Rasterbeprobung/ Baggerschürfe im Zuge der Bauausführung). Auch kann es ggf. erforderlich sein, dem jeweiligen Betreiber der Verwertungsstelle weitere Angaben zum Aushubmaterial noch vorzulegen (Abfallcharakteristik, Probenahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA PN 98).

Der entsprechende Aufwand (ggf. Baggerschürfe, Separierung) sowie die hieraus resultierenden Konsequenzen für den Bauablauf (Termine) sind im Leistungsverzeichnis zu berücksichtigen. Die fachtechnische Begleitung (Probenahme, Analytik, Erstellen des Aushubplanes, ggf. Überwachung der Aushubarbeiten) sollte bauseits erfolgen.

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass eine abfalltechnische Untersuchung der Schwarzdecken auf Teerbestandteile zur Einstufung der Verwertungsklasse anzuraten ist.



8. EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE ZUR VERLEGUNG DER KANALBAUMAßNAHME

8.1 Allgemeines

Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass der Kanal in offener Bauweise hergestellt wird.

Für die Verlegung von Kanälen sind dann u. a. die DIN 4124 (Baugruben und Gräben), die Europäische Norm DIN EN 1610 (Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen) ([8]) sowie – als nationale Ergänzung – das Arbeitsblatt DWA-A 139 ([9.c]) zu beachten.

Den erforderlichen Nachweisen nach ATV-DVWK-A 127 (Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen) können die im Kapitel 5.4 angegebenen charakteristischen Bodenkenngößen zugrunde gelegt werden.

8.2 Rohraufleger

Generell sind die Rohraufleger entsprechend der statischen Berechnungen auszuführen. Punkt- und Linienlasten dürfen nicht auftreten; die Rohre müssen gleichmäßig über die ganze Rohrschaftlänge aufliegen.

Die DIN EN 1610 unterscheidet für Rohraufleger zwischen Bettungen nach Typ 1, Typ 2 und Typ 3 (siehe Abbildung 2). Beim Typ 1 wird das Kanalrohr auf einer mit geeignetem Material hergestellten Bettungsschicht abgesetzt. Bei den Typen 2 und 3 wird das Kanalrohr unmittelbar auf den anstehenden Böden abgesetzt.

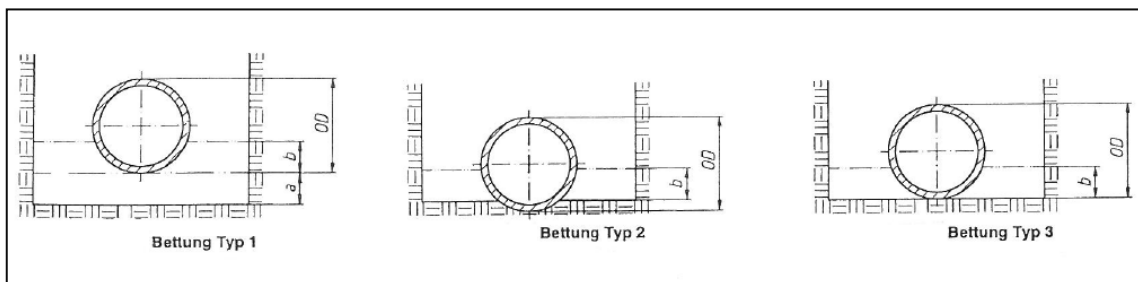


Abbildung 2: Rohrbettungstypen nach DIN EN 1610

Nach den durchgeführten Bodenaufschlüssen ist davon auszugehen, dass im Niveau der Rohrsohlen vorwiegend mehr oder weniger stark zersetzter Tonschiefer (Schicht 3a) ansteht. Da es sich um eine orientierende Baugrunduntersuchung handelt, kann abschnittsweise auch das Antreffen von kompakteren Festgestein



(Schicht 3b) – auch in Verbindung mit den tatsächlichen Eingriffstiefen – nicht vollständig ausgeschlossen werden. Hier muss demnach auch mit Felsklassen 6/7 der nicht mehr gültigen DIN 18300:2012 gerechnet werden.

Die DIN EN 1610 lässt für die Bettung von Kanälen mit Nennweiten $DN > 200$ bis $DN \leq 600$ Baustoffe zu, die keine Bestandteile enthalten, die größer sind als 40 mm. Für Dimensionierungen $DN \leq 200$ liegt diese Obergrenze bei 22 mm, bei $> DN 600$ bei 60 mm.

Eine detaillierte Bewertung der im Bereich der Kanalsohlen anstehenden Böden ist auf Grundlage der vorliegenden Daten nicht möglich, da konkrete Informationen zum Kanalbau nicht vorliegen. Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse ist aber mit höherer Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass die in den jeweiligen Kanalsohlen anstehenden Böden als Rohraufleger geeignet sind.

Wir empfehlen zunächst eine Kanalbettung nach Typ 1 der v. g. Norm. Das heißt, dass die Grabensohlen tiefer auszuheben und eine Kanalbettung aus gut verdichtungsfähigem Material, wie z. B. Sand, Kies-Sand oder Brechsand-Splitt, einzubauen sind. Entsprechende Mehrmassen sollten in der Ausschreibung berücksichtigt werden.

In den stark zersetzten bis verwitterten Schiefern (Schicht 2a) ist i. d. R. die Dicke a der unteren Bettungsschicht, gemessen unter dem Rohrschaft von 100 mm ausreichend. Im geringer verwittertem Festgestein (Schichten 2b) ist die Mindestdicke der Rohrbettung auf 150 mm zu erhöhen, wobei die Dicke b der oberen Bettungsschicht generell entsprechend der statischen Berechnungen auszuführen ist.

Die Grabensohlen sind - sofern dies die Untergrundverhältnisse erlauben - mit einer glatten Baggerschaufel herzustellen, um Strukturstörungen der anstehenden Böden im Bereich des Rohrauflegers zu vermeiden.

Sollten im Bereich der Rohrsohlen unzureichend tragfähige Böden (z. B. weich-breiige, organische oder durch unsachgemäßen Aushub aufgelockerte/aufgeweichte Böden), undefinierte künstliche Auffüllungen oder mit Lockermaterial verfüllte Kluftzonen angetroffen werden, so sind diese für ordnungsgemäße Auflagerung der Rohre auszusachten und durch geeignete Bodenaustauschmassen gemäß der DIN EN 1610 (Größtkorndurchmesser ≤ 40 mm für die Kanäle) zu ersetzen. Die jeweilige Stärke des Bodenaustauschs ist im Zuge der Bauausführung festzulegen und entsprechend nachzuweisen (vgl. Kapitel 7.3 der v. g. Norm).



Ebenso sind in die Grabensohlen hineinragende, gering verwitterte bzw. kompakte Steine/Felsen zur Vermeidung von Punktlagerungen bzw. zur Schaffung gleichartiger Auflagerbedingungen bis ca. 0,3 m unter Grabensohlen abzuspitzen und durch o. g. Bodenaustauschmassen zu ersetzen. Die durch den geologischen Mehrausbruch verursachten Massenverluste müssen beim Wiederverfüllen berücksichtigt werden.

In der Ausschreibung sollten daher vorsorglich Bodenaustauschmaßnahmen mit einer Stärke von 30 cm für 50 % bis 70 % der Gesamtstrecke aufgenommen werden. Über die Notwendigkeit und den tatsächlichen Umfang von Bodenaustauschmaßnahmen ist dann im Zuge der Bauausführung vor Ort zu entscheiden.

Die gut verdichtbaren, kornabgestuften (unbelasteten) Bodenersatzmassen sind dabei lagenweise einzubauen und auf mindestens 98 % der einfachen Proctordichte zu verdichten (Anforderungen: siehe Tabelle 5 in Kapitel 8.5.2). Die Bestimmungen der DIN EN 1610 sind zu beachten.

Zur Vermeidung von Auflockerungen bzw. Aufweichungen sind die Grabensohlen, wenn die Rohrauflager über einen längeren Zeitraum offen liegen, durch geeignete Maßnahmen (z. B. Abdecken mit Baufolie) vor Witterungseinflüssen zu schützen.

8.3 Kanalgräben

Der Graben für den Kanal kann in Abhängigkeit der Verlegetiefe bei entsprechenden Platzverhältnissen geböscht ausgebildet werden. Wir empfehlen, die Platzverhältnisse im Zuge der weiteren Planungen – gerade im Bereich der Höhenstraße – nochmals im Detail zu überprüfen.

Bei der Herstellung von Böschungen, Ausschachtungen und Gräben sind grundsätzlich die Vorgaben der DIN 4124: 2012-01- ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 "Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten" einzuhalten.

In den künstlichen Auffüllungen sind die Böschungen mit einem Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ anzulegen. In den Lößböden und den Zersatzböden sind bei mind. steifer Konsistenz Böschungsneigungen von $\beta \leq 60^\circ$ möglich.

Alternativ hierzu sind in Abhängigkeit der Verlegetiefen Sicherungs- und Verbaumaßnahmen gemäß DIN 4124/ DIN EN 1610 erforderlich.

Wir gehen zunächst davon aus, dass vorerst keine besonderen Anforderungen an den Verbau zu stellen sind. Allerdings sind teilweise Einfriedungen, Zugänglichkeiten zu



den Grundstückseinfahrten der Anwohner ggf. im Bereich der Höhenstraße bei den weiteren Planungen zu beachten.

Inwieweit und in welchen Abschnitten ein herkömmlicher waagerechter/ senkrechter Normverbau nach DIN 4124 oder alternativ großflächige Grabenverbauten zur Sicherung eingesetzt werden können, bleibt einer planerischen Bearbeitung und abschließenden Prüfung hinsichtlich der Anforderungen (u. a. Tiefenlage, Einfriedung, Zugänglichkeiten zu den Grundstückseinfahrten der Anwohner, Grabenbreite, Leitungskreuzungen) vorbehalten.

Die letztendlich auszuführende Variante des Grabenverbaus wird sich im Rahmen der Ausschreibung und anhand der jeweiligen Marktbedingungen ergeben, muss aber in jedem Fall auf die technischen Anforderungen (s. o.) abgestimmt sein und dahingehend bewertet und geprüft werden.

Für die Bemessung sind die in Kapitel 5.4 festgelegten charakteristischen Kenngrößen anzusetzen. Die Bodenschichtung kann Kapitel 5.2 und den jeweiligen Bohrprofilen in den geotechnischen Längsschnitte (Anlage 1.2 und 1.3) entnommen werden.

Bei der Bemessung des Verbaus müssen grundsätzlich die einzelnen Bauzustände berücksichtigt werden.

Für die Bemessung der Baugrubenverbauten wird auf DIN 4124/ DIN EN 1610, die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben EAB und auf sonstige einschlägige Vorschriften verwiesen.

Im Allgemeinen kann der aktive Erddruck angesetzt werden. Bei verformungsempfindlichen Kanälen sowie bei baulichen Anlagen innerhalb des aktiven Erdkörpers ist ein erhöhter Bemessungserddruck anzusetzen.

8.4 Wasserhaltungsmaßnahmen

Nach der DIN EN 1610 besteht die Forderung, die Aushubgräben während der Verlegearbeiten von Rohren frei von Wasser zu halten.

Hinweise auf Grund- bzw. Schichtenwasser wurden mit den Bohrungen nicht festgestellt. Auf Basis des derzeitigen Kenntnisstandes gehen wir insofern davon aus, dass Wasserhaltungsmaßnahmen im eigentlichen Sinne nicht erforderlich werden.



Gleichwohl sollte aber nach allgemeiner Erfahrung in Abhängig von der Jahreszeit sowie den Niederschlagsverhältnissen und unter Berücksichtigung der im Projektareal vorhandenen Hanglage in allen Tiefen der mehr oder weniger stark zersetzten Tonschiefer sowie auch innerhalb der Auffüllungen grundsätzlich mit Schichtenwasser gerechnet werden, die während der Bauausführung in die ausgehobenen Gräben fließen können.

Darüber hinaus können Wasserführungen in den vorhandenen Rohrgräben bzw. in der vorhandenen Grabenverfüllungen nicht ausgeschlossen werden.

Die Komponenten für eine offene Wasserhaltung (Pumpensümpfe, ggf. in Verbindung mit Drainagegräben), mit denen dann auch ggf. anfallendes Niederschlagswasser und gering ergiebiges Schichtenwasser gefasst und abgeleitet werden kann, sind für die Dauer der Baumaßnahme auf der Baustelle ohnehin vorzuhalten (Tagwasserhaltung als Nebenleistung nach VOB).

Grundsätzlich sind Wasserhaltungsmaßnahmen nach dem Wasserhaushaltsgesetz erlaubnispflichtig und müssen bei der zuständigen Genehmigungsbehörde (Obere Wasserbehörde) beantragt, bei kleineren Wassermengen angezeigt werden. Darüber hinaus ist eine Genehmigung zur Einleitung des abgepumpten Wassers in einen Kanal (Kommune) bzw. Vorfluter notwendig.

8.5 Bodenaushub/ Kanalgrabenverfüllung

8.5.1 Aushub

Die bei den Aushubarbeiten bis in die voraussichtlichen Tiefen der Rohrsohlen anstehenden Böden sind unter erdbauspezifischen Gesichtspunkten (Bodenklassen nach der nicht mehr gültigen DIN 18300:2012) wie folgt einzustufen:

- | | |
|--|-------|
| ■ Schicht 1b: Auffüllungen (kiesig) | 3 - 5 |
| ■ Schicht 1c: Auffüllungen (tonig) | 4 |
| ■ Schicht 2: Lößlehme | 4 |
| ■ Schicht 3a: Tonschiefer (zersetzt bis entfestigt) | 4 - 6 |
| ■ Schicht 3b: Tonschiefer (entfestigt bis angewittert) | 6 - 7 |

Bezüglich der Eigenschaften und deren Beschaffenheit der einzelnen Homogenbereiche gelten die Ausführungen in Kapitel 5.4.



8.5.2 Verfüllung

An die Baustoffe in der Leitungszone sind gemäß Abschnitt 5.2 der DIN EN 1610 besondere Anforderungen gestellt, die beachtet werden müssen. Insbesondere sind demnach für die Bettung von Rohren $DN > 200$ bis $DN \leq 600$ nur Baustoffe zugelassen, die keine Bestandteile enthalten, die größer 40 mm sind. Für Dimensionierungen $DN \leq 200$ liegt diese Obergrenze bei 22 mm.

Für die Hauptverfüllung der Kanalgräben sind in Anlehnung an DIN EN 1610 grundsätzlich alle Baustoffe geeignet, die auch für die Verfüllung der Leitungszone verwendet werden dürfen. Darüber hinaus dürfen die Verfüllmaterialien oberhalb der Leitungszone auch grobkörnige Bestandteile besitzen, deren zulässige Korngröße sich nach den Angaben in Abschnitt 5.3 der DIN EN 1610 zu richten hat.

Die beim Aushub für den Kanalgraben anfallenden **natürlichen Böden** (Lößböden und Tonschiefer) sind - als Z 0-Material nach LAGA-Boden bzw. als BM-0 Lehm nach EBV eingestuft. Die stark zersetzten Tonschiefer und die Lößböden sind dem Grunde nach nur nach Zugabe hydraulischer Bindemittel als Einbaumaterial geeignet. Die hierfür erforderlichen lokalen Voraussetzungen sollten geprüft und im Zuge einer entsprechenden Eignungsuntersuchung am aufbereiteten Material zu gegebener Zeit ggf. noch durchgeführt werden. Die geringer verwitterten Horizonte müssen zudem ggf. aufbereitet werden (brechen, sieben).

Die **aufgefüllten Kiese (Tragschichtmaterial)** und die **bindigen Auffüllungen** - sind aus bodenmechanischer Sicht dem Grunde nach zur Wiederverfüllung geeignet (Kiese) bzw. nicht ohne Aufbereitung geeignet (Tone). Aufgrund erhöhter Schadstoffkonzentrationen – eingestuft als > Z 2-Material nach LAGA-Boden und als > BM-F3 Material nach EBV – sind die aufgefüllten Tone sowie die Kiese aber deponietechnisch zu entsorgen.

Die an einzubauende Fremdmassen zu stellenden Anforderungen sind in der nachfolgenden Tabelle 5 zusammengefasst. Aufgrund entsprechender Erfahrungen empfehlen wir, den Einbau des Materials fachtechnisch begleiten zu lassen.



Tabelle 5: Empfehlungen für Fremd-/Verfüllmassen

Bodengruppen nach DIN 18196	GW, GI, GU, SW, SI, SU
Feinkornanteil $\leq 0,063$ mm	≤ 15 % ≤ 5 % ¹⁾
Größtkorn	45 mm
Ungleichförmigkeitsgrad	$U \geq 6$
Einbauwassergehalt	$0,97 w_{Pr} \leq w \leq 1,03 w_{Pr}$
Schüttmächtigkeit/Verdichtungsgrad	≤ 30 cm / $D_{Pr} \geq 97 - 100$ %

¹⁾ frostunempfindlich

Sollen die Sand-Kies- bzw. Mineralgemische für einen frostsicheren Aufbau verwendet werden, ist abweichend von Tabelle 5 der Feinkornanteil (Korn- $\emptyset \leq 0,063$ mm) auf 5 M.-% (nach Einbau: Korn- $\emptyset \leq 0,063$ mm höchstens 7 M.-%) zu begrenzen.

Die Verdichtungsanforderungen an die Verfüllung und den Oberbau sind in den ZTV A-StB 12, ZTV E-StB 17 und ZTV-SoB geregelt. Diese Vorgaben sind auch hier einzuhalten.

Was die Verfüllung der Leitungszone betrifft, sind die Ausführungen in der DIN EN 1610 zu beachten.

Bei nicht bindiger Grabenverfüllung sollten zur Vermeidung einer Drainagewirkung in regelmäßigen Abständen (z. B. alle 50 m) Querriegel aus Ton oder Beton eingebaut werden.

8.6 Planum für den Straßenoberbau

Falls die geplanten Kanalbaumaßnahmen im Bereich von Verkehrsflächen liegen, ist bei deren Rückverfüllung auf dem Planum ein Tragfähigkeitswert bzw. Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² sowie ein Verdichtungsgrad in Abhängigkeit des Einbaumaterials zwischen $D_{Pr} \geq 97$ % - 100 % nachzuweisen.

Der Nachweis der geforderten Verdichtung und Tragfähigkeit auf dem Planum und auf den ungebundenen Tragschichten ist nach den Erfordernissen der ZTV E-StB17 zu führen. Die ordnungsgemäße Verdichtung der Einbaumassen ist durch geeignete Feldversuche (z. B. Plattendruckversuche, Dichtebestimmungen) zu kontrollieren. Rammsondierungen dienen nicht dem Nachweis des Verdichtungsgrades, sondern dem Nachweis der Homogenität der Verdichtung. Sie ersetzen Dichtebestimmungen also nicht, sondern ergänzen diese nur.



Gemäß ZTV E-StB 17 und ZTV T-StB 95 schließt dies den Nachweis durch Eigenüberwachung seitens der Baufirma und durch Kontrollprüfungen seitens des Bauherrn ein.

Die ausführende Firma ist daher ohnehin zur Durchführung von Eigenüberwachungen verpflichtet. Die Ergebnisse werden dem Bauherrn als Beleg für das Erreichen der geforderten Qualität vorgelegt. Es handelt sich hierbei um eine Nebenleistung, die nicht gesondert ausgeschrieben werden muss.

Bei der Verfüllung des Kanalgrabens sowie bei der Herstellung des Oberbaus sind die einschlägigen technischen Vorschriften und Richtlinien (z. B. ZTV E-StB 17 ([10.a]), ZTV T-StB 95 ([10.g]), DIN EN 1610 ([8]) u. a.) zu beachten.

9. HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN ZUM STRASSENBAU

9.1 Allgemeines

Für die Planung und Durchführung der Straßenbaumaßnahme gelten die entsprechenden Richtlinien und Merkblätter für den öffentlichen Straßenraum (u. a. RStO 12/24 ([10.b]), ZTV E-StB 17 ([10.a]), ZTV T-StB 95 ([10.g]) und RAST 06 ([10.e]).

Maßgebende Kriterien zur Dimensionierung des Oberbaus sind die Gewährleistung einer ausreichenden Frostsicherheit und die ausreichende Tragfähigkeit der gewählten Einbaumaterialien.

9.2 Oberbau

9.2.1 Frostsicherheit

Die Dimensionierung der Verkehrsflächen wird maßgeblich von der zu erwartenden Beanspruchung beeinflusst (Belastungsklassen nach RStO 12/24). In der Tabelle 6 der RStO 12/24 (siehe Tabelle 6) sind die Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus in Abhängigkeit der Belastungsklassen sowie der Frostempfindlichkeitsklassen für die Böden des Untergrunds bzw. Unterbaus angegeben.

Das Projektgebiet wird anhand einer vorläufigen Abschätzung in den Bereich der Frosteinwirkungszone I gemäß Bild 6 der RStO 12/24 ([10.b]) eingestuft.



Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung werden die Erdplanien für den Straßenbau innerhalb künstlicher Auffüllungen (Schicht 1b und 1c) und stellenweise in den Lößböden (Schicht 2) zu liegen kommen.

Die vorhandenen Auffüllböden sind nach ZTV E-StB 17 ([10.a]) in die Frostepfindlichkeitsklassen F 2 und F 3 zu stellen. Wir empfehlen daher - auch unter Berücksichtigung der in Teilabschnitten partiell anstehenden Lößböden (Schicht 2) - den weiteren Betrachtungen/Planungen die Frostepfindlichkeitsklasse F 3 zugrunde zu legen.

Tabelle 6: Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (Tabelle 6 aus RStO 12/24 ([10.b]))

Frostepfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F 2	55	50	40
F 3	65	60	50

Die Belastungsklassen Bk ergeben sich in Abhängigkeit der Beanspruchung aus Verkehr gemäß den Ausführungen in Kapitel 2.5 der RStO 12/24. Angaben zur Belastungsklasse nach RStO 12/24, auf welche Verkehrsflächen auszurichten sind, liegen uns nicht vor.

Für die weiteren Ausführungen gehen wir von der unverbindlich getroffenen Annahme aus, dass für das zu erschließende Wohngebiet Kachel die geplanten Straßen als Wohnstraßen zu kategorisieren ist und für die Belastungsklasse Bk1,0 ausgelegt wird. Es ergibt sich damit eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 60 cm. Die konkrete Belastungsklasse ist im Zuge der weiteren Planungen noch festzulegen.

Den Ausgangswerten nach Tabelle 6 der RStO 12/24 (siehe Tabelle 6) sind in Abhängigkeit der örtlichen Verhältnisse gemäß Tabelle 7 der RStO 12/24 gegebenenfalls Mehr- oder Minderdicken anzurechnen.

9.2.2 Tragfähigkeit

9.2.2.1 Erdplanum

Die in den Tafeln der RStO 12/24 für die verschiedenen Bauweisen ausgewiesenen Schichtdicken setzen auf dem Planum des Untergrunds/Unterbaus einen Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ voraus. Der Nachweis des Verformungsmoduls auf dem Planum erfolgt mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18134.



Das Erreichen des geforderten Mindestwertes auf dem Planum setzt einen Untergrund aus gut tragfähigen, wenig kompressiblen Böden voraus.

Auf Grundlage der Ergebnisse der punktuellen Erkundungsaufschlüsse kommen die Erdplanien nach einem Abtrag von insgesamt 60 cm Dicke voraussichtlich überwiegend primär innerhalb der stark zersetzten Tonschiefer (Schicht 3a) zu liegen.

Bei überwiegend bindiger Ausprägung der Zersatzböden wird der nach den einschlägigen Vorschriften der erforderliche Tragfähigkeitswert von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nach unseren Erfahrungen nicht durchgängig zu erzielen sein.

Grundsätzlich muss in den Fällen, in denen sich der auf dem Erdplanum geforderte Mindestwert nicht nachweisen lässt, über zusätzliche Maßnahmen entschieden werden, die das Erreichen des nach RStO 12/24 auf der Tragschichtoberkante geforderten Verformungsmoduls E_{v2} gewährleisten.

In der ZTV E-StB 17 ([10.a]) werden für diesen Fall u.a. zwei mögliche alternative Handlungsempfehlungen genannt:

- Verbessern oder Verfestigen des Untergrunds bzw. Unterbaus
- Vergrößern der Dicke der Tragschicht.

Was die Verstärkung der Tragschicht angeht, die wir hier präferieren, kann für eine grobe, unverbindliche Abschätzung der erforderlichen Dicke des Trag-/Frostschuttschichtaufbaus davon ausgegangen werden, dass sich der auf der Oberkante der Trag-/Frostschuttschicht zu ermittelnde Verformungsmodul E_{v2} je ca. 10 cm Bodenaustausch um ca. 12,5 MN/m^2 bis maximal 15 MN/m^2 erhöht. Dieser Erfahrungswert gilt nur unter der Voraussetzung, dass für den Trag-/Frostschuttschichtaufbau ein hierfür qualifiziertes, natürliches Mineralgemisch verwendet wird.

Die erforderliche Stärke eines Bodenaustausches in Bereich mit ggf. anstehenden bindigen Horizonten schätzen wir auf dieser Grundlage mit 30 cm ab. Die an einzubauende Fremdmassen zu stellenden bodenmechanischen Anforderungen sind in Tabelle 5 angegeben.

Bereiche des Erdplanums, die aufgrund ihrer Beschaffenheit selbst die Mindestanforderungen an die Tragfähigkeit nicht erfüllen (z. B. Bereiche mit ggf. durch Schichtwasserführungen aufgeweichte, weich-breiige Böden) oder durch unsachgemäßen Aushub



aufgelockerte/ aufgeweichte Sohlflächen sind bis zum Erreichen tragfähiger Schichten zu entfernen und durch geeignetes Material zu ersetzen.

Um im Vorfeld Sicherheit hinsichtlich des konkret erforderlichen Verkehrsflächenoberbaus zu erlangen, empfiehlt sich zu Beginn der Bauarbeiten grundsätzlich das Anlegen von Probefeldern und die Ausführung von Plattendruckversuchen nach DIN 18134 auf den Oberkanten der Probefelder.

Soweit eine Abschätzung auf Grundlage der bisherigen Untersuchungen möglich ist, wird der Anteil des Erdplanums in Böden mit Eigenschaften, die Zusatzmaßnahmen erfordern, auf ca. 30 % bis 50 % abgeschätzt.

9.2.2.2 Trag-/Frostschuttschicht

Mineralgemische, welche als Trag-/Frostschuttschichten verwendet werden, müssen die Anforderungen nach ZTV SoB-StB ([10.c]) und nach TL SoB-StB ([10.d]) erfüllen.

Die Tragschichten/Frostschuttschichten sind unter Beachtung der einschlägigen Regeln einzubauen und zu verdichten. Die erreichte Verdichtung ist durch geeignete Verdichtungskontrollen (z. B. Plattendruckversuche nach DIN 18134) zu dokumentieren.

Bei Bauweisen mit bituminöser Decke, Betondecke oder Pflaster ist nach RStO 12/24 ([10.b]) in Abhängigkeit der ausgeführten Bauweise (Einbau von Frostschuttschicht, Kiestragschicht oder Schottertragschicht) auf Oberkante (mineralische) Tragschicht ein Tragfähigkeitswert von $E_{v2} > 80 \text{ MN/m}^2$ bis 120 MN/m^2 gefordert.

Verdichtungsanforderungen sind einzuhalten und im Zuge der Bauausführung durch entsprechende Kontrollprüfungen (z. B. Plattendruckversuche) gemäß Kapitel 14 der ZTV E-StB 17 ([10.a]) nachzuweisen.

9.3 Sonstiges

Aus oben beschriebenen Gründen und den notwendigerweise punktuell ausgeführten Aufschlüssen ist eine „lückenlose“, detaillierte Bewertung des Erdplanums für die Straße nicht möglich.

Wir empfehlen deshalb, die in den einzelnen Teilabschnitten des Erdplanums jeweils tatsächlich notwendigen Maßnahmen im Zuge der Bauausführung vor Ort anhand entsprechender Prüfungen genauer festzulegen (Lastplattendruckversuche, Probefelder), was sich nach unserer Erfahrung bei vergleichbaren Projekten gut bewährt hat. Die



entsprechenden Positionen zur Untergrundverbesserung sollten grundsätzlich in der Ausschreibung ausgewiesen bzw. berücksichtigt werden. Die Beschaffenheit des Planums sollte durch den Fachgutachter in der Örtlichkeit beurteilt und überprüft werden.

Wenn dann auf dem Erdplanum die nach den einschlägigen Vorschriften erforderliche Tragfähigkeit nicht erreicht wird, muss anhand der örtlichen Gegebenheiten über zusätzliche Schritte entschieden werden.

Während des Straßenbaus ist ggf. anfallendes Niederschlagswasser/Schichtenwasser abzuleiten. Sollten durch die geplante Gradienten der Trasse prägnante Tiefpunkte entstehen, sind die Komponenten zum Betrieb einer offenen Wasserhaltung (temporäre Dränageleitungen, Tauchpumpe; Nebenleistung nach VOB) während der Baumaßnahme vorzuhalten.

Das Befahren der Planien sollte – auch im erdfeuchten Zustand – soweit wie möglich vermieden werden. Offene Planumsbereiche sollten nicht ungeschützt über längere Zeiträume der Witterung/ Niederschläge ausgesetzt werden. Sie sind durch entsprechende Vorkehrungen (unmittelbare Überschüttung, temporäre Abdeckung o. dgl.) vor Niederschlägen und Frosteinwirkungen zu schützen.

10. HINWEISE ZUR PLANUNG

Im Folgenden seien Hinweise und Vorschläge zu den weiteren Planungen nochmals übersichtlich zusammengestellt (ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist das Bauvorhaben nach DIN 1054: 2021-04 - ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 in die Geotechnische Kategorie GK 1 (Baumaßnahmen mit geringem Schwierigkeitsgrad) zu stellen.

Da sich in den Rohrgräben nach Abschluss der Baumaßnahme aller Wahrscheinlichkeit nach Niederschlagswasser einstauen wird, sind für die Rohre im Endzustand die Auftriebssicherheit nachzuweisen.

Im Zuge der weiteren Planung ist die Lage kreuzender Leitungen und Kanäle festzustellen, um insbesondere ggf. erforderliche Verbaumaßnahmen entsprechend darauf abstimmen zu können. Gegebenenfalls sind Leitungsverziehungen oder -verlegungen bereits im Vorfeld der eigentlichen Baumaßnahme durchzuführen.



Nach entsprechenden Erfahrungen während der Bauausführung ist damit zu rechnen, dass bei paralleler Leitungsführung (Bestandsleitungen) zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden können, wenn z. B. der bestehende Leitungsgraben wasserführend ist („Dränwirkung“) oder die Sandbettung/Verfüllung infolge von Erwärmung (Fernwärme) keine ausreichende Kurzstandsicherheit mehr aufweist.

Für Grabenverfüllungen sollte der Einbau von Liefermaterial bzw. der Wiedereinbau von Aushubmaterial in umwelthygienischer Hinsicht mit den Genehmigungsbehörden abgestimmt werden.

Es kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass durch mit der Maßnahme verbundene Einflüsse (Einbringen des Verbaus, Baustellenverkehr etc.) Beeinträchtigungen des vorhandenen Gebäudebestandes ggf. im Bereich der Höhenstraße, von naheliegenden Versorgungsleitungen, der Grundstückseinfriedungen oder Straßenverkehrseinrichtungen entstehen. Ob daraus Schäden an den tangierenden Gebäuden/Einrichtungen entstehen können, ist von einer Vielzahl von Umständen (Bausubstanz, Gründung, jeweilige Baumaßnahme etc.) abhängig und kann zum jetzigen Zeitpunkt pauschal nicht beurteilt werden. Ungerechtfertigten Schadensersatzansprüchen kann jedoch durch eine im Vorfeld durchzuführende Beweissicherung (Fassadenbeweissicherung) vorgebeugt werden, was wir aufgrund einschlägiger Erfahrung im vorliegenden Falle dringend empfehlen.

11. VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER

Die im Projektgebiet anstehenden Lößlehme sowie die Zersatz- und Verwitterungsböden sind erfahrungsgemäß nur (sehr) gering wasserdurchlässig (Größenordnung $k_f \approx 1 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $k_f \approx 1 \cdot 10^{-8}$ m/s). Für **Versickerungsanlagen** zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser kommen sie daher nach den üblichen Regelwerken (u. a. Arbeitsblatt DWA-A 138-1 ([9.a]), Merkblatt DWA-M 153 ([9.b])) nicht in Frage.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser wird daher am Standort nicht zu realisieren sein. Die anfallenden Wässer sind geordnet abzuleiten.



12. SCHLUSSBEMERKUNG

Die Stadt Bad Camberg plant die Erschließung des Wohngebietes Kachel im Ortsteil Würges in Bad Camberg. Anhand durchgeführter Bohrungen sowie chemischer und bodenphysikalischer Analysen werden im vorliegenden Bericht die Boden- und Grundwasserverhältnisse beschrieben, dargestellt und bewertet.

Es werden Hinweise und Empfehlungen zum Straßen- und Kanalbau sowie zur Planung und Ausführung der Baumaßnahmen ausgesprochen. Ebenso werden Angaben zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes gegeben.

Die abfalltechnische Situation des aushubrelevanten Materials (Tragschichten, Auffüllungen, natürlich anstehende Böden) wird anhand orientierender Untersuchungen bewertet. Es werden Hinweise zur Einstufung und Entsorgung der anfallenden Ausbaumaterialien gegeben.

Auf der Basis der vorliegenden Untersuchungen und Empfehlungen können zunächst die weiteren Planungsarbeiten fortgesetzt werden. Soweit derzeit noch detailliertere Angaben aus geotechnischer/ abfalltechnischer Sicht erforderlich sind, bitten wir um entsprechende Rücksprache.

Es wird empfohlen, die Baumaßnahme fachtechnisch durch den Fachgutachter begleiten zu lassen. Eine Überwachung der Erd- und ggf. Verbauarbeiten sowie eine Überprüfung der Grundwasser- und Bodenverhältnisse ist ebenfalls anzuraten.

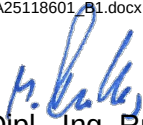
Da im Rahmen der Baugrunderkundung nur punktuelle Bodenaufschlüsse angelegt werden können, sind Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und Schichtenbildung zwischen den Aufschlusspunkten nicht auszuschließen.

Das vorliegende Gutachten besitzt nur für das beschriebene Bauvorhaben bzw. den beschriebenen Vorgang sowie in seiner Gesamtheit Gültigkeit. Gegenüber Dritten besteht Haftungsausschluss.

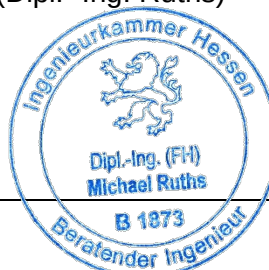
Oberursel, 12. August 2025

Dr. Hug Geoconsult GmbH

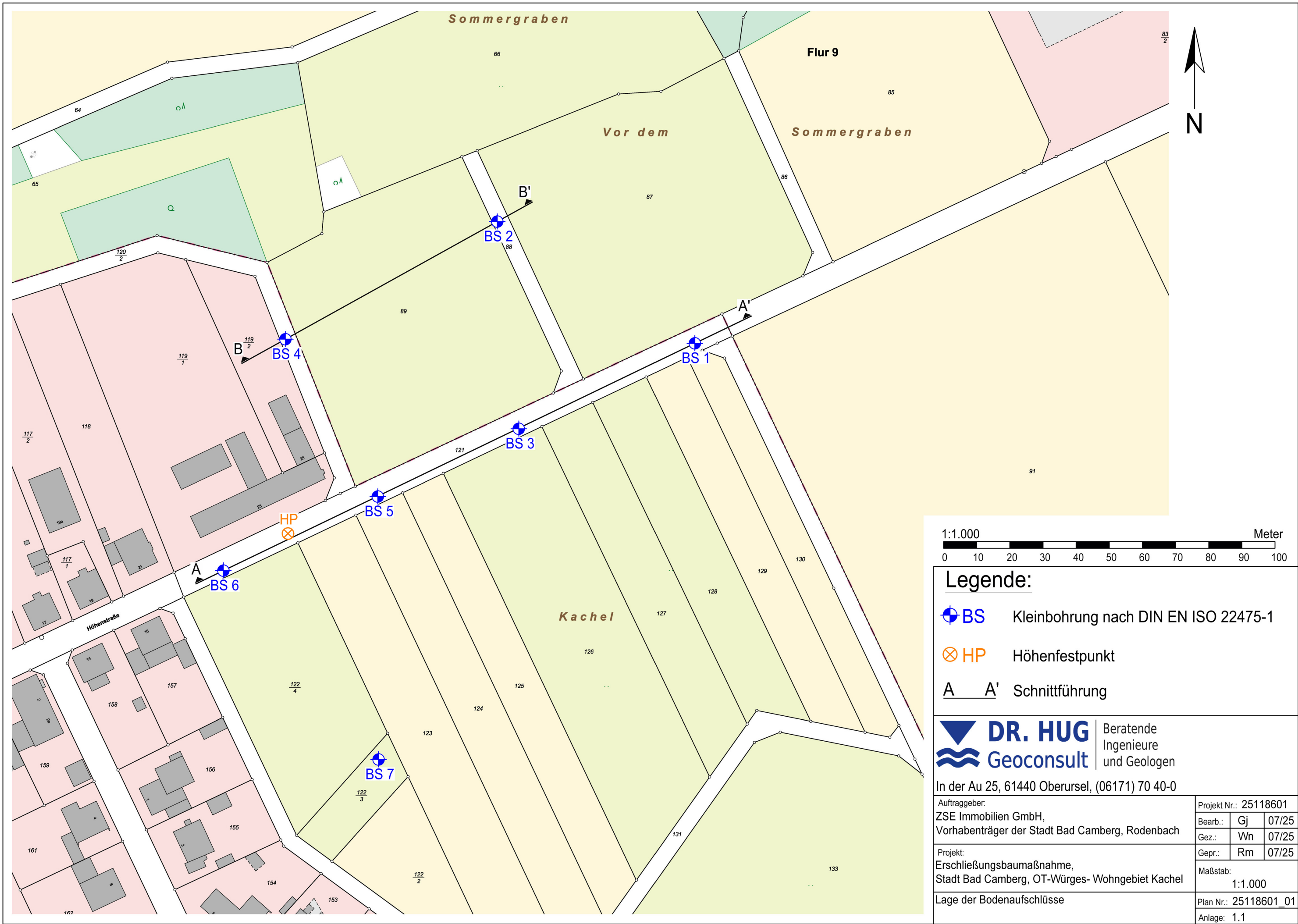
T:\2c_Projekte\2025\25118600\04-Gutachten_Planung\Geotechnik\GA25118601_B1.docx

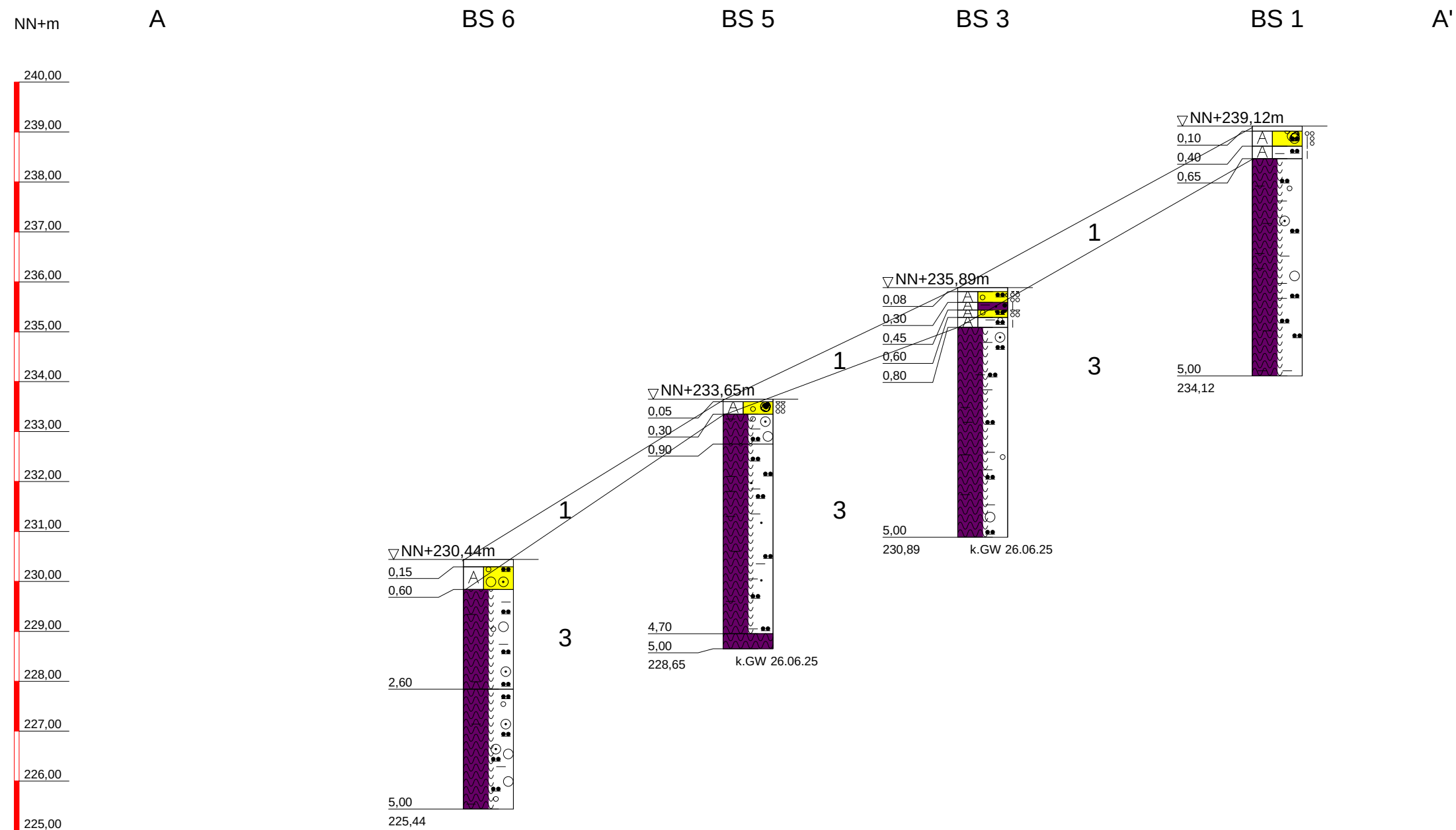

(Dipl.-Ing. Ruths)


(M.Sc. Gumbert)



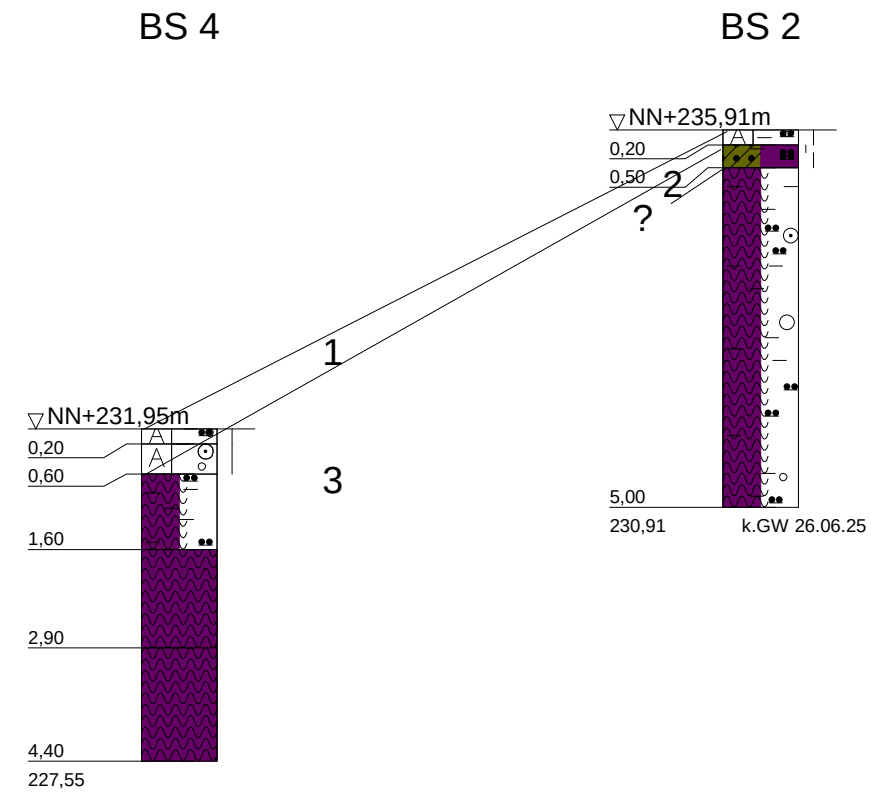
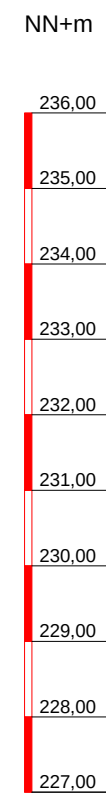
ANLAGE 1





- 1 Oberflächenbefestigungen/ Künstliche Auffüllungen
- 2 Lößlehme (Quartär)
- 3 Tonschiefer, zersetzt bis verwittert (Devon)

— interpolierter Schichtverlauf
(Abweichungen zwischen den Bohrprofilen sind möglich)



- 1 Oberflächenbefestigungen/ Künstliche Auffüllungen
- 2 Lösslehme (Quartär)
- 3 Tonschiefer, zersetzt bis verwittert (Devon)

—— interpolierter Schichtverlauf
(Abweichungen zwischen den Bohrprofilen sind möglich)

ANLAGE 2

ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

	SCH	Schurf
	B	Bohrung
	BK	Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
	BP	Bohrung mit Gewinnung nicht gekernter Proben
	BuP	Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
	DPL	Rammsondierung leichte Sonde ISO 22476-2
	DPM	Rammsondierung mittelschwere Sonde ISO 22476-2
	DPH	Rammsondierung schwere Sonde ISO 22476-2
	BS	Sondierbohrung
	CPT	Drucksondierung nach DIN 4094-2
	RKS	Rammkernsondierung
	GWM	Grundwassermeßstelle

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

	Proben-Güteklasse nach DIN EN ISO 22475-1
	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrende
	Ruhewasserstand
	Schichtwasser angebohrt
	Sonderprobe
	Bohrprobe (Eimer 5 l)
	Bohrprobe (Glas 0.7l)
	kein Grundwasser
	Verwachsene Bohrkernprobe

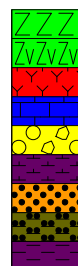
BODENARTEN

Auffüllung		A
Blöcke	mit Blöcken	Y y
Geschiebemergel	mergelig	Mg me
Kies	kiesig	G g
Mudde	organisch	F o
Sand	sandig	S s
Schluff	schluffig	U u
Steine	steinig	X x
Ton	tonig	T t
Torf	humos	H h



FELSARTEN

Fels	Z
Fels, verwittert	Zv
Granit	Gr
Kalkstein	Kst
Kongl., Brekzie	Gst
Mergelstein	Mst
Sandstein	Sst
Schluffstein	Ust
Tonstein	Tst



KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

NEBENANTEILE

'	schwach (< 15 %)
—	stark (ca. 30-40 %)
"	sehr schwach; = sehr stark

KONSISTENZ

brg		wch	
stf		hfst	
fst			

FEUCHTIGKEIT

f	
klü	
ktü	

RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2

 Tiefe (m)	Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe	leicht	mittelschwer	schwer
	Spitzendurchmesser	3.56 cm	3.56 cm	4.37 cm
	Spitzenquerschnitt	10.00 cm²	10.00 cm²	15.00 cm²
	Gestängedurchmesser	2.20 cm	3.20 cm	3.20 cm
	Rammbärgewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
	Fallhöhe	50.00 cm	50.00 cm	50.00 cm

BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2

 Tiefe (m)	0.35-0.80 13 Schl./30cm	offene Spitze
	5/6/7	
	1.55-2.00 15 Schl./30cm	geschlossene Spitze
	6/7/8	

Planbezeichnung:
Bohrprofile nach DIN 4023

Projekt:
ZSE Immobilien GmbH;
Stadt Bad Camberg,
OT Würges-Wohngebiet Kachel

Anlage-Nr: 2

Maßstab: 1:50

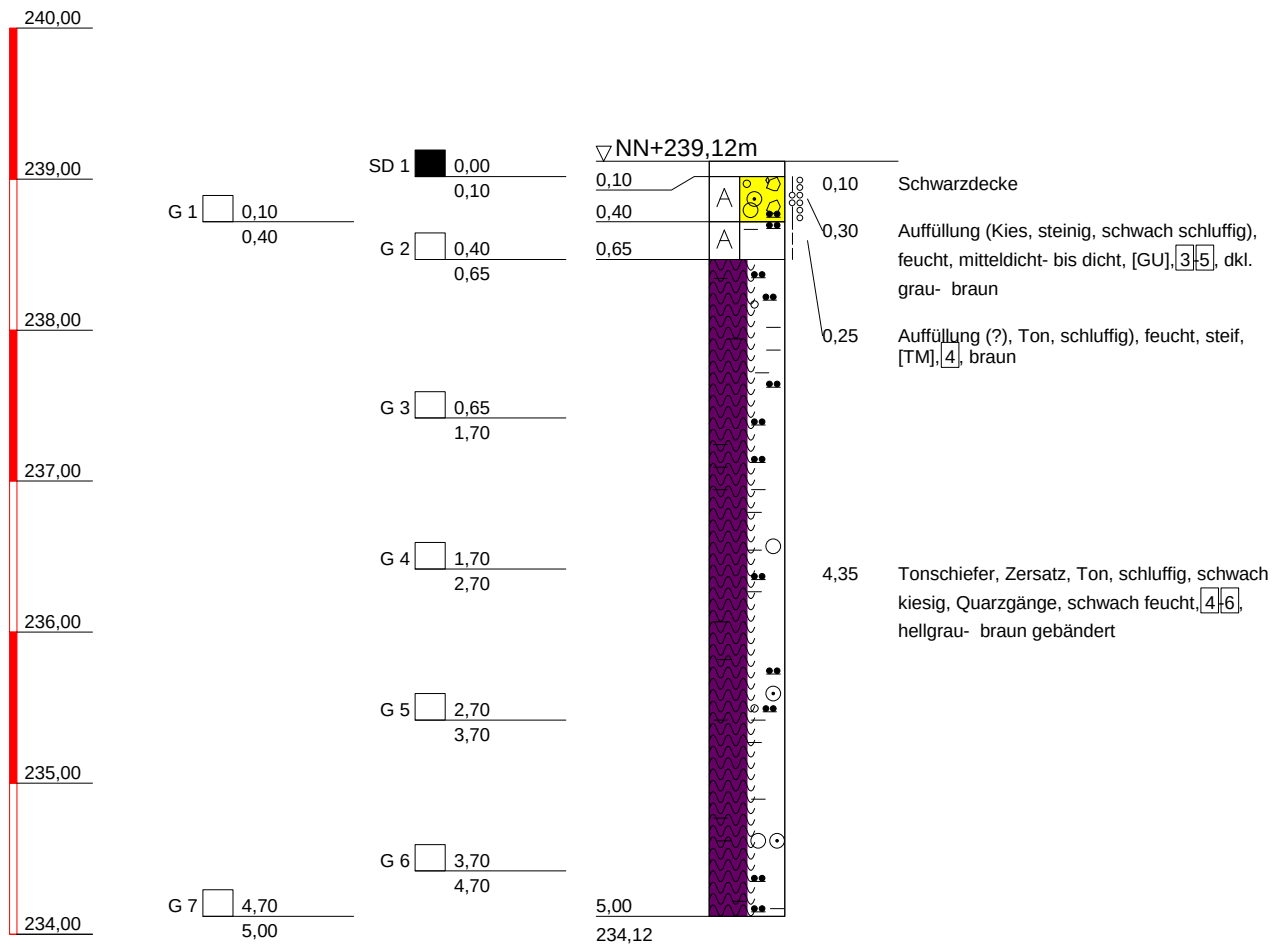


In der Au 25 61440 Oberursel
Tel.: 06171/7040-0 Fax.: 06171/7040-70

Bearbeiter:	gj	Datum:
Gebohrt:	gau	26.06.25
	ks	03.07.25
Gezeichnet:		
Gesehen:		
Projekt-Nr:	25118601	

NN+m

BS 1



Bohrloch nach Bohrende zugefallen bei 4,90 m/trocken



Beratende
Ingenieure
und Geologen

In der Au 25 61440 Oberursel
Tel.: 06171/7040-0 Fax.: 06171/7040-70

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
ZSE Immobilien GmbH;
Stadt Bad Camberg,
OT Würges-Wohngebiet Kachel

Anlage-Nr: 2.1

Projekt-Nr: 25118601

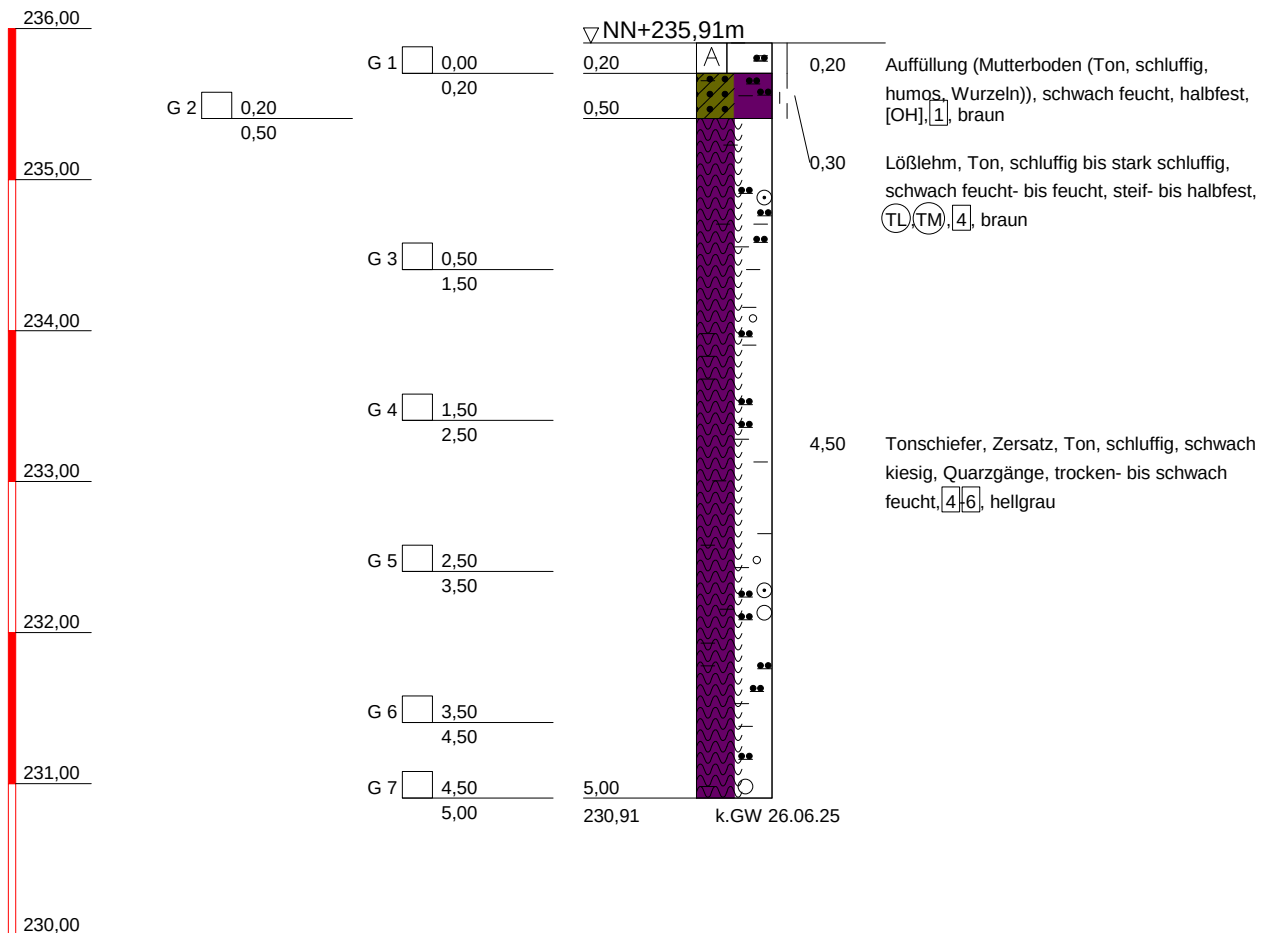
Datum: 26.06.25

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: gj

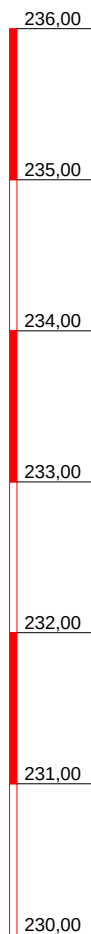
NN+m

BS 2



NN+m

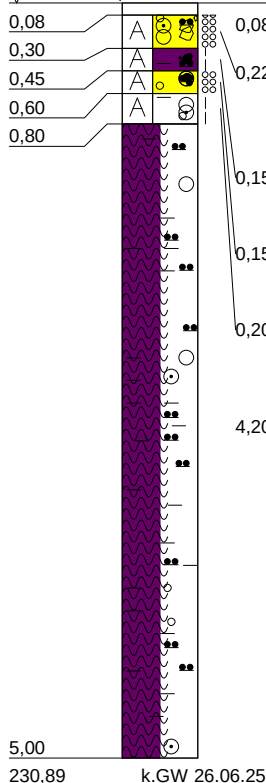
BS 3



G 1	0,08	0,08
G 3	0,30	0,30
	0,45	0,45
	0,60	0,60
		0,80
G 2	0,30	0,30
G 4	0,45	0,45
	0,60	0,60
		0,80
G 5	0,80	0,80
		1,70
G 6	1,70	1,70
		2,70
G 7	2,70	2,70
		3,70
G 8	3,70	3,70
		4,70
G 9	4,70	4,70
		5,00

SD 1 0,00

▽ NN+235,89m



Schwarzdecke

Auffüllung (Kies, schwach steinig, schwach schluffig), schwach feucht, mitteldicht, [GU], [3], dkl.grau- braun

Auffüllung (Ton, schluffig, sandig, Kieslagen), feucht, steif, [TM],[GU], [4],[3], graubraun

Auffüllung (Kies, schwach sandig, schwach schluffig), feucht, mitteldicht, [GU], [3], grau

Auffüllung (?), Ton, kiesig, schluffig), feucht, steif, [TL],[TA], [4],[5], braun

Tonschiefer, Zersatz, Ton, schluffig, schwach kiesig, schwach feucht- bis feucht, [5],[6], hellgrau



In der Au 25 61440 Oberursel
Tel.: 06171/7040-0 Fax.: 06171/7040-70

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
ZSE Immobilien GmbH;
Stadt Bad Camberg,
OT Würges-Wohngebiet Kachel

Anlage-Nr: 2.3

Projekt-Nr: 25118601

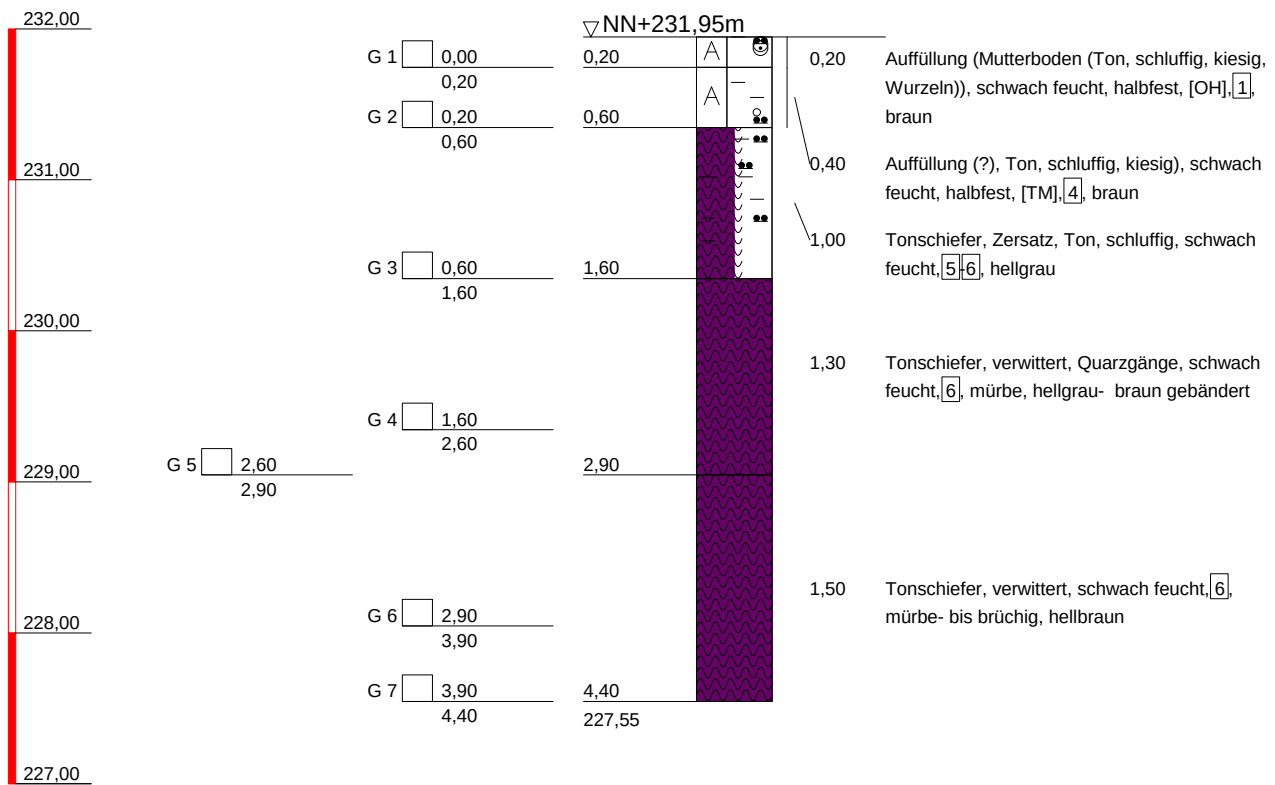
Datum: 26.06.25

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: gj

NN+m

BS 4



In der Au 25 61440 Oberursel
Tel.: 06171/7040-0 Fax.: 06171/7040-70

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
ZSE Immobilien GmbH;
Stadt Bad Camberg,
OT Würges-Wohngebiet Kachel

Anlage-Nr: 2.4

Projekt-Nr: 25118601

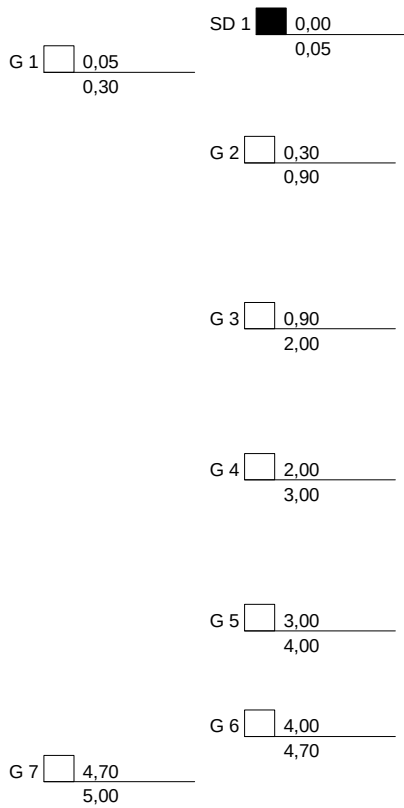
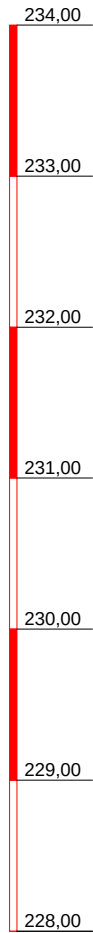
Datum: 26.06.25

Maßstab: 1:50

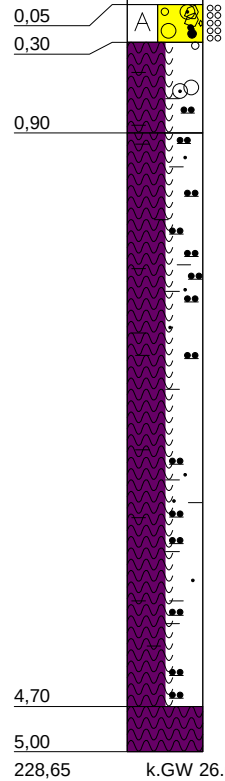
Bearbeiter: gj

NN+m

BS 5



▽ NN+233,65m



- 0,05 Schwarzdecke
- 0,25 Auffüllung (Kies, steinig, schwach sandig), schwach feucht, mitteldicht, [GU], [3], dkl.grau
- 0,60 Tonschiefer, Zersatz, Ton, schluffig, kiesig, schwach feucht, [4], [6], braun
- 3,80 Tonschiefer, Zersatz, Ton, stark schluffig, schwach feinsandig, schwach feucht, [5], [6], hellgrau- braun gebändert
- 0,30 Tonschiefer, verwittert, trocken- bis schwach feucht, [6], braun

k.GW 26.06.25



In der Au 25 61440 Oberursel
Tel.: 06171/7040-0 Fax.: 06171/7040-70

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
ZSE Immobilien GmbH;
Stadt Bad Camberg,
OT Würges-Wohngebiet Kachel

Anlage-Nr: 2.5

Projekt-Nr: 25118601

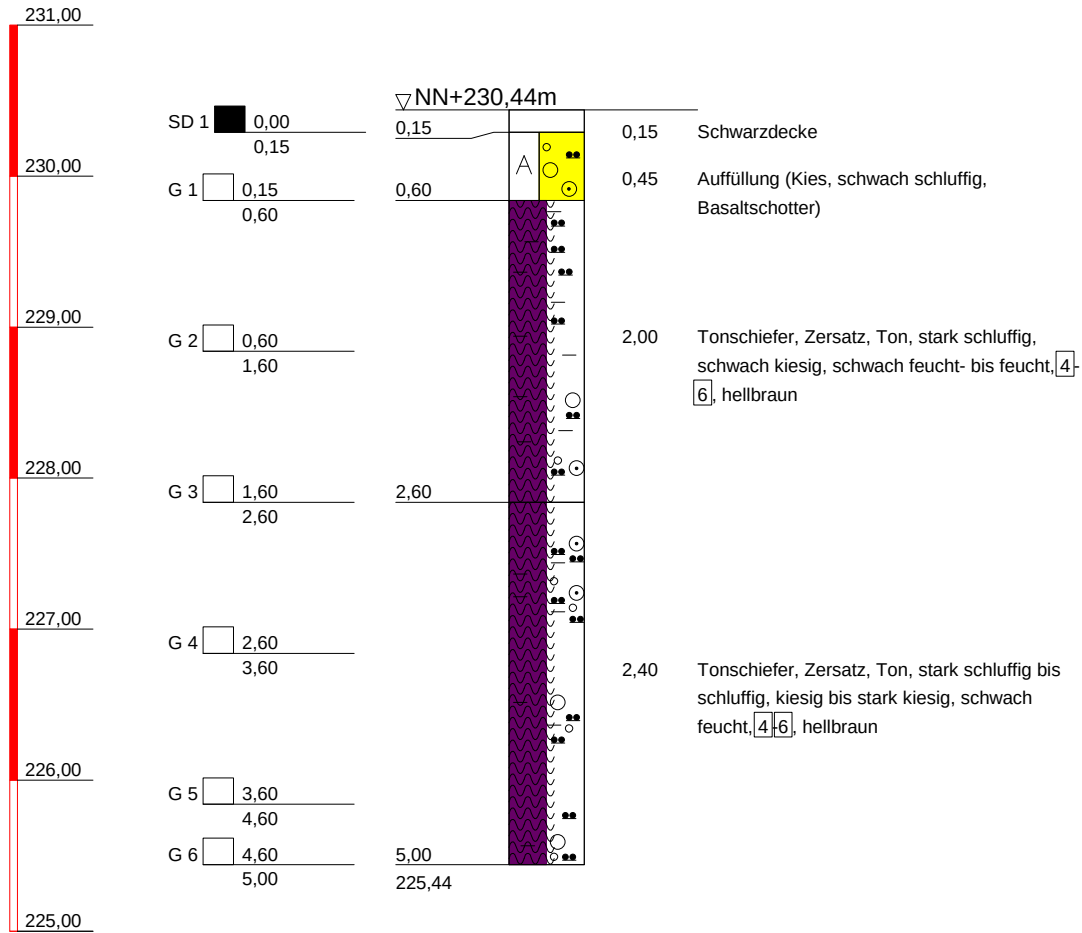
Datum: 26.06.25

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: gj

NN+m

BS 6



Bohrloch nach Bohrende zugefallen bei 4,90 m/trocken



In der Au 25 61440 Oberursel
Tel.: 06171/7040-0 Fax.: 06171/7040-70

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
ZSE Immobilien GmbH;
Stadt Bad Camberg,
OT Würges-Wohngebiet Kachel

Anlage-Nr: 2.6

Projekt-Nr: 25118601

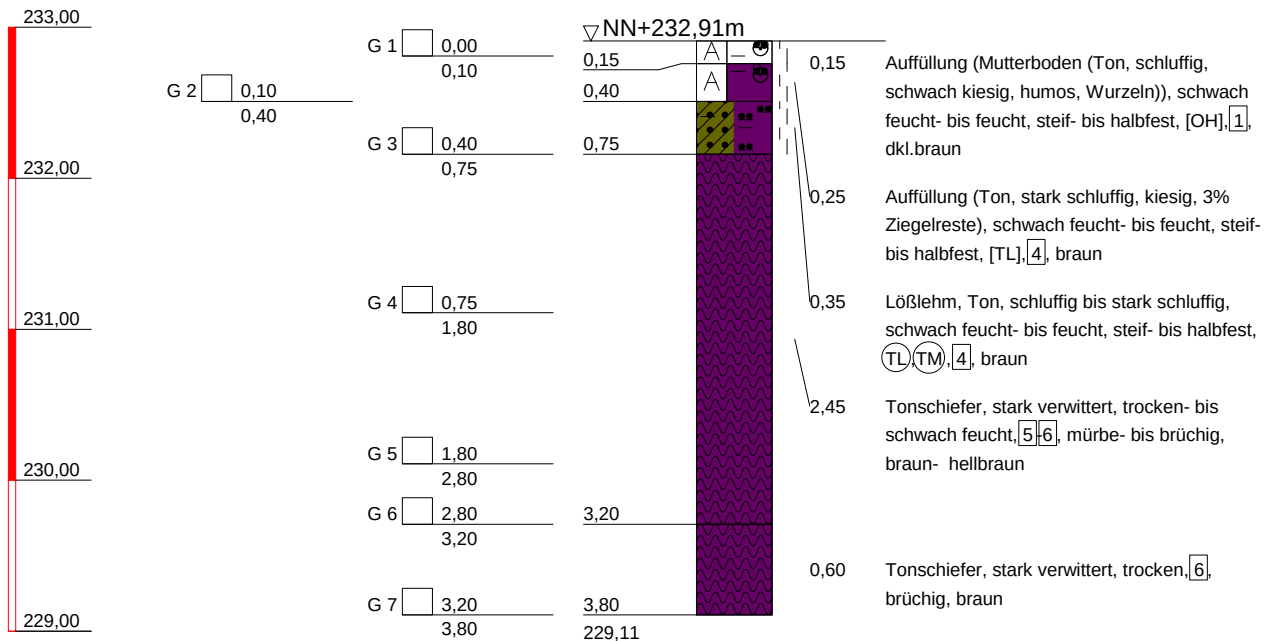
Datum: 26.06.25

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: gj

NN+m

BS 7



kein weiterer Bohrfortschritt möglich
Bohrloch nach Bohrende zugefallen bei 2,90 m/trocken



In der Au 25 61440 Oberursel
Tel.: 06171/7040-0 Fax.: 06171/7040-70

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
ZSE Immobilien GmbH;
Stadt Bad Camberg,
OT Würges-Wohngebiet Kachel

Anlage-Nr: 2.7

Projekt-Nr: 25118601

Datum: 26.06.25

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: gj

Anlage 3

Name des Unternehmens: Dr. Hug Geoconsult GmbH			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Name des Auftraggebers: ZSE Immobilien GmbH						
Bohrverfahren: Datum:					Aufschluss: BS 1	
Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Projekt-Nr.: 25118601			
Projektbezeichnung: Stadt Bad Camberg,			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,10	Schwarzdecke				SD 1 1 0,00 - 0,10	
0,40	Auffüllung (Kies, steinig, schwach schluffig)	dkl.grau- braun	mitteldicht- bis dicht, [GU], 3-5		G 1 2 0,10 - 0,40	feucht
0,65	Auffüllung (?), Ton, schluffig)	braun	steif, [TM], 4		G 2 3 0,40 - 0,65	feucht
5,00	Devon, Tonschiefer, Zersatz, Ton, schluffig, schwach kiesig, Quarzgänge	hellgrau- braun gebändert	4-6		G 3 4 0,65 - 1,70 G 4 5 1,70 - 2,70 G 5 6 2,70 - 3,70 G 6 7 3,70 - 4,70 G 7 8 4,70 - 5,00	schwach feucht

Name des Unternehmens: Dr. Hug Geoconsult GmbH Name des Auftraggebers: ZSE Immobilien GmbH Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Aufschluss: BS 2						
Projekt-Nr.: 25118601						
Projektbezeichnung: Stadt Bad Camberg,			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,20	Auffüllung (Mutterboden, Ton, schluffig, humos, Wurzeln)	braun	halbfest, [OH], 1		G 1 1 0,00 - 0,20	schwach feucht
0,50	Quartär, Lößlehm, Ton, schluffig bis stark schluffig	braun	steif- bis halbfest, TL,TM, 4		G 2 2 0,20 - 0,50	schwach feucht- bis feucht
5,00	Devon, Tonschiefer, Zersatz, Ton, schluffig, schwach kiesig, Quarzgänge	hellgrau	4-6		G 3 3 0,50 - 1,50 G 4 4 1,50 - 2,50 G 5 5 2,50 - 3,50 G 6 6 3,50 - 4,50 G 7 7 4,50 - 5,00	trocken- bis schwach feucht

Name des Unternehmens: Dr. Hug Geoconsult GmbH			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Name des Auftraggebers: ZSE Immobilien GmbH					Aufschluss: BS 3	
Bohrverfahren: Datum:					Projekt-Nr.: 25118601	
Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,08	Schwarzdecke				SD 1 1 0,00 - 0,08	
0,30	Auffüllung (Kies, schwach steinig, schwach schluffig)	dkl.grau- braun	mitteldicht, [GU], 3		G 1 2 0,08 - 0,30	schwach feucht
0,45	Auffüllung (Ton, schluffig, sandig, Kieslagen)	graubraun	steif, [TM],[GU], 4-3		G 2 3 0,30 - 0,45	feucht
0,60	Auffüllung (Kies, schwach sandig, schwach schluffig)	grau	mitteldicht, [GU], 3		G 3 4 0,45 - 0,60	feucht
0,80	Auffüllung (?), Ton, kiesig, schluffig)	braun	steif, [TL],[TA], 4-5		G 4 5 0,60 - 0,80	feucht
5,00	Devon, Tonschiefer, Zersatz, Ton, schluffig, schwach kiesig	hellgrau	5-6		G 5 6 0,80 - 1,70 G 6 7 1,70 - 2,70 G 7 8 2,70 - 3,70 G 8 9 3,70 - 4,70	schwach feucht- bis feucht

Aufschluß BS 3		Projektnummer 25118601		Dr. Hug Geoconsult GmbH		Seite 3
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
					G 9 10 4,70 - 5,00	

Name des Unternehmens: Dr. Hug Geoconsult GmbH Name des Auftraggebers: ZSE Immobilien GmbH Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
					Aufschluss: BS 4	
Projektbezeichnung: Stadt Bad Camberg,					Projekt-Nr.: 25118601	
			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,20	Auffüllung (Mutterboden, Ton, schluffig, kiesig, Wurzeln)	braun	halbfest, [OH], 1		G 1 1 0,00 - 0,20	schwach feucht
0,60	Auffüllung (?), Ton, schluffig, kiesig)	braun	halbfest, [TM], 4		G 2 2 0,20 - 0,60	schwach feucht
1,60	Devon, Tonschiefer, Zersatz, Ton, schluffig	hellgrau	5-6		G 3 3 0,60 - 1,60	schwach feucht
2,90	Devon, Tonschiefer, verwittert, Quarzgänge	hellgrau-braun gebändert	6, mürbe		G 4 4 1,60 - 2,60 G 5 5 2,60 - 2,90	schwach feucht
4,40	Devon, Tonschiefer, verwittert	hellbraun	6, mürbe- bis brüchig		G 6 6 2,90 - 3,90 G 7 7 3,90 - 4,40	schwach feucht

Name des Unternehmens: Dr. Hug Geoconsult GmbH			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Name des Auftraggebers: ZSE Immobilien GmbH					Aufschluss: BS 5	
Bohrverfahren: Datum:					Projekt-Nr.: 25118601	
Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,05	Schwarzdecke				SD 1 1 0,00 - 0,05	
0,30	Auffüllung (Kies, steinig, schwach sandig)	dkl.grau	mitteldicht, [GU], 3		G 1 2 0,05 - 0,30	schwach feucht
0,90	Devon, Tonschiefer, Zersatz, Ton, schluffig, kiesig	braun	4-6		G 2 3 0,30 - 0,90	schwach feucht
4,70	Devon, Tonschiefer, Zersatz, Ton, stark schluffig, schwach feinsandig	hellgrau- braun gebändert	5-6		G 3 4 0,90 - 2,00 G 4 5 2,00 - 3,00 G 5 6 3,00 - 4,00 G 6 7 4,00 - 4,70	schwach feucht
5,00	Devon, Tonschiefer, verwittert	braun	6		G 7 8 4,70 - 5,00	trocken- bis schwach feucht

Name des Unternehmens: Dr. Hug Geoconsult GmbH Name des Auftraggebers: ZSE Immobilien GmbH Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Aufschluss: BS 6						
Projekt-Nr.: 25118601						
Projektbezeichnung: Stadt Bad Camberg,			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,15	Schwarzdecke				SD 1 1 0,00 - 0,15	
0,60	Auffüllung (Kies, schwach schluffig, Basaltschotter)				G 1 2 0,15 - 0,60	
2,60	Devon, Tonschiefer, Zersatz, Ton, stark schluffig, schwach kiesig	hellbraun	4-6		G 2 3 0,60 - 1,60 G 3 4 1,60 - 2,60	schwach feucht- bis feucht
5,00	Devon, Tonschiefer, Zersatz, Ton, stark schluffig bis schluffig, kiesig bis stark kiesig	hellbraun	4-6		G 4 5 2,60 - 3,60 G 5 6 3,60 - 4,60 G 6 7 4,60 - 5,00	schwach feucht

Name des Unternehmens: Dr. Hug Geoconsult GmbH			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Name des Auftraggebers: ZSE Immobilien GmbH					Aufschluss: BS 7	
Bohrverfahren: Datum:					Projekt-Nr.: 25118601	
Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,15	Auffüllung (Mutterboden, Ton, schluffig, schwach kiesig, humos, Wurzeln)	dkl.braun	steif- bis halbfest, [OH], 1		G 1 1 0,00 - 0,10	schwach feucht- bis feucht
0,40	Auffüllung (Ton, stark schluffig, kiesig, 3% Ziegelreste)	braun	steif- bis halbfest, [TL], 4		G 2 2 0,10 - 0,40	schwach feucht- bis feucht
0,75	Quartär, Lößlehm, Ton, schluffig bis stark schluffig	braun	steif- bis halbfest, TL,TM, 4		G 3 3 0,40 - 0,75	schwach feucht- bis feucht
3,20	Devon, Tonschiefer, stark verwittert	braun- hellbraun	5-6, mürbe- bis brüchig		G 4 4 0,75 - 1,80 G 5 5 1,80 - 2,80 G 6 6 2,80 - 3,20	trocken- bis schwach feucht
3,80	Devon, Tonschiefer, stark verwittert	braun	6, brüchig		G 7 7 3,20 - 3,80	trocken

Anlage 4

ZuB

INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR ZUSCHLAG- UND
BAUSTOFFTECHNOLOGIE
mbH

PRÜFSTELLE
FÜR ERD- UND STRASSENBAU
anerkannt nach RAP Stra
A1, A3, A4 & F3, F4 & G3, G4

MAX-PLANCK-STRASSE 1
64859 EPPERTSHAUSEN

Tel.: 06071/63 65 865
Fax: 06071/63 65 866
e-mail: info@zubgmbh.de
www.zubgmbh.de

Bodenmechanische Laboruntersuchungen

PB B 1988/2025

gemäß Auftrag vom 24.07.2025

Dr. Hug Geoconsult GmbH
In der Au 25

61440 Oberursel

Bauvorhaben				Stadt Bad Camberg, OT Würges - Wohngebiet „Kachel“ Projekt-Nr.: 25118601
Bohrung	Probe-Nr.:	Tiefe [m] von bis		Untersuchungsumfang
BS 2	G 2	0,20	0,50	Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1 Konsistenzgrenze DIN EN ISO 17892-12
BS 7	G 3	0,40	0,75	Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1 Konsistenzgrenze DIN EN ISO 17892-12
Probeneingang bei der ZuB GmbH: 25.07.2025				

Verteiler: ☒ Auftraggeber per E-Mail

Seiten: 2
Anlagen: 2

ZuB GmbH

Volksbank Darmstadt Mainz eG
IBAN: DE30 5519 0000 0776 5900 10
BIC: MVBMD55XXX

Sitz:

Eppertshausen
HRB 54463
Amtsgericht Darmstadt

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Johannes Kirchberg
Dr.-Ing. Viktor Root

**1. Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1,
Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12**

Proben-Nr.		BS 2 / G 2	BS 7 / G 3
Wassergehalt w_n	[%]	8,9	15,7
Fließgrenze w_L	[%]	34	37
Ausrollgrenze w_P	[%]	20	21
Plastizitätszahl I_P	[%]	14	16
Konsistenzzahl I_c	[--]	1,67	0,85
Bodengruppe nach DIN 18196	[--]	TL - TM	TM

graphische Darstellungen der Plastizitätsdiagramme: siehe Anlagen 1 und 2

ZuB GmbH
Prüfstelle für Erd- und Straßenbau
anerkannt nach RAP Stra für die
Fachgebiete A1, A3 und A4 sowie F3, F4 und G3, G4

Eppertshausen, 01.08.2025

Dipl.-Ing. J. Kirchberg



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 - (nach Casagrande)

Dr. Hug Geoconsult GmbH

Projekt-Nr.: 25118601

Bearbeiter: AS

Datum: 30.07.2025

Prüfungsnummer: 1988-1/25

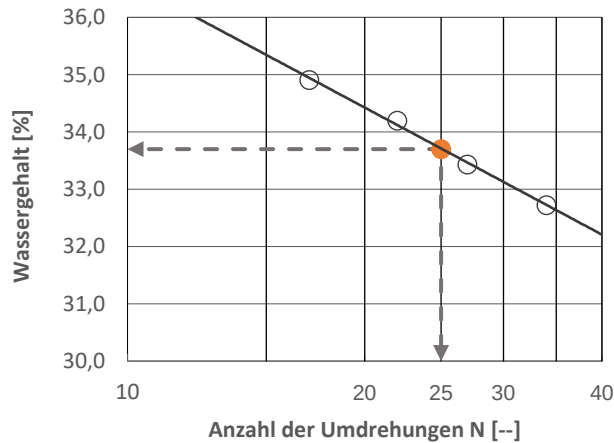
Entnahmestelle: BS 2 / G 2

Tiefe: 0,20 - 0,50 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: saclSi (U, t, s)

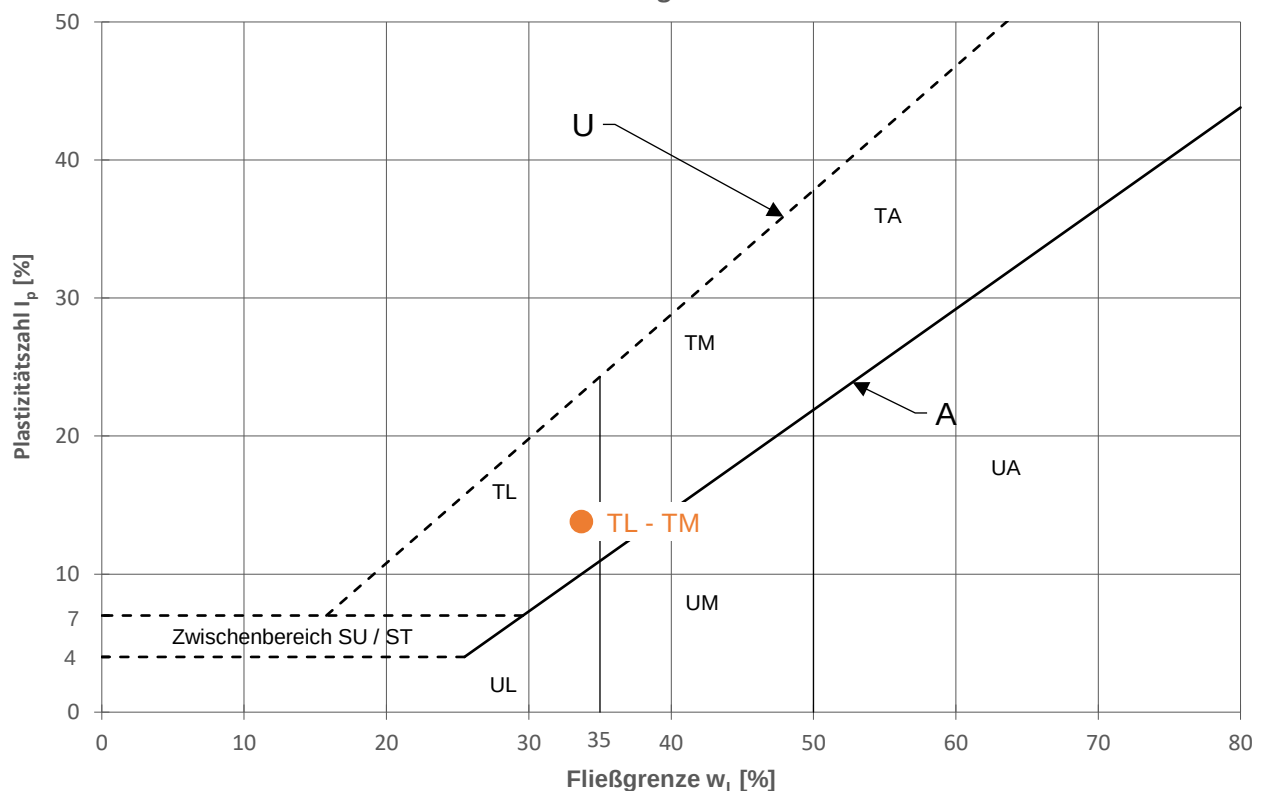
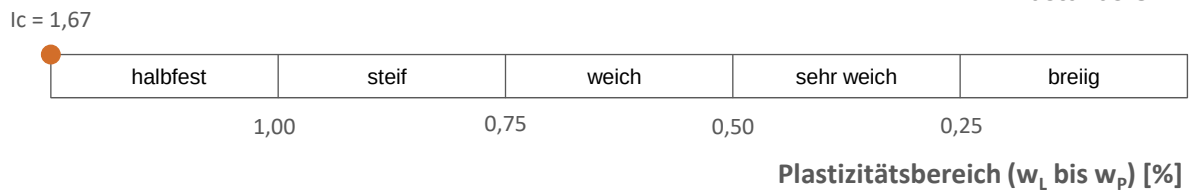
Probe entnommen am: durch AG



Probe nach Nasssiebung geprüft			
Vierpunktversuch mit zunehmendem Wassergehalt			
Wassergehalt	w	[%]	8,9
Fließgrenze	w_L	[%]	34
Ausrollgrenze	w_p	[%]	20
Plastizitätszahl	I_p	[%]	14
Konsistenzzahl	I_c	[--]	1,67
Anteil Boden < 0,4 mm	K	[%]	83,6 *
Wassergehalt < 0,4 mm	$w_{<0,4}$	[%]	10,7

* Bestimmung durch Nasssiebung

Zustandsform





Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 - (nach Casagrande)

Dr. Hug Geoconsult GmbH

Projekt-Nr.: 25118601

Bearbeiter: AS

Datum: 30.07.2025

Prüfungsnummer: 1988-2/25

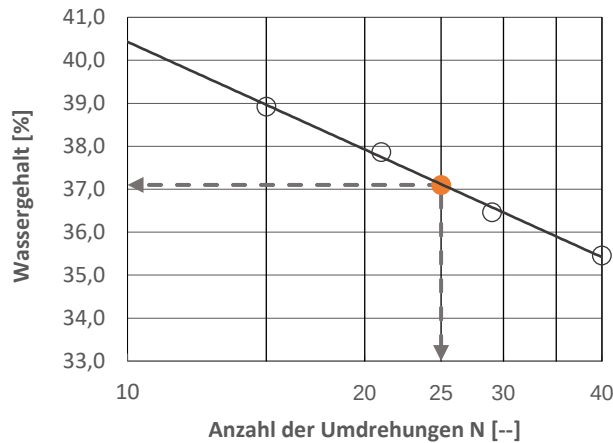
Entnahmestelle: BS 7 / G 3

Tiefe: 0,40 - 0,75 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: grsacSi (U, t, s, g)

Probe entnommen am: durch AG



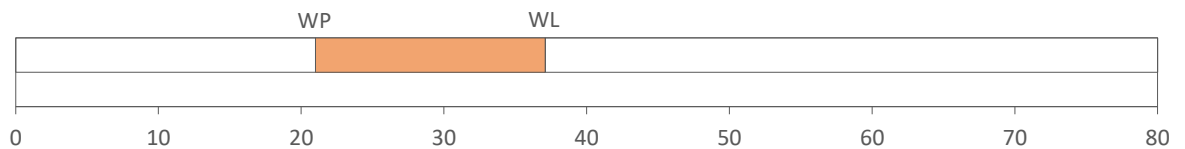
Probe nach Nasssiebung geprüft			
Vierpunktversuch mit zunehmendem Wassergehalt			
Wassergehalt	w	[%]	15,7
Fließgrenze	w _L	[%]	37
Ausrollgrenze	w _P	[%]	21
Plastizitätszahl	I _P	[%]	16
Konsistenzzahl	I _C	[--]	0,85
Anteil Boden < 0,4 mm	K	[%]	66,7 *
Wassergehalt < 0,4 mm	w _{<0,4}	[%]	23,5

* Bestimmung durch Nasssiebung

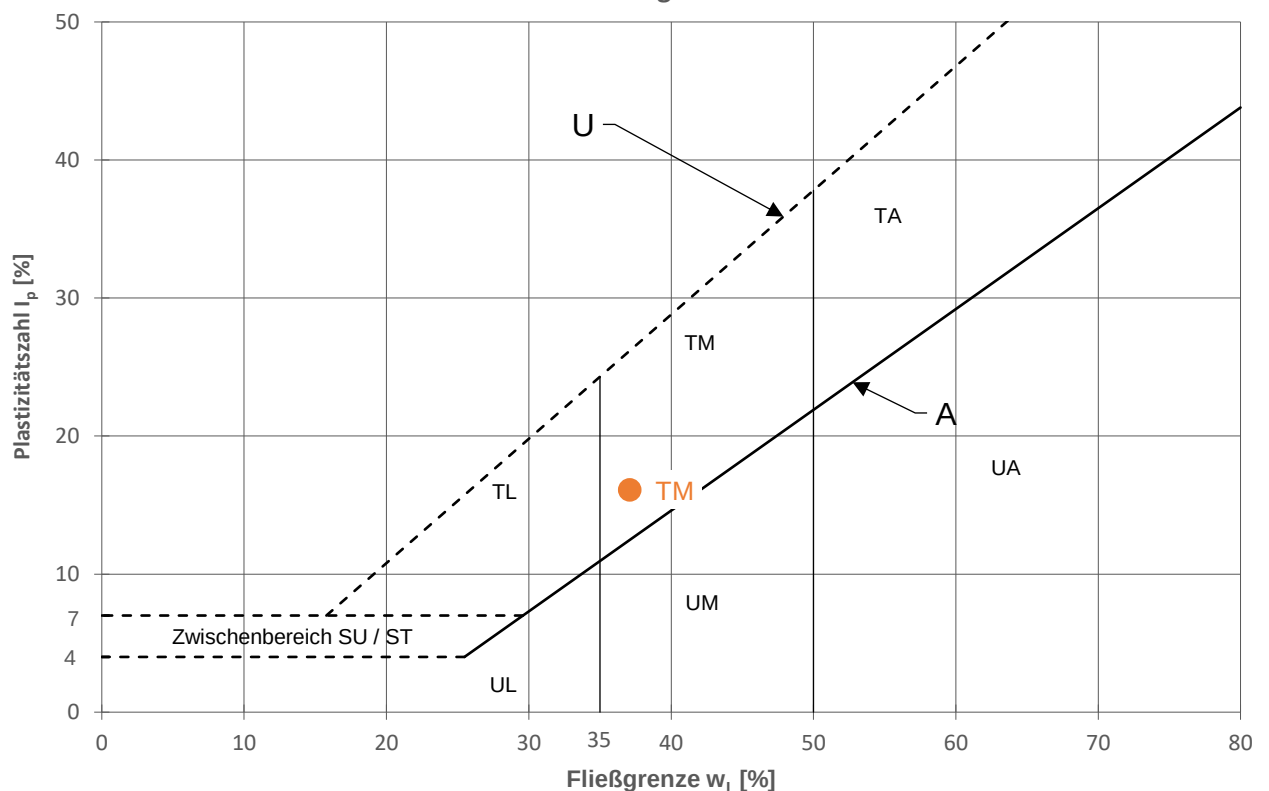
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Anlage 5



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

chemlab GmbH · Wiesenstraße 4 · 64625 Bensheim

Dr. Hug Geoconsult GmbH
Frau Gumbert
In der Au 25
61440 Oberursel

01.08.2025
25074011.2

Untersuchung von Feststoff

Ihr Auftrag vom: 24.07.2025

Projekt: 25118601 - BV Stadt Bad Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"

chemlab
Gesellschaft für Analytik und
Umweltberatung mbH

Wiesenstraße 4
64625 Bensheim
Telefon (0 62 51) 84 11 - 0
Telefax (0 62 51) 84 11 - 40
info@chemlab-gmbh.de
www.chemlab-gmbh.de

PRÜFBERICHT NR:

25074011.2

Untersuchungsgegenstand:

Feststoffproben

Volksbank Darmstadt-Süd Hessen eG
IBAN: DE65 5089 0000 0052 6743 01
BIC: GENODEF1VBD

Bezirkssparkasse Bensheim
IBAN: DE48 5095 0068 0001 0968 33
BIC: HELADEF1BEN

Untersuchungsparameter:

LAGA Tab. II, 1.2-2, 1.2-3

Amtsgericht Darmstadt
HRB 24061
Geschäftsführer:
Harald Störk
Hermann-Josef Winkels

Probeneingang/Probenahme:

Probeneingang: 28.07.2025

Die Probenahme wurde vom Auftraggeber vorgenommen.



Analysenverfahren:

Probenvorbereitung nach DIN 19747:2009-07

Eluaterstellung nach DIN EN 12457-4:2003-01

siehe Analysenbericht

Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium

Zulassung nach der
Trinkwasserverordnung

Messstelle nach § 29b BImSchG

Prüfungszeitraum:

28.07.2025 bis 01.08.2025

Zulassung als staatlich
anerkanntes EKVO-Labor

St.-Nr.: 072 301 3785
USt.-Id.Nr.: DE 111 620 831

Gesamtseitenzahl des Berichts: 5

Auftraggeber:
Projekt:
AG Bearbeiter:
Probeneingang:

Dr. Hug Geoconsult GmbH
25118601 - BV Stadt Bad Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"
Frau Gumbert
28.07.2025



chemlab
Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				25074011.1
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 1
				0,05 - 0,80
Feststoffuntersuchung Parameter nach LAGA Tab. II. 1.2-2				
	Einheit	Verfahren	BG	
pH-Wert bei 20°C		DIN ISO 10390		7,52
EOX	mg/kg	DIN 38414 S17	1	<1
KW-ges. (C10-C40)	mg/kg	KW/04	10	15
BTEX				
Benzol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Toluol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Ethylbenzol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
m/p-Xylol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
o-Xylol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Summe BTEX	mg/kg			
LHKW				
Dichlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Trichlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Tetrachlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Trichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Tetrachlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Summe LHKW	mg/kg			
PAK				
Naphthalin	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	0,14
Acenaphthen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	0,08
Fluoren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	0,22
Phenanthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	3,06
Anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	1,40
Fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	7,64
Pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	5,46
Benzo[a]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	3,73
Chrysen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	3,78
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	4,46
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	2,19
Benzo[a]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	3,21
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	3,82
Dibenz[a,h]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	1,26
Benzo[g,h,i]perylene	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	3,01
Summe PAK, 1-16	mg/kg			43,5
PCB				
PCB 28	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 52	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 101	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 153	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 138	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 180	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
Summe PCB	mg/kg			
Arsen	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,1	6,0
Blei	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	19,4
Cadmium	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,05	0,06
Chrom	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	65,5
Kupfer	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	23,3
Nickel	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	73,9
Quecksilber	mg/kg	DIN EN ISO 12846	0,03	0,09
Zink	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,2	53,3
Thallium	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,2	<0,2
Cyanide ges.	mg/kg	DIN EN ISO 11262	0,2	<0,2

Z-Wert*	LAGA			
	Z 0	Z1.1	Z1.2	Z2
Z0	5,5-8,0	5,5-8,0	5,0-9,0	-
Z0	1	3	10	15
Z0	100	300	500	1000
Z0	<1	1	3	5
Z0	<1	1	3	5
Z0		0,5	1	
>Z1.2		0,5	1	
>Z2	1	5	15	20
Z0	0,02	0,1	0,5	1,0
Z0	20	30	50	150
Z0	100	200	300	1000
Z0	0,6	1	3	10
Z1.1	50	100	200	600
Z0	40	100	200	600
Z1.1	40	100	200	600
Z0	0,3	1	3	10
Z0	120	300	500	1500
Z0	0,5	1	3	10
Z0	1	10	30	100

*: Zuordnungsklassen gemäß LAGA-Merkblatt für mineralischen Aushub, Stand 06.11.1997

Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Bensheim, den 01.08.2025

chemlab GmbH
Dipl.-Ing. Störk
- Laborleiter -

Dr. Störk



Wiesenstraße 4 · 64625 Bensheim
Telefon (0 62 51) 84 11 - 0
Telefax (0 62 51) 84 11 - 40
info@chemlab-gmbh.de
www.chemlab-gmbh.de

Auftraggeber: Dr. Hug Geoconsult GmbH
 Projekt: 25118601 - BV Stadt Bad Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"
 AG Bearbeiter: Frau Gumbert
 Probeneingang: 28.07.2025



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				25074011.1
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 1
				0,05 - 0,80
Eluatanalyse Parameter nach LAGA Tab. II. 1.2-3				
	Einheit	Verfahren	BG	
pH-Wert bei 20°C		DIN 38404 C 5	0,01	7,66
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	DIN EN 27888	0,1	48
Chlorid	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	1	2
Sulfat	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	1	1
Cyanide ges.	µg/l	DIN 38405 D 13-1	3	<3
Phenol-Index	µg/l	DIN 38409 H 16	10	<10
Arsen	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	<1
Blei	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	2	<2
Cadmium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	0,5	<0,5
Chrom	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	2	2
Kupfer	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Nickel	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Quecksilber	µg/l	DIN EN ISO 12846	0,2	<0,2
Zink	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	20	<20
Thallium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	<1

Z-Wert*	LAGA				
	Z 0	Z1.1	Z1.2	Z2	
Z0	6,5-9,0	6,5-9,0	6,0-12	5,5-12	
Z0	500	500	1000	1500	
Z0	10	10	20	30	
Z0	50	50	100	150	
Z0	<10	10	50	100	
Z0	<10	10	50	100	
Z0	10	10	40	60	
Z0	20	40	100	200	
Z0	2	2	5	10	
Z0	15	30	75	150	
Z0	50	50	150	300	
Z0	40	50	150	200	
Z0	0,2	0,2	1,0	2,0	
Z0	100	100	300	600	
Z0	<1	1	3	5	

*: Zuordnungsklassen gemäß LAGA-Merkblatt für mineralischen Aushub, Stand 06.11.1997

Bensheim, den 01.08.2025

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk

- Laborleiter -

Auftraggeber:
Projekt:
AG Bearbeiter:
Probeneingang:

Dr. Hug Geoconsult GmbH
25118601 - BV Stadt Bad Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"
Frau Gumbert
28.07.2025



chemlab
Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				25074011.2
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 2
				0,20 - 4,00
Feststoffuntersuchung Parameter nach LAGA Tab. II. 1.2-2				
	Einheit	Verfahren	BG	
pH-Wert bei 20°C		DIN ISO 10390		7,39
EOX	mg/kg	DIN 38414 S17	1	<1
KW-ges. (C10-C40)	mg/kg	KW/04	10	13
BTEX				
Benzol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Toluol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Ethylbenzol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
m/p-Xylol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
o-Xylol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Summe BTEX	mg/kg			
LHKW				
Dichlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Trichlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Tetrachlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Trichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Tetrachlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Summe LHKW	mg/kg			
PAK				
Naphthalin	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Acenaphthen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Fluoren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Phenanthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Benzo[a]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Chrysen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[a]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Dibenz[a,h]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[g,h,i]perylene	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Summe PAK, 1-16	mg/kg			
PCB				
PCB 28	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 52	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 101	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 153	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 138	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 180	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
Summe PCB	mg/kg			
Arsen	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,1	3,6
Blei	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	13,8
Cadmium	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,05	<0,05
Chrom	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	29,3
Kupfer	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	7,8
Nickel	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	25,2
Quecksilber	mg/kg	DIN EN ISO 12846	0,03	<0,03
Zink	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,2	31,9
Thallium	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,2	<0,2
Cyanide ges.	mg/kg	DIN EN ISO 11262	0,2	<0,2

Z-Wert*	LAGA			
	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Z0		5,5-8,0	5,0-9,0	-
Z0	1	3	10	15
Z0	100	300	500	1000
Z0	<1	1	3	5
Z0	<1	1	3	5
Z0		0,5	1	
Z0		0,5	1	
Z0	1	5	15	20
Z0	0,02	0,1	0,5	1,0
Z0	20	30	50	150
Z0	100	200	300	1000
Z0	0,6	1	3	10
Z0	50	100	200	600
Z0	40	100	200	600
Z0	40	100	200	600
Z0	0,3	1	3	10
Z0	120	300	500	1500
Z0	0,5	1	3	10
Z0	1	10	30	100

*: Zuordnungsklassen gemäß LAGA-Merkblatt für mineralischen Aushub, Stand 06.11.1997

Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Bensheim, den 01.08.2025

chemlab GmbH
Dipl.-Ing. Störk
- Laborleiter -

Dr. Störk



Wiesenstraße 4 · 64625 Bensheim
Telefon (0 62 51) 84 11 - 0
Telefax (0 62 51) 84 11 - 40
info@chemlab-gmbh.de
www.chemlab-gmbh.de

Auftraggeber: Dr. Hug Geoconsult GmbH
 Projekt: 25118601 - BV Stadt Bad Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"
 AG Bearbeiter: Frau Gumbert
 Probeneingang: 28.07.2025



chemlab
 Gesellschaft für Analytik
 und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				25074011.2
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 2
				0,20 - 4,00
Eluatanalyse Parameter nach LAGA Tab. II. 1.2-3				
	Einheit	Verfahren	BG	
pH-Wert bei 20°C		DIN 38404 C 5	0,01	7,69
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	DIN EN 27888	0,1	29
Chlorid	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	1	2
Sulfat	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	1	<1
Cyanide ges.	µg/l	DIN 38405 D 13-1	3	<3
Phenol-Index	µg/l	DIN 38409 H 16	10	<10
Arsen	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	<1
Blei	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	2	<2
Cadmium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	0,5	<0,5
Chrom	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	2	<2
Kupfer	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Nickel	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Quecksilber	µg/l	DIN EN ISO 12846	0,2	<0,2
Zink	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	20	<20
Thallium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	<1

Z-Wert*	LAGA				
	Z 0	Z1.1	Z1.2	Z2	
Z0	6,5-9,0	6,5-9,0	6,0-12	5,5-12	
Z0	500	500	1000	1500	
Z0	10	10	20	30	
Z0	50	50	100	150	
Z0	<10	10	50	100	
Z0	<10	10	50	100	
Z0	10	10	40	60	
Z0	20	40	100	200	
Z0	2	2	5	10	
Z0	15	30	75	150	
Z0	50	50	150	300	
Z0	40	50	150	200	
Z0	0,2	0,2	1,0	2,0	
Z0	100	100	300	600	
Z0	<1	1	3	5	

*: Zuordnungsklassen gemäß LAGA-Merkblatt für mineralischen Aushub, Stand 06.11.1997

Bensheim, den 01.08.2025

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk

- Laborleiter -

Probenvorbereitungsprotokoll nach DIN 19747 **Deponieverordnung**

Datum: 14.10.2019

Seite: 1 von 1



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH**Probeneingang:**

Analysenummer:	25074011.1		
Probenbezeichnung:	MP 1 0,05 - 0,80		
Projekt:	25118601 - BV Stadt Bad Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"		
Probenannahmedatum:	28.07.2025	Uhrzeit:	vormittags
Probenart:	LEHM ,STEINE	Probenmenge: 2,07kg	
Probengefäß:	Eimer ☒ Glas: ☐ Flasche ☐ Headspace: ☐ PE: ☐ sonstiges: ☐ Tüte: ☐		
Transportbedingungen:	gekühlt ☒	gefroren: ☐	sonstiges:
ordnungsgem. Anlieferung:	ja: ☒	nein: ☐	wenn nein, warum?

Probenvorbereitung:

spezielle Aussonderung:	ja: ☐	nein: ☒	wenn ja, was ausgesondert?
Zerkleinerung:	von Hand ☐	Brechen: ☒	sonstiges:
zerkleinerte Menge:	kg		Gesamte Probe: ☒
Siebung:	ja: ☐	nein: ☒	2 mm
Teilung/Homogenisierung:	Kegeln und Viertel ☒	fraktioniertes Teilen: ☐	sonstiges:
Anzahl der Proben:	1		
Rückstellproben:	1		

Probenaufbereitung:

Untersuchungsspezifische Trocknung der Proben:	Lufttrocknung ☐	Trocknung bei 105 °C: ☒	sonstiges:
Untersuchungsspezifische Zerkleinerung der Proben:	gemahlen (250µm) Kontrollsiebung durchgeführt		

Bemerkung:

--

 W. Ratajczak
 Sachbearbeiter

28.07.2025

Datum, Unterschrift

Probenvorbereitungsprotokoll nach DIN 19747
Deponieverordnung

Datum: 14.10.2019

Seite: 1 von 1

**chemlab**Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH**Probeneingang:**

Analysenummer:	25074011.2		
Probenbezeichnung:	MP 2 0,20 - 4,00		
Projekt:	25118601 - BV Stadt Bad Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"		
Probenannahmedatum:	28.07.2025	Uhrzeit:	vormittags
Probenart:	SCHLUFF		Probenmenge: 5,60kg
Probengefäß:	Eimer ☒ Glas: ☐ Flasche ☐ Headspace: ☐ PE: ☐ sonstiges: ☐ Tüte: ☐		
Transportbedingungen:	gekühlt ☒	gefroren: ☐	sonstiges:
ordnungsgem. Anlieferung:	ja: ☒	nein: ☐	wenn nein, warum?

Probenvorbereitung:

spezielle Aussonderung:	ja: ☐	nein: ☒	wenn ja, was ausgesondert?
Zerkleinerung:	von Hand ☐	Brechen: ☒	sonstiges:
zerkleinerte Menge:	kg		Gesamte Probe: ☒
Siebung:	ja: ☐	nein: ☒	2 mm
Teilung/Homogenisierung:	Kegeln und Viertel ☒	fraktioniertes Teilen: ☐	sonstiges:
Anzahl der Proben:	1		
Rückstellproben:	1		

Probenaufbereitung:

Untersuchungsspezifische Trocknung der Proben:	Lufttrocknung ☐	Trocknung bei 105 °C: ☒	sonstiges:
Untersuchungsspezifische Zerkleinerung der Proben:	gemahlen (250µm) Kontrollsiebung durchgeführt		

Bemerkung:

--

D. Heeb
Sachbearbeiter

28.07.2025

Datum, Unterschrift

Ratajczak

Anlage 6



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

chemlab GmbH · Wiesenstraße 4 · 64625 Bensheim

Dr. Hug Geoconsult GmbH
Frau Gumbert
In der Au 25
61440 Oberursel

31.07.2025
25074012.2

Untersuchung von Feststoff

Ihr Auftrag vom: 24.07.2025

Projekt: 25118601 - BV Stadt Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"

chemlab
Gesellschaft für Analytik und
Umweltberatung mbH

Wiesenstraße 4
64625 Bensheim
Telefon (0 62 51) 84 11 - 0
Telefax (0 62 51) 84 11 - 40
info@chemlab-gmbh.de
www.chemlab-gmbh.de

PRÜFBERICHT NR:

25074012.2

Volksbank Darmstadt-Süd Hessen eG
IBAN: DE65 5089 0000 0052 6743 01
BIC: GENODEF1VBD

Untersuchungsgegenstand:

Bodenmaterial¹

Bezirkssparkasse Bensheim
IBAN: DE48 5095 0068 0001 0968 33
BIC: HELADEF1BEN

Untersuchungsparameter:

Ersatzbaustoffverordnung Anlage 1, Tabelle 3 vom 09.07.2021

Amtsgericht Darmstadt
HRB 24061
Geschäftsführer:
Harald Störk
Hermann-Josef Winkels

Probeneingang/Probenahme:

Probeneingang: 28.07.2025

Die Probenahme wurde vom Auftraggeber vorgenommen.



Analysenverfahren:

Probenvorbereitung nach DIN 19747:2009-07

Eluaterstellung gemäß DIN 19529 (2:1)

siehe Analysenbericht

Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium

Zulassung nach der
Trinkwasserverordnung

Messstelle nach § 29b BImSchG

Prüfungszeitraum:

28.07.2025 bis 31.07.2025

Zulassung als staatlich
anerkanntes EKVO-Labor

St.-Nr.: 072 301 3785
USt.-Id.Nr.: DE 111 620 831

Gesamtseitenzahl des Berichts: 5

Dieser Prüfbericht ist nur in Verbindung mit der "Anlage Ersatzbaustoffverordnung" gültig.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchte Probe. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und deren Verwendung zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung. Alle Meßwerte unterliegen einer Meßwertunsicherheit, die bei Bedarf von der Laborleitung erfragt werden kann.

Auftraggeber:
Projekt:
AG Bearbeiter:
Probeneingang:

Dr. Hug Geoconsult GmbH
25118601 - BV Stadt Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"
Frau Gumbert
28.07.2025



Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				25074012.1
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 1
				0,05 - 0,80
Fremdstoffanteil %:				bis 10
Feststoffuntersuchung				
Parameter	Einheit	Verfahren	BG	
EOX ¹¹	mg/kg	DIN 38414 S17:2017-01	1	<1
TOC ⁷	%	DIN EN 15936:2012-11	0,05	0,40
KW-ges. (C10-C40)	mg/kg	DIN ISO 14039:2005-01	10	15
KW (C10-C22)	mg/kg	DIN ISO 14039:2005-01	10	<10
PAK				
Naphthalin	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	0,14
Acenaphthen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	0,08
Fluoren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	0,22
Phenanthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	3,06
Anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	1,40
Fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	7,64
Pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	5,46
Benzo[a]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	3,73
Chrysen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	3,78
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	4,46
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	2,19
Benzo[a]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	3,21
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	3,82
Dibenz[a,h]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	1,26
Benzo[g,h,i]perylene	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	3,01
Summe PAK, 1-16 ¹⁰	mg/kg			43,5
PCB				
PCB 28	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 52	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 101	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 118	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 153	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 138	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 180	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
Summe PCB	mg/kg			
Arsen	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,1	6,0
Blei	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	19,4
Cadmium	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,05	0,06
Chrom	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	65,5
Kupfer	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	23,3
Nickel	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	73,9
Quecksilber	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,03	0,09
Zink	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,2	53,3
Thallium	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,2	<0,2

[illegible]

*: Materialwerte gemäß Anlage 1, Tabelle 3 der Ersatzbaustoffverordnung vom 09.07.2021

Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Bensheim, den 31.07.2025

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk
- Laborleiter -



Wiesenstraße 4 · 64625 Bensheim
Telefon (0 62 51) 84 11-0
Telefax (0 62 51) 84 11-40
info@chemlab-gmbh.de
www.chemlab-gmbh.de

Auftraggeber:
Projekt:
AG Bearbeiter:
Probeneingang:

Dr. Hug Geoconsult GmbH
25118601 - BV Stadt Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"
Frau Gumbert
28.07.2025



Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				25074012.1
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 1
				0,05 - 0,80
Fremdstoffanteil %:				bis 10
Eluatuntersuchung				
	Einheit	Verfahren	BG	
pH-Wert bei 20°C ⁴		DIN EN ISO 10523:2023-04		7,59
elektr. Leitfähigkeit ⁴	µS/cm	DIN EN 27888:1993:11		116
PAK				
Acenaphtylen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Acenaphten	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	0,13
Fluoren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Phenanthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	0,46
Anthracen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	0,15
Fluoranthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	0,68
Pyren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	0,38
Benz(a)anthracen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	0,13
Chrysen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(a)pyren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Dibenz(a,h)anthracen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Summe PAK, 1-15 ⁹	µg/l			1,93
Naphthalin	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
2-Methylnaphthalin	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
1-Methylnaphthalin	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Summe	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09		
PCB				
PCB 28	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 52	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 101	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 118	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 153	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 138	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 180	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
Summe PCB ⁶	µg/l			
Sulfat ⁵	mg/l	DIN EN ISO 10304-1:2009-07	1	6
Arsen	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	1	2
Blei	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	2	<2
Cadmium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	0,5	<0,5
Chrom	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	2	7
Kupfer	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	5	6
Nickel	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	5	<5
Quecksilber ¹²	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	0,1	<0,1
Zink	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	20	<20
Thallium ¹²	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	0,2	<0,2

[illegible]

*: Materialwerte gemäß Anlage 1, Tabelle 3 der Ersatzbaustoffverordnung vom 09.07.2021

³Die in Klammern genannten Wertegelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von $\geq 0,5\%$.

Bensheim, den 31.07.2025

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störl
- Laborleiter -



Wiesenstraße 4 · 64625 Bensheim
Telefon (0 62 51) 84 11-0
Telefax (0 62 51) 84 11-40
info@chemlab-gmbh.de
www.chemlab-gmbh.de

Auftraggeber:
Projekt:
AG Bearbeiter:
Probeneingang:

Dr. Hug Geoconsult GmbH
25118601 - BV Stadt Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"
Frau Gumbert
28.07.2025



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				25074012.2
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 2
				0,20 - 4,00
Fremdstoffanteil %:				bis 10
Feststoffuntersuchung				
Parameter	Einheit	Verfahren	BG	
EOX ¹¹	mg/kg	DIN 38414 S17:2017-01	1	<1
TOC ⁷	%	DIN EN 15936:2012-11	0,05	<0,05
KW-ges. (C10-C40)	mg/kg	DIN ISO 14039:2005-01	10	13
KW (C10-C22)	mg/kg	DIN ISO 14039:2005-01	10	<10
PAK				
Naphthalin	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Acenaphthen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Fluoren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Phenanthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Benzo[a]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Chrysen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[a]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Dibenz[a,h]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[g,h,i]perylene	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Summe PAK, 1-16 ¹⁰	mg/kg			
PCB				
PCB 28	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 52	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 101	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 118	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 153	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 138	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
PCB 180	mg/kg	DIN EN 17322: 2021-03	0,001	<0,001
Summe PCB	mg/kg			
Arsen	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,1	3,6
Blei	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	13,8
Cadmium	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,05	<0,05
Chrom	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	29,3
Kupfer	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	7,8
Nickel	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	25,2
Quecksilber	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,03	<0,03
Zink	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,2	31,9
Thallium	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,2	<0,2

*: Materialwerte gemäß Anlage 1, Tabelle 3 der Ersatzbaustoffverordnung vom 09.07.2021
Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Bensheim, den 31.07.2025

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk
- Laborleiter -

	BM-0 Lehm ²	BM-0* ³	BM- F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
BM-0 Lehm	1	1				
BM-0 Lehm	1	1	5	5	5	5
BM-0*		600	600	600	600	2000
BM-0*		300	300	300	300	1000
BM-0 Lehm	0,3					
BM-0 Lehm	3	6	6	6	9	30
BM-0 Lehm	0,05	0,1				
BM-0 Lehm	20	20	40	40	40	150
BM-0 Lehm	70	140	140	140	140	700
BM-0 Lehm	1	1	2	2	2	10
BM-0 Lehm	60	120	120	120	120	600
BM-0 Lehm	40	80	80	80	80	320
BM-0 Lehm	50	100	100	100	100	350
BM-0 Lehm	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
BM-0 Lehm	150	300	300	300	300	1200
BM-0 Lehm	1	1	2	2	2	7



Anlage Ersatzbaustoffverordnung

Anlage 1, Tabelle 3: Materialwerte für Bodenmaterial¹ und Baggergut

¹ Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Volumenprozent (BM und BG) oder bis zu 50 Volumenprozent (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von § 2 Nummer 8 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung mit nur vernachlässigbarem Anteil an Störstoffen im Sinne von § 2 Nummer 9 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0* und Baggergut der Klasse BG-0* Sand erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 3 Nummer 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.

² Bezieht sich auf BM-0: Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2009 (KA 5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechend der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.

³ Die Eluatwerte in der Spalte 6 sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert nach Spalte 3-5 überschritten wird. Der Eluatwert für PAK und Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK nach Spalte 3-5 überschritten wird. Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von > 0,5%.

⁴ Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

⁵ Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall zu entscheiden.

⁶ Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm, Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.

⁷ Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Der TOC-Gehalt muss nur bei Hinweisen auf erhöhte Gehalte nach den Untersuchungsverfahren in der Anlage 5 bestimmt werden. § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ist entsprechend anzuwenden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.

⁹ PAK₁₅:PAK₁₆ ohne Naphthalin und Methylnaphthalin

¹⁰ PAK₁₆: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoff (PAK) werden nach der Liste der US-amerikanischen Umweltbehörde, Environmental Protection Agency (EPA) 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(g,h,i)perylene, Benzo(k)fluoranthren, Chrysen, Dibenzo(a,h)anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Naphthalin, Penanthren und Pyren.

¹¹ Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.

¹² Bei Quecksilber und Thallium ist für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-FO*/BG-FO*, BM-F1 BG-F-1, BM-F2 / BG-F-2, BM-F-3 / BG-F3 der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0*/BG-0* ist einzuhalten.

Anlage 7

Probenvorbereitungsprotokoll nach DIN 19747 **Deponieverordnung**

Datum: 14.10.2019

Seite: 1 von 1



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH**Probeneingang:**

Analysennummer:	25084095.1		
Probenbezeichnung:	MP 1 0,05 - 0,80		
Projekt:	25118601 - BV Stadt Bad Camberg, OT Würges - Wohngebiet "Kachel"		
Probenannahmedatum:	28.07.2025	Uhrzeit:	vormittags
Probenart:	LEHM ,STEINE	Probenmenge: 2,07kg	
Probengefäß:	Eimer ☒ Glas: ☐ Flasche ☐ Headspace: ☐ PE: ☐ sonstiges: ☐ Tüte: ☐		
Transportbedingungen:	geköhlt ☒	gefroren: ☐	sonstiges:
ordnungsgem. Anlieferung:	ja: ☒	nein: ☐	wenn nein, warum?

Probenvorbereitung:

spezielle Aussonderung:	ja: ☐	nein: ☒	wenn ja, was ausgesondert?
Zerkleinerung:	von Hand ☐	Brechen: ☒	sonstiges:
zerkleinerte Menge:	kg		Gesamte Probe: ☒
Siebung:	ja: ☐	nein: ☒	2 mm
Teilung/Homogenisierung:	Kegeln und Viertel ☒	fraktioniertes Teilen: ☐	sonstiges:
Anzahl der Proben:	1		
Rückstellproben:	1		

Probenaufbereitung:

Untersuchungsspezifische Trocknung der Proben:	Lufttrocknung ☐	Trocknung bei 105 °C: ☒	sonstiges:
Untersuchungsspezifische Zerkleinerung der Proben:	gemahlen (250µm) Kontrollsiebung durchgeführt		

Bemerkung:

--

 N. Storm
 Sachbearbeiter

04.08.2025

Datum, Unterschrift

Ratajczak



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

chemlab GmbH · Wiesenstraße 4 · 64625 Bensheim

Dr. Hug Geoconsult GmbH
Frau Gumbert
In der Au 25
61440 Oberursel

07.08.2025

25084095.1

chemlab
Gesellschaft für Analytik und
Umweltberatung mbH

Wiesenstraße 4
64625 Bensheim
Telefon (0 62 51) 84 11 - 0
Telefax (0 62 51) 84 11 - 40
info@chemlab-gmbh.de
www.chemlab-gmbh.de

Volksbank Darmstadt-Süd Hessen eG
IBAN: DE65 5089 0000 0052 6743 01
BIC: GENODEF1VBD

Bezirkssparkasse Bensheim
IBAN: DE48 5095 0068 0001 0968 33
BIC: HELADEF1BEN

Amtsgericht Darmstadt
HRB 24061
Geschäftsführer:
Harald Störk
Hermann-Josef Winkels



Durch die DAkkS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium

Zulassung nach der
Trinkwasserverordnung

Messstelle nach § 29b BImSchG

Zulassung als staatlich
anerkanntes EKVO-Labor

St.- Nr.: 072 301 3785
USt.-Id.Nr.: DE 111 620 831

Untersuchung von Feststoff

Ihr Auftrag vom: 04.08.2025

Projekt: 25118601 - BV Stadt Bad Camberg, OT Würges -
Wohngebiet "Kachel"

PRÜFBERICHT NR:

25084095.1

Untersuchungsgegenstand:

Feststoffprobe

Untersuchungsparameter:

Ergänzungsparameter von LAGA Boden auf Deponieverordnung

Probeneingang/Probenahme:

Probeneingang: 28.07.2025

Die Probenahme wurde vom Auftraggeber vorgenommen.

Analysenverfahren:

Probenvorbereitung nach DIN 19747:2009-07

Eluaterstellung nach DIN EN 12457-4:2003-01

siehe Analysenbericht

Prüfungszeitraum:

04.08.2025 bis 07.08.2025

Gesamtseitenzahl des Berichts: 2

Auftraggeber:
Projekt:

Dr. Hug Geoconsult GmbH
25118601 - BV Stadt Bad Camberg, OT Würges -
Wohngebiet "Kachel"
Frau Gumbert
28.07.2025

AG Bearbeiter:
Probeneingang:



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				25084095.1
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 1
				0,05 - 0,80
	Einheit	Verfahren	BG	
Feststoffuntersuchung				
Trockensubstanz	%	DIN ISO 11465	0,1	93,3
Glühverlust	%	DIN EN 15169	0,1	2,1
TOC	%	DIN EN 13137	0,05	0,40
Cumol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Styrol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
PCB				
PCB 28	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 52	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 101	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 118	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 153	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 138	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 180	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
Summe (PCB)	mg/kg			
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg	LAGA-Richtlinie EW 98	1	69
Schwerfl. lipophile Stoffe	%	KW/04 (LAGA Richtlinie)	0,005	<0,005
Eluatuntersuchung				
DOC	mg/l	DIN EN 1484	0,5	16,2
Cyanide leichtfreisetzbar	mg/l	DIN 38405-13	0,003	<0,003
Fluorid	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	0,05	0,33
Barium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	10	<10
Molybdän	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	<1
Antimon	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Selen	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen (wasserl. Anteil)	mg/l	DIN 38409-1	1	92

Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Bensheim, den 07.08.2025

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk
- Laborleiter -