

Projekt : Obergasse 23, Usingen
Projekt-Nr. : 2021035

- Geotechnischer Bericht -

Neubau zweier Mehrfamilienhäuser
Obergasse 23, Usingen

Bearbeiter:

Jochen Göttlich, MSc. Geowissenschaften
Projektleiter

Auftraggeber : Prinzenpark Usingen Management GmbH & Co. KG
Hirschgarten 4
63303 Dreieich

Datum : 09.06.2021

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass, Zweck und Auftrag	1
2	Unterlagen	1
3	Vorbemerkungen	3
4	Durchgeführte Untersuchungen	4
5	Erkundung des Baugrundes und Laborergebnisse	5
5.1	Schichtbeschreibung, Homogenbereiche	5
5.2	Chemische Analyse des Untergrundes	7
5.3	Versickerungsversuch.....	9
6	Wasser im Baugrund	10
7	Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung	10
8	Wasserhaltung	13
9	Baugruben	13
10	Geotechnische Eignung der angetroffenen Bodenarten	14
11	Schlussbemerkung	15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterkante Mutterboden (Homogenbereich B1)	5
Tabelle 2: Unterkante und Mächtigkeit Auffüllung, kiesig (Homogenbereich B2).....	6
Tabelle 3: Unterkante und Mächtigkeit Auffüllung, schluffig (Homogenbereich B3).....	6
Tabelle 4: Unterkante und Mächtigkeit Auffüllung, schluffig (Homogenbereich B3).....	6
Tabelle 5: Mittels schwerer Rammsondierung im Schluff ermittelte Schlagzahlen N_{10}	7
Tabelle 6: Unterkante und Mächtigkeit Felsersatz (Homogenbereich B4)	7
Tabelle 7: Übersicht des Untersuchungsumfangs der analysierten Probe.....	8
Tabelle 8: Einstufungen gem. LAGA Boden (Hess. Baumerkblatt).....	8
Tabelle 9: Ermittelter Durchlässigkeitsbeiwert.....	9

Anlagen

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Detallageplan
Anlage 3	Bohrprofile
Anlage 4	Schichtenverzeichnisse
Anlage 5	Rammprofile
Anlage 6	Homogenbereiche
Anlage 7	Bodenkennwerte
Anlage 8	Probenahmeliste
Anlage 9	Befund – Umweltchemische Analyse gem. LAGA Boden (Hess. Baumerkblatt)
Anlage 10	Auswertung – Umweltchemische Analyse gem. LAGA Boden (Hess. Baumerkblatt)
Anlage 11	Versuchsprotokoll - Versickerungsversuch

1 Anlass, Zweck und Auftrag

Die Prinzenpark Usingen Management GmbH & Co. KG, Hirschgarten 4, 63303 Dreieich, plant den Neubau von zwei unterkellerten viergeschossigen Mehrfamilienhäusern auf der Liegenschaft Obergasse 23 in 61250 Usingen.

Am 26.03.2021 wurde die HYDRODATA GmbH von der Prinzenpark Usingen Management GmbH & Co. KG mit einer Baugrunderkundung im Bereich des vorgenannten Projektstandortes und der Anfertigung eines diesbezüglichen Baugrundgutachtens beauftragt. Grundlage der Beauftragung war das Angebot AN202103_074 der HYDRODATA GmbH vom 26.03.2021.

Auftragsgemäß sollte eine baugrundtechnische Bewertung des im Bereich des Projektstandortes vorliegenden Untergrundes inkl. der hierzu notwendigen Erkundungen, Beprobungen und Deklarationsanalysen der im Zuge künftiger Baumaßnahmen potenziell anfallenden Ausbuddöden erfolgen.

2 Unterlagen

Zur Ausarbeitung dieses Gutachtens kamen folgende Unterlagen zur Verwendung (in den jeweils aktuell gültigen Fassungen):

Planunterlagen

- [U1] Geologische Übersichtskarte, Maßstab 1:25.000, Blatt 5617, Usingen.
- [U2] Geoviewer der Bundesanstalt für Bergbau und Rohstoffe (BGR), Hannover, URL: <http://geoviewer.bgr.de/>.
- [U3] Topographische Karte von Hessen, Maßstab 1:25.000, Blatt 5617, Usingen, Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation.
- [U4] Übersichtskarte zur DIN 4149:2005-04, Erdbebenzonen und geologische Untergrundklassen für Hessen, Kartenviewer des Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie, URL: <http://www.atlas.umwelt.hessen.de/atlas/>.
- [U5] Übersichtskarte der Trinkwasserschutzgebiete, Hessen, Kartenviewer des Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie, URL: <http://gruschu.hessen.de/>.
- [U6] Lageplan, Schnitte Wohnbebauung Prinzenpalais, Maßstab 1:100, aufgestellt von Ferdinand Heide Architekt und Planungsgesellschaft, 02.03.2021.
- [U7] Ergebnismitteilung – Bestimmung Durchlässigkeitsbeiwert Obergasse 23, Usingen der HYDRODATA GmbH, vom 03.05.2021

Regelwerke und Normen

- [R1] DIN EN 1997-1:2014-03 (Eurocode 7): Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln.
- [R2] DIN EN 1997-2:2010-10 (Eurocode 7): Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.

- [R3] DIN Taschenbuch 113: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes – Beuth-Verlag, Berlin.
- [R4] DIN EN ISO 22475-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahme-verfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006).
- [R5] DIN EN ISO 14688-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2017).
- [R6] DIN 4023: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen.
- [R7] DIN EN ISO 22476-2: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005 + Amd 1:2011).
- [R8] DIN 4124: Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.
- [R9] DIN 18196: Erd- und Grundbau. Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
- [R10] DIN 18300: VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Erdarbeiten.
- [R11] ZTV-A-StB 12: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [R12] ZTV-E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [R13] ZTV-SoB 2020: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [R14] TL SoB-StB 2020: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [R15] LAGA, 1997: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, -Technische Regeln- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall.
- [R16] LAGA 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, - Technische Regeln, Allgemeiner Teil - Überarbeitung, Länderarbeitsgemeinschaft Abfall.
- [R17] LAGA 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, - Technische Regeln für die Verwertung, Teil II, Bodenmaterial (TR Boden) - Überarbeitung, Länderarbeitsgemeinschaft Abfall.
- [R18] Hessische Regierungspräsidien: Merkblatt Entsorgung von Bauabfällen der hessischen Regierungspräsidien (Abt. Umwelt).

- [R19] Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502) und die dazugehörige Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).
- [R20] LAGA PN 98: Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Länderarbeitsgemeinschaft Abfall.
- [R21] Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV): Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis.
- [R22] Earth manual: 2nd Ed., U.S. Bureau of Reclamation, Engrg. and Res. Ctr., Denver Colorado., U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- [R23] DWA Arbeitsblatt A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser

3 Vorbemerkungen

Das Untersuchungsgebiet liegt auf der Liegenschaft Obergasse 23 (Flur 8, Flurstück 313/4) in 61250 Usingen (**Anlage 1**).

Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten befand sich im Bereich des Projektstandortes ein öffentlicher Parkplatz sowie ein Wohngebäude mit angrenzender Gartenfläche.

Gemäß Geologischer Karte U1] wird der Untergrund im Bereich des Projektstandortes von devonischen, marin abgelagerten Tonschiefern und Sandsteinen gebildet. In der näheren Umgebung treten auch devonische, marin abgelagerte Tonschiefer, Grauwacken und Kalksteine auf.

Das Grundwasser wird im Kluftsystem des anstehenden Festgesteins in Form eines Kluftwasserleiters erwartet. In unregelmäßigen Tiefen ist zusätzlich mit einem Aufstau von Schicht- und Sickerwasser innerhalb der auf dem Festgestein auflagernden Lockersedimente, auch oberhalb des Bemessungswasserstandes zu rechnen.

Das Untersuchungsgebiet liegt gemäß [U5] außerhalb festgesetzter Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich gemäß Bild 6 der RStO 12 [R15] in der Frosteinwirkungszone I, d. h. es ist mit einer Frosteinwirkungstiefe von max. 0,80 m unter Geländeoberkante (u. GOK) zu rechnen.

Gemäß DIN 4149 liegt der Projektstandort in der Erdbebenzone 0 und der geologischen Untergrundklasse R und somit in einem Gebiet mit felsartigem Untergrund. Gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau sind rechnerisch Intensitäten von 6 bis < 6,5 zu erwarten.

Die Baumaßnahme wird in die geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054 eingestuft.

Der Untersuchungsumfang wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt und den örtlichen Gegebenheiten angepasst.

4 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung des Untergrundes wurden von der HYDRODATA GmbH am 19.05. und 21.05.2021 vier Kleinrammbohrungen (KRB 05 bis KRB 08) mit einem Durchmesser von 50 bis 80 mm nach DIN EN ISO 22475-1 sowie zwei schwere Rammsondierungen (DPH 01 und DPH 02, nach DIN EN ISO 22476-2) mit Tiefen von max. 7,0 m u. GOK ausgeführt.

Die Lage der vorgenannten Aufschlüsse geht aus dem Detaillageplan der **Anlage 2** hervor. Als Festpunkt zur Höheneinmessung der Ansatzpunkte diente ein Kanaldeckel im Bereich der Parkplatzzufahrt (Festpunkt = 297,12 m NN, Höhe entnommen aus [U6]). Die Ansatzhöhen sind mit den vorliegenden Planunterlagen zu vergleichen. Die Schichtenprofile gelten ab jeweiliger Geländeoberkante zum Bohrzeitpunkt.

Aus allen in den Kleinrammbohrungen angetroffenen Schichten wurden Bodenproben entnommen und – abgesehen von den einer laboranalytischen und/oder bodenmechanischen Untersuchung zugeführten Proben – als Rückstellproben im Probenarchiv für drei Monate nach Abschluss der Maßnahme eingelagert.

Die Beprobung des Bodens bzw. des Bohrguts wurde nach organoleptischen sowie geologischen Kriterien gemäß DIN EN ISO 22475-1 vorgenommen.

Die geologische Beschreibung des Bodenaufbaus erfolgte nach DIN ISO 22475-1, DIN EN ISO 14688 und 14689. Eine bautechnische Klassifizierung wurde nach DIN 18196 und 18300 vorgenommen.

Aus dem anhand der Aufschlüsse gewonnenen Bodenmaterial wurde auftragsgemäß eine Mischprobe erstellt und deklarationsanalytisch gem. den Parametern der LAGA Boden (Hess. Baumerkblatt) analysiert.

Des Weiteren wurde ein Versickerungsversuch im Bohrloch als sog. „Open-End-Test“ gem. den Vorgaben des USBR durchgeführt.

Die Kleinrammbohrungen und die schwere Rammsondierung wurden als höhengerechte Profile nach DIN 4023 gezeichnet und sind in **Anlage 3** und **Anlage 5** dargestellt. Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen sind nach DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689 und DIN EN ISO 22475 in Schichtenverzeichnissen in der **Anlage 4** eingetragen.

Zusammenfassung der durchgeführten Untersuchungen:

- 4 Kleinrammbohrungen KRB 05 bis KRB 08 mit Tiefen von max. 7,0 m u. GOK
- 2 schwere Rammsondierungen DPH 01 und DPH 02 mit Tiefen von max. 7,0 m u. GOK
- 1 Deklarationsanalyse gem. LAGA Boden (Hess. Baumerkblatt)
- 1 Versickerungsversuch als „Open-End-Test“ gem. USBR
- Darstellung der Bodenschichtung in Profilen und Schichtenverzeichnissen

5 Erkundung des Baugrundes und Laborergebnisse

5.1 Schichtbeschreibung, Homogenbereiche

In den Kleinrammbohrungen wurde entsprechend der geologischen Situation folgender Schichtenaufbau angetroffen (**Anlage 3**):

Schichtenfolge

Schicht 1	Mutterboden	Homogenbereich B1
Schicht 2a	Auffüllung, kiesig	Homogenbereich B2
Schicht 2b	Auffüllung, schluffig	Homogenbereich B3
Schicht 3	Schluff	Homogenbereich B3
Schicht 4	Felszersatz	Homogenbereich B4

Der Schichtenaufbau wurde vom Hangenden ins Liegende ermittelt und der Untergrund näherungsweise in Homogenbereiche untergliedert (**Anlage 6**).

Angaben über die Aufschlusspositionen sowie die Tiefenbereiche, in denen die vorgenannten Schichten angetroffen wurden, sind den jeweiligen Tabellen in den nachfolgenden Schichtbeschreibungen zu entnehmen.

Schicht 1, Mutterboden – Homogenbereich B1

An den in nachfolgender Tabelle aufgeführten Aufschlusspositionen wurde Mutterboden angetroffen. Der Mutterboden kann bodenmechanisch als schwach sandiger und schwach kiesiger bis stark kiesiger Schluff beschrieben werden.

Zum Zeitpunkt der Außenarbeiten wies der Mutterboden – gemäß der manuellen Ansprache am Bohrgut – eine steifplastische Konsistenz auf.

Tabelle 1: Unterkante Mutterboden (Homogenbereich B1)

Aufschlussposition	Unterkante [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]
KRB 07	0,25	0,25
KRB 08	0,10	0,10

Schicht 2a, Auffüllung, kiesig – Homogenbereich B2

An den in nachfolgender Tabelle aufgeführten Aufschlusspositionen wurden kiesige Auffüllungen angetroffen. Die kiesigen Auffüllungen können bodenmechanisch als schwach schluffige und stark sandige Kiese beschrieben werden.

Zum Zeitpunkt der Außenarbeiten lagen die kiesigen Auffüllungen – gemäß der manuellen Ansprache am Bohrgut sowie abgeleitet aus dem Bohrwiderstand – in einer dichten Lagerung vor.

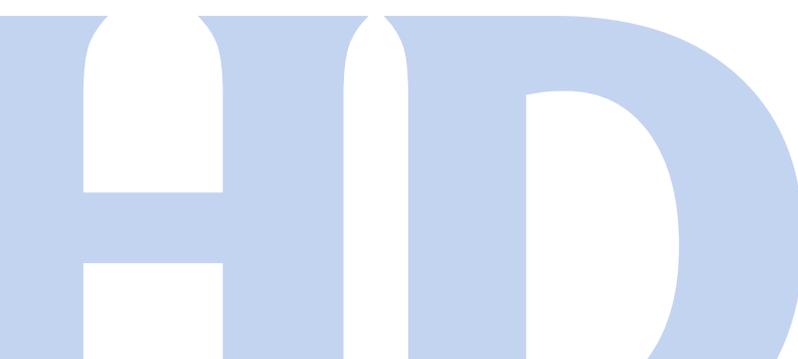


Tabelle 2: Unterkante und Mächtigkeit Auffüllung, kiesig (Homogenbereich B2)

Bohrpunkt	Unterkante [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]
KRB 05	1,00	1,00
KRB 06	1,00	1,00

Schicht 2b, Auffüllung, schluffig – Homogenbereich B3

An den in nachfolgender Tabelle aufgeführten Aufschlusspositionen wurden schluffige Auffüllungen angetroffen. Die schluffigen Auffüllungen können bodenmechanisch als stark sandiger, stark kiesiger und z. T. steiniger Schluff beschrieben werden.

Zum Zeitpunkt der Außenarbeiten wiesen die schluffigen Auffüllungen – gemäß der manuellen Ansprache am Bohrgut – eine steifplastische bzw. halb feste Konsistenz auf.

Tabelle 3: Unterkante und Mächtigkeit Auffüllung, schluffig (Homogenbereich B3)

Bohrpunkt	Unterkante [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]
KRB 05	2,25	1,25
KRB 06	2,00	1,00
KRB 08	> 1,50	> 1,40

Die Erkundungsbohrung KRB 08 musste aufgrund eines Bohrhindernisses trotz mehrmaligem Umsetzens vor Erreichen der geplanten Endteufe innerhalb dieses Schichtgliedes abgebrochen werden.

Schicht 3, Schluff – Homogenbereich B3

An den in nachfolgender Tabelle aufgeführten Aufschlusspositionen wurden natürlich anstehende Schluffe angetroffen. Die schluffigen Auffüllungen können bodenmechanisch als stark sandiger, stark kiesiger und z. T. steiniger Schluff beschrieben werden.

Zum Zeitpunkt der Außenarbeiten wiesen die schluffigen Auffüllungen – gemäß der manuellen Ansprache am Bohrgut – eine steifplastische bzw. halb feste Konsistenz auf.

Tabelle 4: Unterkante und Mächtigkeit Schluff (Homogenbereich B3)

Bohrpunkt	Unterkante [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]
KRB 05	> 7,00	> 4,75
KRB 06	> 7,00	> 5,00
KRB 07	2,00	1,75

In der nachfolgenden Tabelle sind die mittels der schweren Rammsondierungen ermittelten Schlagzahlen N_{10} für den erkundeten Tiefenbereich dargestellt, in dem Schluffe vorgefunden wurden. Zusätzlich sind für die erkundeten Tiefenbereiche die jeweiligen - anhand der ermittelten Schlagzahlen N_{10} abgeleiteten - Lagerungsdichten/Konsistenzen des erörterten Bodenmaterials angegeben.

Tabelle 5: Mittels schwerer Rammsondierung im Schluff ermittelte Schlagzahlen N_{10}

Aufschlussposition	Tiefenbereich [m u. GOK]	Schlagzahlen N_{10}	abgeleitete Lagerungsdichte/Konsistenz
DPH 01 / KRB 06	2,00 – 3,20	4 – 8	weich bis steif, steif
	3,20 – 3,50	10 – 11	halbfest
	3,50 – 5,90	3 – 8	weich bis steif, steif
	5,90 – 6,80	7 – 8	steif
	6,80 – 7,00	10	halbfest

Schicht 4, Felszersatz – Homogenbereich B4

An Aufschlussposition KRB 07 wurde Felszersatz angetroffen. Der Felszersatz kann bodenmechanisch als stark toniger, schwach schluffiger und schwach sandiger Kies beschrieben werden.

Zum Zeitpunkt der Außenarbeiten wies der Felszersatz – gemäß der manuellen Ansprache am Bohrgut – eine halbfeste Konsistenz auf.

Tabelle 6: Unterkante und Mächtigkeit Felszersatz (Homogenbereich B4)

Bohrpunkt	Unterkante [m u. GOK]	Mächtigkeit [m]
KRB 07	> 4,50	> 2,50

Die Erkundungsbohrung KRB 07 musste aufgrund mangelnden Bohrfortschritts vor Erreichen der geplanten Endteufe innerhalb dieses Schichtgliedes abgebrochen werden.

Eine Bestimmung der Korngrößenverteilung des Felszersatz kann der Ergebnismitteilung – Bestimmung Durchlässigkeitsbeiwert [U7] entnommen werden.

Für die Bewertung des Bodenmaterials im Rahmen der Gründungsbeurteilung werden im Folgenden die Erkenntnisse der schweren Rammsondierung herangezogen. Liegen für Schichten keine diesbezüglichen Erkenntnisse vor, so werden die Erkenntnisse aus der manuellen Ansprache am Bohrgut sowie die Rückschlüsse aus dem Bohrwiderstand zur Bestimmung der Bodenkenwerte herangezogen.

Die charakteristischen Bodenkenwerte der angetroffenen Bodenschichten sind komprimiert in **Anlage 7**, in Anlehnung an Eurocode 7, die DIN 1055 T2, DIN 18300, DIN 18196, DIN 18319 und an eigene Erfahrungswerte zusammengestellt. Eine Auflistung der angetroffenen Homogenbereiche ist **Anlage 6** zu entnehmen. Wir weisen darauf hin, dass eine detaillierte Einteilung in Homogenbereiche gemäß aktueller VOB, Teil C, ATV DIN 18300 nur mittels umfangreicher bodenmechanischer Laborversuche an ungestörten Boden- und Gesteinsproben aus Bodenaufschlüssen (z. B. Baggerschürfen) möglich ist. Daher sind die Angaben lediglich als Näherungswerte anzusehen.

5.2 Chemische Analyse des Untergrundes

Die aus dem aushubrelevanten Tiefenbereich der geplanten Objekte mit den Kleinrammbohrungen KRB 05 bis KRB 08 entnommenen Einzelproben wurden nach Abschluss der Feldarbeiten in fachgerechter Konservierung in das Probenlager der HYDRODATA GmbH gebracht und dort zu der Mischprobe MP 05 zusammengeführt (**Anlage 8**).

Die organoleptische Überprüfung (Sinnesprüfung) der entnommenen Einzelproben ergab keine Hinweise auf eine besondere chemische Belastung des Bodens. Zusätzlich zur organoleptischen Begutachtung der erbohrten Böden vor Ort, wurde die vorgenannte Bodenmischprobe umweltchemisch analysiert.

Der Untersuchungsumfang der analysierten Probe kann nachfolgender Tabelle entnommen werden:

Tabelle 7: Übersicht des Untersuchungsumfangs der analysierten Probe

Mischprob	Auftrags- / Analysennummer	Material	Analysenumfang
MP 05	3154927 – 757542	Boden	LAGA Boden (Hess. Baumerkblatt)

Die vorgenannte Mischprobe wurde den Laboratorien der „AGROLAB Labor GmbH“ dunkel und gekühlt gelagert übergeben und auf den o. g. Parameterumfang untersucht. Eine Auflistung der Einzelergebnisse der Analysen ist **Anlage 9** zu entnehmen.

Die Zuordnungswerte, die zur Einstufung der Laborergebnisse herangezogen wurden, sind im Auswerteprotokoll der **Anlage 10** zu finden.

In nachfolgender Tabelle ist die Einstufung der analysierten Mischprobe MP 05 gem. LAGA Boden (Hess. Baumerkblatt) aufgeführt:

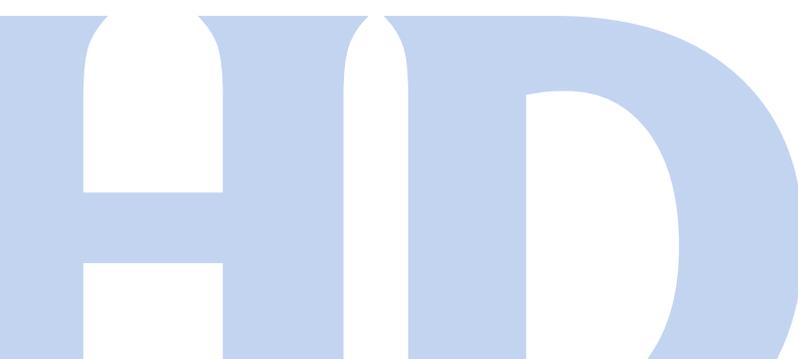
Tabelle 8: Einstufungen gem. LAGA Boden (Hess. Baumerkblatt)

Mischprobe	Feststoff		Eluat		Gesamteinstufung
	relevante Parameter	LAGA Einstufung	relevante Parameter	LAGA Einstufung	
MP 05	Nickel	Z 1	pH-Wert	Z 1.2	Z 1.2

Böden mit dem **Zuordnungswert Z 1.2** dürfen im eingeschränkten offenen Einbau nur in Bereichen mit günstigen hydrogeologischen Standortbedingungen wiederverwertet werden. Günstige hydrogeologische Standortbedingungen liegen vor, wenn der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, mindestens 2 m mächtige Deckschichten aus Tonen, Schluffen oder Lehmen überdeckt ist. Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll in der Regel mind. 2 m betragen.

Gemäß Abfallverzeichnis-Verordnung kann für das durch die Mischprobe MP 05 charakterisierte Bodenmaterial die Abfallschlüsselnummer **17 05 04** (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen) angenommen werden.

Die Entsorgungsmöglichkeiten sind auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse direkt mit den Annahmestellen zu klären.



5.3 Versickerungsversuch

Im Zuge der Feldarbeiten wurde im Bereich der Aufschlussposition KRB 08 ein in-situ-Versickerungsversuch in Form eines Open-End-Tests gem. den Vorgaben des USBR [R22] durchgeführt (**Anlage 11**).

Der Versickerungsversuch wurde in einer Tiefe von ca. 2,50 m u. GOK in dem dort angetroffenen Felszersatz durchgeführt.

In nachfolgender Tabelle ist der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert dargestellt:

Tabelle 9: Ermittelter Durchlässigkeitsbeiwert

Versickerungstiefe m. u. GOK	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]
2,45	Felszersatz	$1,58 \times 10^{-6}$

Gemäß den Vorgaben aus [R23] ist der mittels Feldversuch ermittelte Durchlässigkeitswert mit dem Faktor 2 zu multiplizieren, so dass sich ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 3,16 \times 10^{-6}$ [m/s] ergibt. Gemäß [R23] liegt das Bodenmaterial auf dem Niveau der Versickerungssohle im entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s.

Als Grundlage für zukünftige Planungen ist der Durchlässigkeitsbeiwert des Versickerungsversuches heranzuziehen, da dieser die tatsächlichen Bodenverhältnisse (Lagerungsdichte, Porenvolumen) besser widerspiegelt als die über die bodenmechanischen Laborversuche ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte (vgl. [U7]).

Gem. [R23] ist bereits bei der Vorplanung einer Versickerungsanlage sicherzustellen, dass sich im hydraulischen Einflussbereich einer Versickerungsanlage keine Verunreinigungen (z. B. Altlasten) befinden. Sämtliche in den Sickerraum der Anlage eingebauten Materialien dürfen im Dauerbetrieb der Anlage keine qualitativ nachteilige Veränderung des Sicker- oder Grundwassers hervorrufen. Daher weisen wir darauf hin, dass die Versickerung innerhalb der angetroffenen Auffüllungen nicht zulässig ist.

Gemäß [R23] sollte die Mächtigkeit des Sickerraumes, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Von Versickerungsanlagen dürfen gem. [R23] keine Schäden an Gebäuden oder Anlagen ausgehen. Daher sollte der Abstand der Versickerungsanlage zur angrenzenden Bebauung das 1,5-fache der Baugrubentiefe der angrenzenden Bebauung nicht unterschreiten. Bei nicht unterkellerten Gebäuden ist die Tiefe des Fundaments anstelle der Baugrubentiefe zur Ermittlung des Abstandes heranzuziehen.

Wir empfehlen nach Abschluss der Planung der Versickerungsanlage erneut einen Versickerungsversuch auf dem Niveau Unterkante geplanter Versickerungsanlage z. B. mittels Doppelring Infiltrimeter durchzuführen, um die vorliegenden Ergebnisse zu validieren und um ggf. die Dimensionierung der Versickerungsanlage anzupassen.

6 Wasser im Baugrund

Im Zuge der Aufschlussarbeiten wurden im Bereich des Projektstandortes ab einer Tiefe von 6,00 m u. GOK feuchte Böden festgestellt.

Für die hinreichend sichere Festlegung eines Bemessungswasserstandes sind Messdaten aus langjährigen Grundwasserbeobachtungen erforderlich. Diese sind bauseits von den entsprechenden Behörden zu erfragen.

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (feuchte Böden, wasserstauende Eigenschaften der Schluffe) empfehlen wir, den Bemessungswasserstand auf 4,0 m u. GOK anzusetzen.

Wir weisen darauf hin, dass der Bemessungswasserstand eine theoretische Annahme der langfristig möglicherweise zu erwartenden hydrologischen Untergrundsituation ist, die in die Berechnung und Ausgestaltung der Gründung und der Fundamente direkt mit einfließt. Er spiegelt nicht unbedingt die zum Zeitpunkt der Feldarbeiten vor Ort angetroffenen Grundwasserhältnisse wieder, sondern wird durch diese und die im Bereich des Objektstandortes vorliegenden Untergrundverhältnisse maßgeblich beeinflusst.

Bei einer unterkellerten Bauweise ist auf Basis des im Bereich des Projektstandortes angenommenen Bemessungswasserstandes im Zuge der Bauausführung ein Zulaufen von Grund- bzw. Schichtwasser in die Baugrube möglich. Eine Wasserhaltung ist sicherheitshalber vorzuhalten.

Schicht- und Stauwässer können unsystematisch im gesamten Untersuchungsgebiet auftreten. Bei der Erstellung der Baugrube für das geplante Gebäude ist mit witterungsbedingt zulaufendem Schicht- und Stauwasser in den Homogenbereichen B1 bis B4 jederzeit (im Extremfall bis auf die Höhe der derzeitigen Geländeoberkante) zu rechnen.

7 Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung

Allgemeines

Es wird darauf hingewiesen, dass sämtliche Beurteilungen nur auf punktuellen Aufschlüssen beruhen. Für die endgültige Klassifizierung der relevanten Böden wird deshalb letztlich der großräumige Aufschluss der Baugrube maßgebend sein.

Grundsätzlich wird empfohlen, eine Verifizierung der Untersuchungsergebnisse während der Baumaßnahme durch den Bodengutachter vornehmen zu lassen.

Gemäß [U6] kommt bei Gebäude H1 die Oberkante Rohfußboden Untergeschoss (OKRD UG) auf 293,20 m NN zu liegen. Die Unterkante Bodenplatte Untergeschoss (UK BP UG) kommt auf ca. 292,80 m NN, im Bereich der Aufzugsunterfahrt auf ca. 291,70 m NN, auf dem Niveau der Schluffe zu liegen.

Bei Gebäude H2 kommt die Oberkante Rohfußboden Untergeschoss (OKRD UG) auf 294,30 m NN zu liegen. Die Unterkante Bodenplatte Untergeschoss (UK BP UG) kommt auf ca. 293,90 m NN, im Bereich der Aufzugsunterfahrt auf ca. 292,80 m NN auf dem Niveau des Felszersatz zu liegen.

Den angenommenen Bemessungswasserstand zugrunde gelegt, ist ein Zutritt von Schicht- bzw. Grundwasser bei den Aushubarbeiten für die Objekte möglich. Eine Tagwasserhaltung ist sicherheitshalber vorzuhalten.

Uns liegen keine genauen Informationen zu den erwarteten Bauwerkslasten vor. Erfahrungsgemäß treten vor allem Linienlasten unter den Wandscheiben auf. Bei der unterkellerten, dreigeschossigen Bauweise mit Staffelgeschoss werden die Linienlasten erfahrungsgemäß 325 kN/m nicht überschreiten.

Sollten sich im Zuge der weiteren Planungsphase Änderungen in gründungstechnischer Sicht ergeben, so sind auf der Basis der vorliegenden Untersuchungen ergänzende Empfehlungen anzufordern. Bei abweichenden Baugrund- und/oder Grundwasserverhältnissen ist der Baugrundgutachter unverzüglich zu informieren.

Die Angaben für die Setzungen beziehen sich auf das Niveau OK Schottertragschicht. Setzungsbeträge von eventuell zwischen der Schottertragschicht und der Bodenplatte eingebauter Isolierungen bzw. Dämmungen fließen nicht in die Betrachtung mit ein.

Gründungsempfehlung mittels Fundamentplatte

Das Objekt H1 kann mittels einer Fundamentplatte auf einer mind. 0,6 m starken Tragschicht aus gut verdichtungsfähigem Schotter der Körnung 0/32 oder 0/45 sowie einem darunter befindlichen mind. 0,3 m starkem Bodenaustausch mittels Grobschlag (z. B. Körnung 0/100) gegründet werden.

Das Objekt H2 kann mittels einer Fundamentplatte auf einer mind. 0,3 m starken Tragschicht aus gut verdichtungsfähigem Schotter der Körnung 0/32 oder 0/45 gegründet werden.

Für das Tragschichtmaterial verweisen wir auf die Anforderungen gem. ZTV SoB-StB und TL SoB-StB. Im Bereich der Gründungssohle angetroffene aufgeweichte Böden sind in jedem Fall auszukoffern und durch gut verdichtbares Schottermaterial bzw. Magerbeton zu ersetzen.

Es wird empfohlen, das als Tragschicht einzubringende Schottermaterial auf einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100\%$ zu verdichten. Das Schottermaterial der Tragschicht ist unter einem Lastausbreitungswinkel von 45° ab Fundamentunterkante einzubauen. Das Schottermaterial ist gegenüber den Außenkanten der Fundamente um ein Maß zu verbreitern, welches mindestens der Dicke der Tragschicht entspricht. Wir empfehlen den Verdichtungsgrad mittels statischer Plattendruckversuche gem. DIN 18134 – 300 bzw. dynamischer Plattendruckversuche gem. TP BF-StB Teil B 8.3 zu prüfen.

Unter den als Einzel- und Streifenfundamenten wirkenden Plattenbereichen ist für eine elastisch gebettete Fundamentplatte nach EC 7 (DIN 1054:2010-12) - bei einer Gründung auf den Schluffen bzw. dem Felsersatz unter Zwischenschaltung der oben empfohlenen Tragschichten bzw. Bodenaustauschkörper - ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von:

OK STS H1: $\sigma_{R,d} = 110 \text{ kN/m}^2$

OK STS H2: $\sigma_{R,d} = 270 \text{ kN/m}^2$

zulässig.

Für die Bemessung von Fundamentplatten kann vorläufig eine Bettungsziffer in der Größenordnung von $k_s = 4 \text{ MN/m}^3$ (H1) bzw. $k_s = 9,5 \text{ MN/m}^3$ (H2) angenommen werden. Da die Bettungsziffer von zahlreichen Faktoren abhängt (Lastfall, Lasteinwirkungsbreite, etc.), wird empfohlen, nach Vorlage von detaillierten Angaben der Bauwerksstatik eine erneute Berechnung vorzunehmen.

Gründung mittels Streifenfundamenten

Alternativ kann die Gründung des Objektes H2 mittels Streifenfundamenten durchgeführt werden. Im Bereich der Gründungssohle angetroffene aufgeweichte Böden sind in jedem Fall auszukoffern und durch gut verdichtbares Schottermaterial bzw. Magerbeton zu ersetzen.

Bei einer Lastabtragung über den Schluff bzw. den Felsersatz beträgt der Bemessungswert des Sohlwiderstands:

UK Fundament H2 $\sigma_{R,d} = 245 \text{ kN/m}^2$ für Streifenfundamente ($0,4 \text{ m} < b < 1,0 \text{ m}$) bei einer Fundament-Mindesteinbindetiefe von $0,8 \text{ m}$ u. GOK

Überschlägige Setzungsberechnungen ergeben, dass bei der vorgeschlagenen Gründungsart und den dabei zugelassenen maximalen Bemessungswerten des Sohlwiderstandes mit Setzungen bis $2,0 \text{ cm}$ zu rechnen ist.

Die Angabe der Setzungen erfolgt auf der Grundlage von überschlägigen Setzungsberechnungen gemäß DIN 4019 für mittig belastete Fundamente. Die Berechnung erfolgt für den kennzeichnenden Punkt einer Rechtecklast und unter Zugrundelegung der erbohrten Bodenprofile.

Unter nicht tragenden Bodenplatten ist eine Schottertragschicht aus mind. 20 cm qualifiziertem Schottermaterial zu erstellen. Es wird empfohlen, das Schottermaterial auf einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Die Verdichtungsnachweise sind durch Eigenüberwachung oder Fremdüberwachung zu erbringen.

Bauwerksisolierung

Aufgrund des angenommenen Bemessungswasserstandes von auf $4,0 \text{ m}$ u. GOK ist ein Kontakt der in den Boden einbindenden Bauwerksteile des Objektes mit Grund- bzw. Schichtwasser möglich.

Aufgrund der vorliegenden Rahmenbedingungen empfehlen wir gem. DIN 18533-1 die Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E anzunehmen, eine Abdichtung hat gem. DIN 18533-1 Abschnitt 8.6.1 zu erfolgen.

Alternativ kann das Kellergeschoss in WU-Bauweise ausgeführt werden. Bei höheren Anforderungen an die Raumnutzung (Staubtrockenheit) kann der Keller nach DIN 18195, Teil 6 abgedichtet werden (Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser).

Sofern im Bereich eventuell in den Baugrund einschneidender Bauteile Fenster, Türöffnungen oder Zufahrten in Kombination mit abgeöschten Geländeeinschnitten geplant sind, ist zu berücksichtigen, dass sich in diesen Bereichen Tagwässer ansammeln und in den Arbeitsraum einfließen können. Insbesondere können bei Starkregen die Wassermengen so groß sein, dass das Volumen einer stark durchlässigen Arbeitsraumverfüllung nicht ausreicht, um das zulaufende Wasser zu versickern. In diesem Fall besteht die Gefahr, dass das anstauende Tagwasser sowie das Schicht- und Sickerwasser bis über die Fensteröffnungen oder die Türschwellen ansteigt. Um dies zu verhindern, müssen für diese Bereiche zusätzliche Entwässerungseinrichtungen eingeplant werden.

Frostsicherheit

Wir gehen bei einer unterkellerten Ausführung von einer Gründung in frostfreier Tiefe aus. Während der Bauphase hat die Gründung, sofern witterungsbedingt eine Frosteinwirkung nicht ausgeschlossen werden kann, in allen Bauzuständen frostfrei zu erfolgen.

Zur Gewährleistung der Frostsicherheit bei einer Gründung mittels Bodenplatte wären in Gebäudebereichen, die weniger als 0,80 m tief ins Gelände einbinden umlaufend um die Fundamentplatte Frostschrüzen aus Magerbeton anzuordnen. Alternativ ist ein entsprechender umlaufender Frostriegel aus frostsicherem Material (Frostschutzklasse F 1) in einer Mindestdicke von 0,8 m einzubauen. Der Frostriegel ist in diesem Fall mit geeigneten Maßnahmen vor einem Einstau von Boden- oder Niederschlagswasser zu bewahren.

Bei einer Gründung mittels Streifenfundamenten können die Streifenfundamente in den nicht tiefer in den Baugrund einbindenden Gebäudeteilen die Funktion von Frostschrüzen übernehmen, insofern sich die Gründungssohle der Streifenfundamente in einer frostfreien Tiefe von mind. 0,80 m u. GOK befindet.

8 Wasserhaltung

Ausgehend von den zum Zeitpunkt der Außenarbeiten im Bereich des Projektstandortes angetroffenen Grund- und Schichtwasserverhältnissen ist anzunehmen, dass während der Bauzeit keine Grundwasserabsenkung bzw. -haltung erforderlich wird. Eine Tagwasserhaltung ist sicherheitshalber vorzuhalten.

Während der Bauzeit dem Erdplanum bzw. der Gründungssohle eventuell zulaufende Schicht- und Tagwässer sind in offener Wasserhaltung zu fassen und in eine geeignete Vorflut bzw. Kanal abzuleiten.

Wir weisen darauf hin, dass bei einer Einleitung in die kommunale Entwässerung bzw. in Oberflächengewässer, wie Gräben und Bäche zudem auch noch entsprechende Einleitgenehmigungen einzuholen sind.

9 Baugruben

In Abhängigkeit von der Geländeneigung und den Platzverhältnissen können Baugruben und Leitungsgräben mit einer Tiefe bis zu 1,25 m nach DIN 4124 senkrecht geschachtet werden. Böschungsneigungen tieferer Geländeeinschnitte können oberhalb des Grundwasserspiegels frei geböschet werden (ausreichende Platzverhältnisse vorausgesetzt).

In Anlehnung an DIN 4124 sollten für die vorliegenden Böden folgende Böschungsneigungen nicht überschritten werden:

- | | |
|--|----------------------------------|
| ○ Mutterboden, Auffüllung, schluffig, Schluff (mind. steifplastisch) | $\beta \leq 60^\circ$ |
| ○ Schluff (weich) | $\beta \leq 45^\circ$ |
| ○ Auffüllung, kiesig | $\beta \leq 45^\circ$ |
| ○ Felsersatz | $\beta \leq 60^\circ - 80^\circ$ |

Sofern Baugruben innerhalb des Lastausbreitungsbereiches benachbarter Bauwerke (45° ab Fundamentunterkante) erstellt werden sollen bzw. wenn aus Platzgründen die vorgenannten Böschungswinkel voraussichtlich nicht eingehalten werden können, sind auf jeden Fall Sicherungsmaßnahmen vorzusehen (nach DIN 4123:2013-4). Ggf. müssen, besonders in Bereichen breiiger Böden und/oder in der wassergesättigten Zone zusätzliche Sicherungsmaßnahmen, beispielsweise durch einen Verbau (Spundwände, Bohlenwände) vorgesehen werden.

Der statische Nachweis der Standsicherheit eines Verbaus ist von der ausführenden Firma zu erbringen. Sämtliche Böschungen sind nach DIN 4123 anzulegen und während der Bauphase gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Generell muss beachtet werden, dass die Standsicherheit von Böschungen u. U. durch besondere lokale Gegebenheiten (Wasserzuläufe, Witterungseinflüsse, Baustellenbetrieb) beeinträchtigt werden kann. Außerdem sind Verkehrs-, Stapel- und Kranlasten sowie Leitungen und Nachbarbauwerke zu berücksichtigen (siehe DIN 4124, Abschnitt 4.2.5).

Dauerhafte Böschungen sollten nicht steiler als 1:2 angelegt werden.

Generell ist zu jedem Zeitpunkt der Baumaßnahme zu gewährleisten, dass die Standsicherheit angrenzender Bebauungen und Gehwege bzw. Straßen gegeben ist.

10 Geotechnische Eignung der angetroffenen Bodenarten

Hinsichtlich der Verdichtungseigenschaften der angetroffenen Bodenarten kann die Einstufung nach ZTV-A-StB herangezogen werden. Die Tabelle 2 der ZTV-A-StB gibt Schütthöhen in Abhängigkeit der Geräteart sowie die Anzahl der notwendigen Übergänge an. Die Vorgaben gemäß ZTV-A-StB sind von den Baufirmen in den Leistungspositionen, die Verdichtungsarbeiten betreffen, einzukalkulieren. Im Folgenden sind allgemeine Angaben für die Behandlung und die Wiederverwendung der angetroffenen Böden aufgeführt. Diese Angaben ergänzen die Empfehlungen in den vorherigen Kapiteln, gelten jedoch nicht immer uneingeschränkt auch für die vorliegende Baumaßnahme.

Homogenbereich B2

Bodenaushub aus dem Bereich der kiesigen Auffüllungen kann aus bodenmechanischer Sicht zur Rückverfüllung von Arbeitsräumen eingesetzt werden. Das Material sollte dabei lagenweise mit Schütthöhen vor dem Verdichten von maximal 30 cm eingebaut und verdichtet werden. Zur Verdichtungskontrolle sind gem. DIN 18125 das Sandersatzverfahren bzw. gem. DIN 18134-300 Plattendruckversuche durchzuführen.

Homogenbereich B3

Gemäß DIN 18196 ist die Verwitterungs-, Erosions- und Frostempfindlichkeit dieser feinkörnigen und gemischtkörnigen Bodenarten als groß einzustufen. Diese Bodenarten sind ohne Verbesserungsmaßnahmen aus geotechnischer Sicht nicht wieder verwertbar. Wir empfehlen eine Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe vorzusehen. Für vernässte Bodenmassen bzw. für weiche, wenig tragfähige Böden sind ausreichende Verdichtungsgrade lediglich unter Zugabe von Mischbindemittel (Kalk-Zement-Gemisch), z. B. unter Verwendung einer Fräse, einer Separator-Schaufel oder bei hohen Steinanteilen auch durch einen Baggerlöffel zu erreichen. Durch den Kalkanteil wird hierbei kurzfristig der zu hohe Wasseranteil des Bodenaushubs auf Wassergehalte abgesenkt, die den Boden bearbeitbar machen. Die Langzeitwirkung des Zementanteils führt zu einer Erhöhung der Stabilität des Bodens.

Im Hinblick auf die angrenzende Bebauung sind staubarme Bindemittelarten zu verwenden, bzw. ist der Mischvorgang außerhalb des Baufeldes durchzuführen. Die Bindemittelzugabe ist auf ein Mindestmaß zu beschränken. Eine ausreichende Durchmischung unter hohem Lufteinschluss ist zu gewährleisten, sodass eine puzzolanische Reaktion (führt zur Versteinerung des Bodens) unterbunden wird.

Bei einer Bodenverbesserung durch Zugabe von Mischbindemittel sind im Vorfeld Eignungsprüfungen gemäß dem Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln (FGSV 551) durchzuführen, um die zur Verwendung kommenden Bindemittelmengen und –arten vorab festzulegen.

Homogenbereich B4

Bodenaushub aus dem Bereich des Felsersatzes kann aus bodenmechanischer Sicht zur Rückverfüllung von Arbeitsräumen eingesetzt werden. Das Material sollte dabei lagenweise mit Schütthöhen vor dem Verdichten von maximal 30 cm eingebaut und verdichtet werden. Größere Bruchstücke bzw. ganze Blöcke (> 0,1 m Durchmesser) sind im Hinblick auf die Einbaulagenstärken auszusortieren oder vor dem Einbau zu zerkleinern. Zur Verdichtungskontrolle sind gem. DIN 18125 das Sandersatzverfahren bzw. gem. DIN 18134-300 Plattendruckversuche durchzuführen.

Besonders mürbes Material ist bei ungünstiger Witterung bzw. höheren Feinanteilen mittels Mischbindemitteln, analog den untenstehenden Vorgaben zum Homogenbereich B3, zu verbessern.

Die Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen sind hierbei zu berücksichtigen.

Alternativ können die Bodenmassen durch geeignetes Schottermaterial oder gut verdichtungsfähigen Kiessand z. B. der Körnung 0/45 ausgetauscht werden.

Die Grasnarbe und der auflagernde Mutterboden sind vor den Erdarbeiten in jedem Fall abzuschleiben und separat zu lagern.

11 Schlussbemerkung

Das vorliegende Bodengutachten beschreibt die durch die punktuellen Bodenaufschlüsse festgestellten Baugrundverhältnisse in geologischer, bodenmechanischer und hydrologischer Sicht zum Zeitpunkt der Untersuchung.

Neben den an den o. g. Aufschlusspositionen beschriebenen Bodenverhältnissen können jedoch auch in den zwischen den punktuellen Bodenaufschlüssen befindlichen Bereichen abweichende bodenmechanische, geotechnische, hydrologische und umweltchemische Grundverhältnisse vorherrschen.

Sämtliche oben aufgeführten Aussagen, Empfehlungen und Bewertungen basieren auf dem in diesem Bericht beschriebenen Erkundungsrahmen und den hierbei gewonnenen Erkenntnissen zu dem zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens bekannten Planungsstand.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Sollte sich die Planung gegenüber dem zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung bekannten Planungsstand ändern, so muss das Gutachten entsprechend überarbeitet werden. Dies gilt auch für die von uns getroffenen Annahmen, falls diese angepasst werden müssen.

Sollte im Zuge von Aushubarbeiten, ein von den Ausführungen abweichender Bodenaufbau und/oder abweichende Grundwasserverhältnisse angetroffen werden, ist der Bodengutachter unverzüglich hinzuzuziehen, sodass rechtzeitig mit entsprechenden Empfehlungen reagiert werden kann.

Wir empfehlen grundsätzlich, die Gründungssohle durch einen Bodengutachter abnehmen zu lassen.

Sollten im Zuge von Aushubarbeiten zu entsorgende Bodenmassen anfallen, so sind im Vorfeld entsprechende Deklarationsanalysen durchzuführen. Die Entsorgungsmöglichkeiten sind direkt mit den Annahmestellen zu klären. Es ist zu beachten, dass die Annahmekriterien der Deponien nicht einheitlich geregelt sind. Der Nachunternehmer hat vor der Angebotsabgabe zu klären, ob die vorgelegte Deklaration für die Annahme auf seiner ausgewählten Deponie qualitativ und quantitativ ausreichend ist. Sollte dies nicht der Fall sein, so sind vor der Angebotsabgabe eigenverantwortlich die nötigen Untersuchungen vorzunehmen bzw. bei der aus-schreibenden Stelle anzufordern.

Werden Fremdmassen (z. B. für den Bau von Tragschichten) angeliefert, so sind vor dem Einbau der Materialien umweltchemische Analysen, nicht älter als 6 Monate, in ausreichender Anzahl vorzulegen. Die umwelttechnischen Aspekte für den Einbau von Fremdmassen sind mit den örtlichen Behörden bzw. dem Auftraggeber vorab zu klären. Tragschichtmaterial hat die Eignung gem. ZTV-SoB-StB bzw. TL SoB-StB aufzuweisen.

Bei Fragen oder Änderungen sind wir gerne bereit Ihnen beratend zur Seite zu stehen.

HYDRODATA GmbH

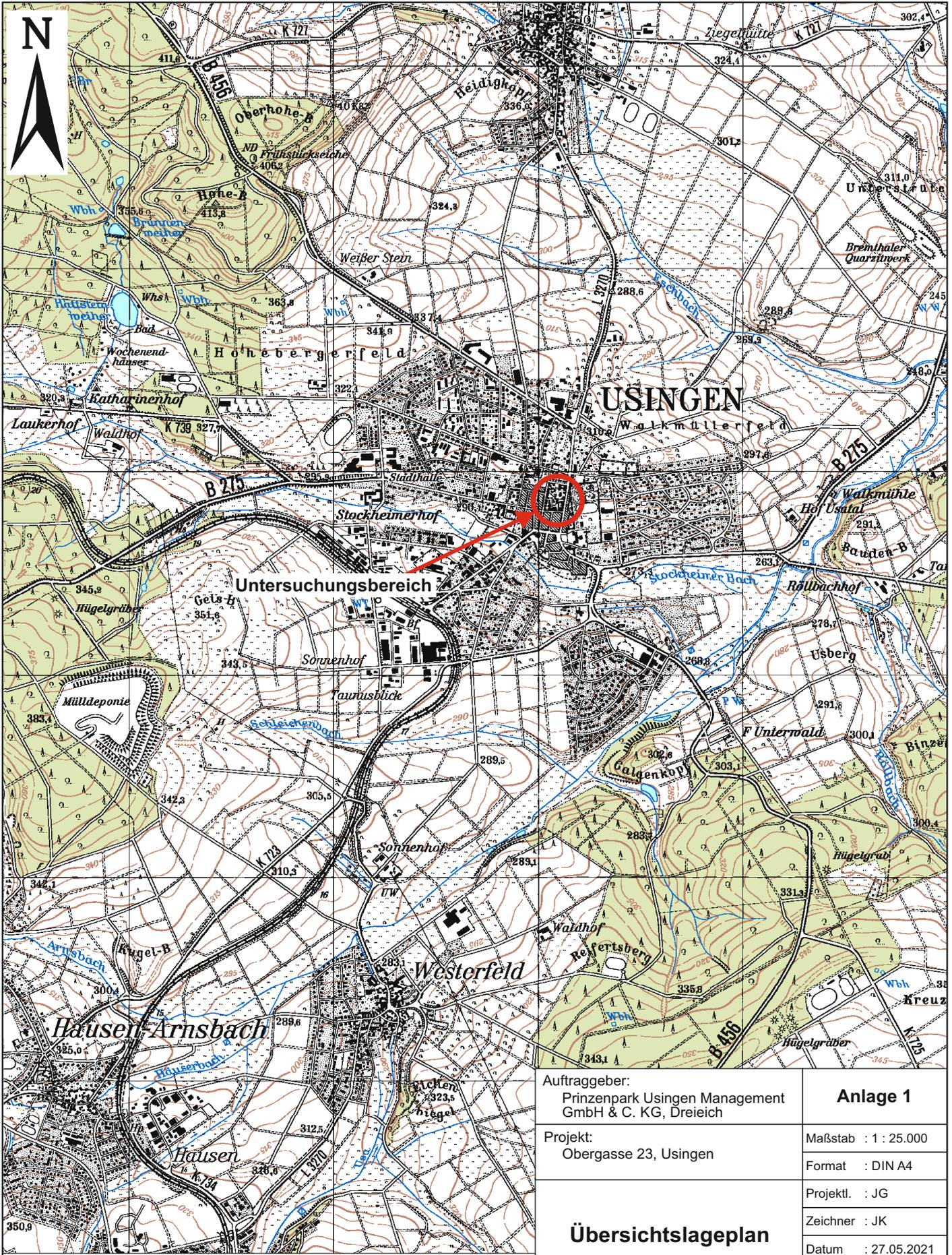

Daniel Huth,
Dipl.-Ing., MSc.
Geschäftsführer

Oberursel, den 09.06.2021


Jochen Göttlich,
MSc. Geowissenschaften
Projektleiter

Anlage 1

Übersichtslageplan

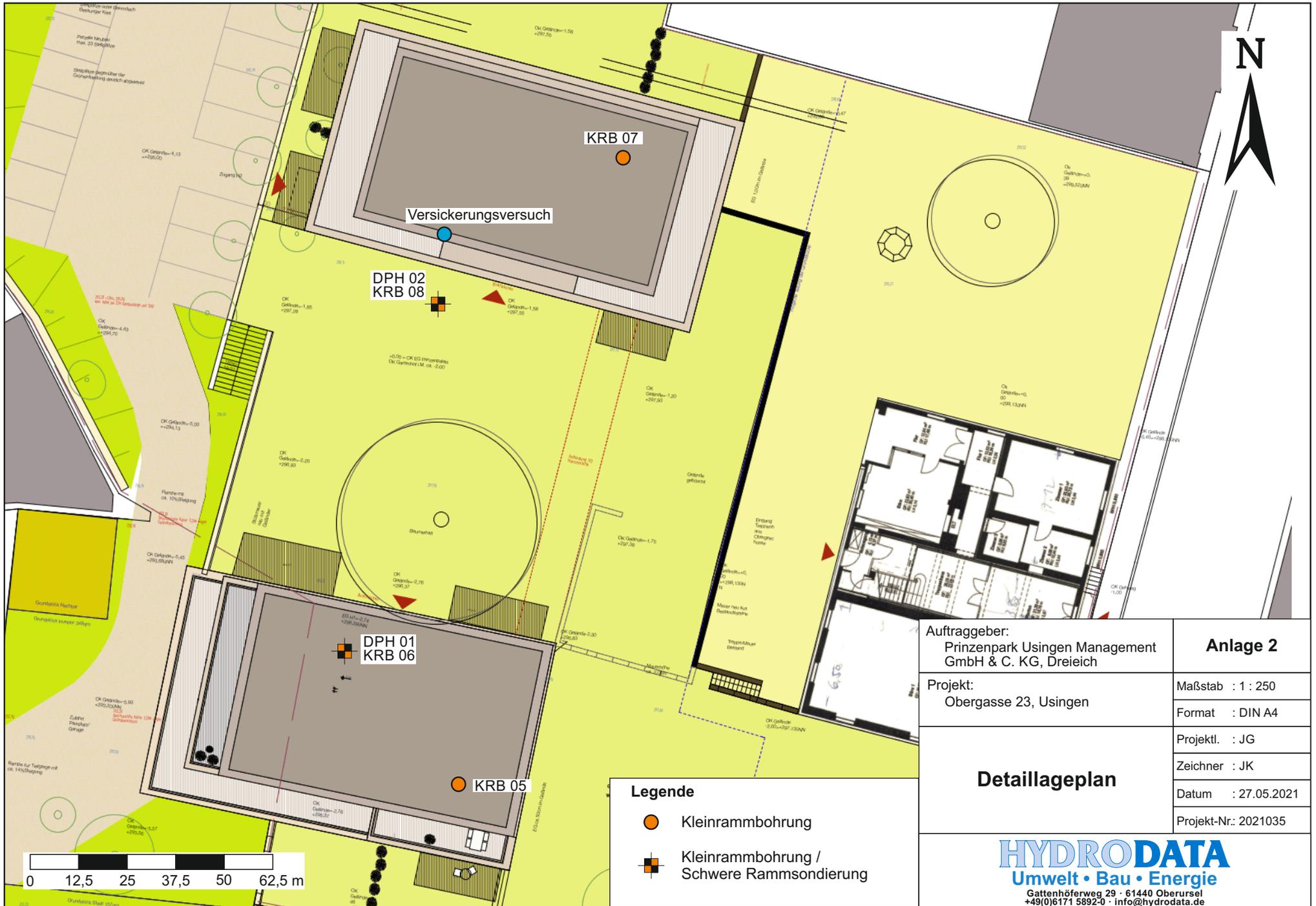


Auftraggeber: Prinzenpark Usingen Management GmbH & C. KG, Dreieich	Anlage 1
Projekt: Obergasse 23, Usingen	Maßstab : 1 : 25.000
Übersichtslageplan	Format : DIN A4
	Projektl. : JG
	Zeichner : JK
	Datum : 27.05.2021
	Projekt-Nr.: 2021035

HYDRODATA
 Umwelt • Bau • Energie
 Gattenhöferweg 29 • 61440 Oberursel
 +49(0)6171 5892-0 • info@hydrodata.de

Anlage 2

Detallageplan



Auftraggeber: Prinzenpark Usingen Management GmbH & C. KG, Dreieich	Anlage 2
Projekt: Obergasse 23, Usingen	Maßstab : 1 : 250
Detaillageplan	Format : DIN A4
	Projektl. : JG
	Zeichner : JK
	Datum : 27.05.2021
	Projekt-Nr.: 2021035

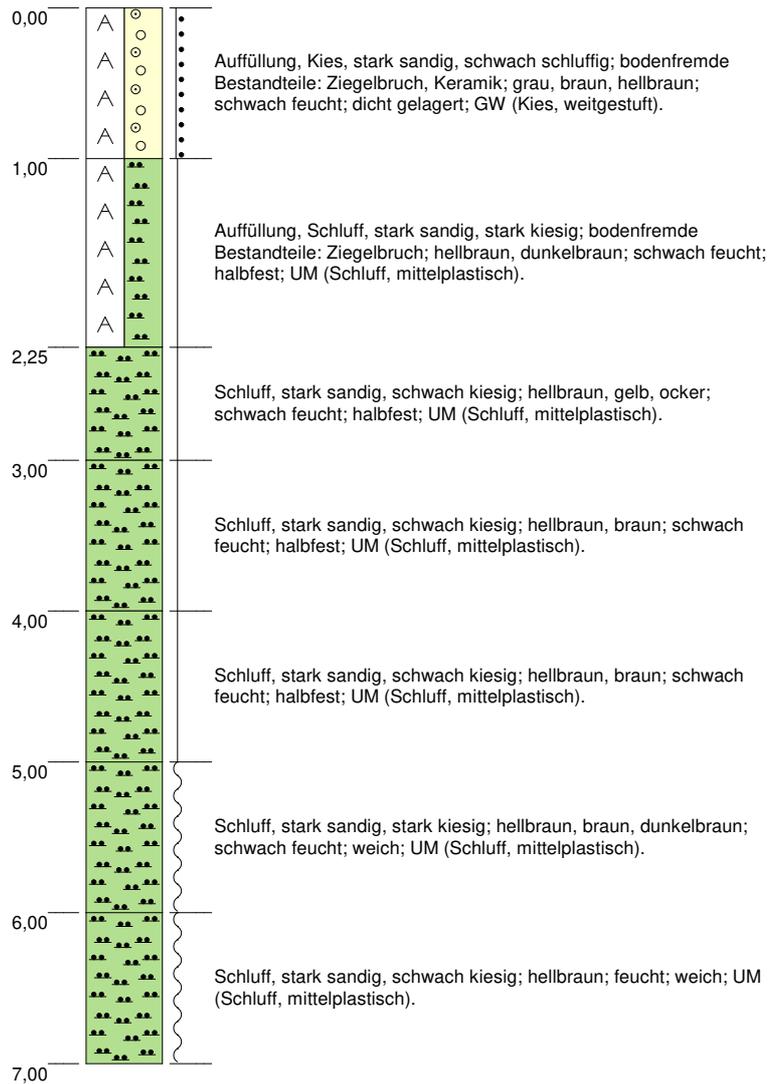
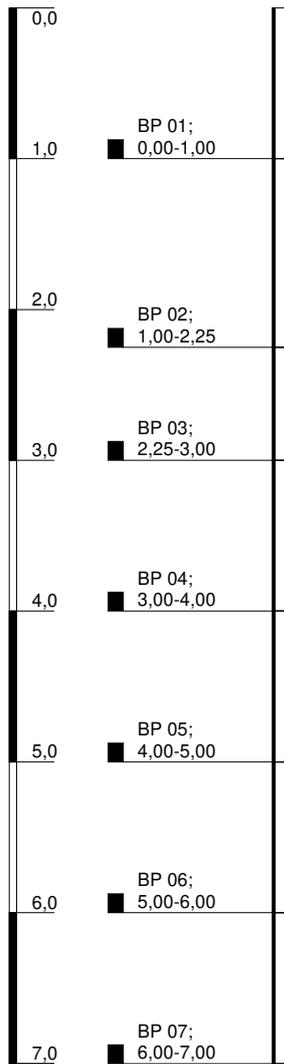
HYDRODATA
 Umwelt • Bau • Energie
 Gattenhöferweg 29 • 61440 Oberursel
 +49(0)6171 5892-0 • info@hydrodata.de

Anlage 3

Bohrprofile

KRB 05

m u. Ansatzhöhe (296,93 m ü.NN)



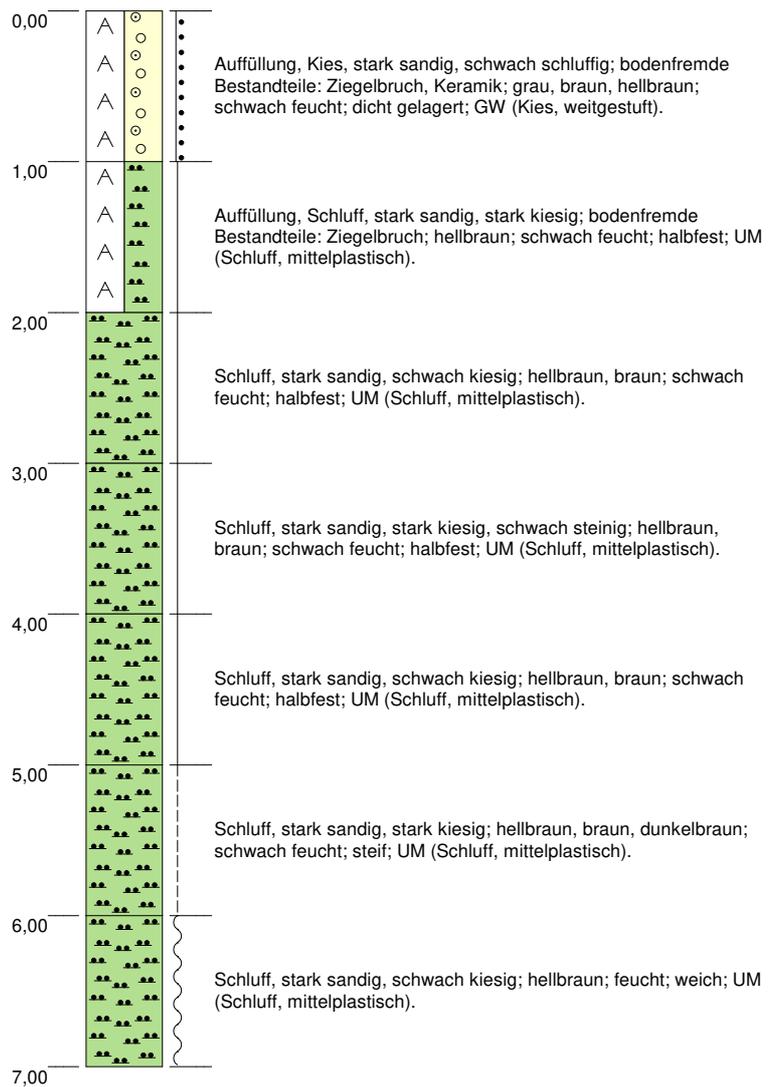
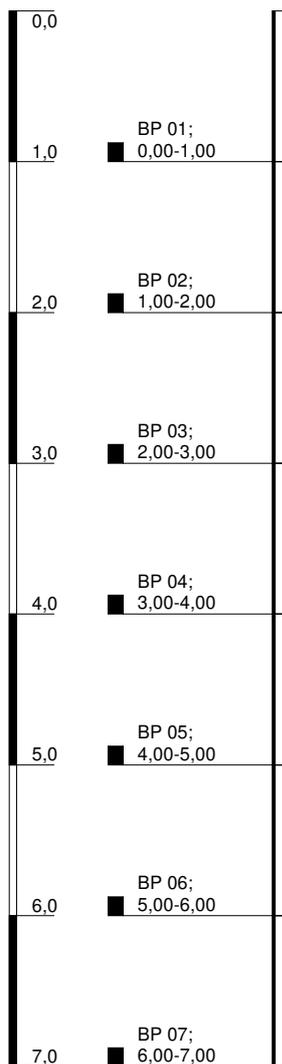
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Obergasse 23, Usingen			 Gattenhöferweg 29 · 61440 Oberursel +49(0)6171 5892-0 · info@hydrodata.de
Bohrung: KRB 05			
Auftraggeber: Prinzenpark Usingen Management	Rechtswert:	0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH	Hochwert:	0	
Projektleiter: JG	Zeichner: US	Ansatzhöhe (AH): 296,93 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2021035	Bohrdatum: 19.05.2021	Bohrtiefe: 7,00 m u. AH	

KRB 06

m u. Ansatzhöhe (296,53 m ü.NN)



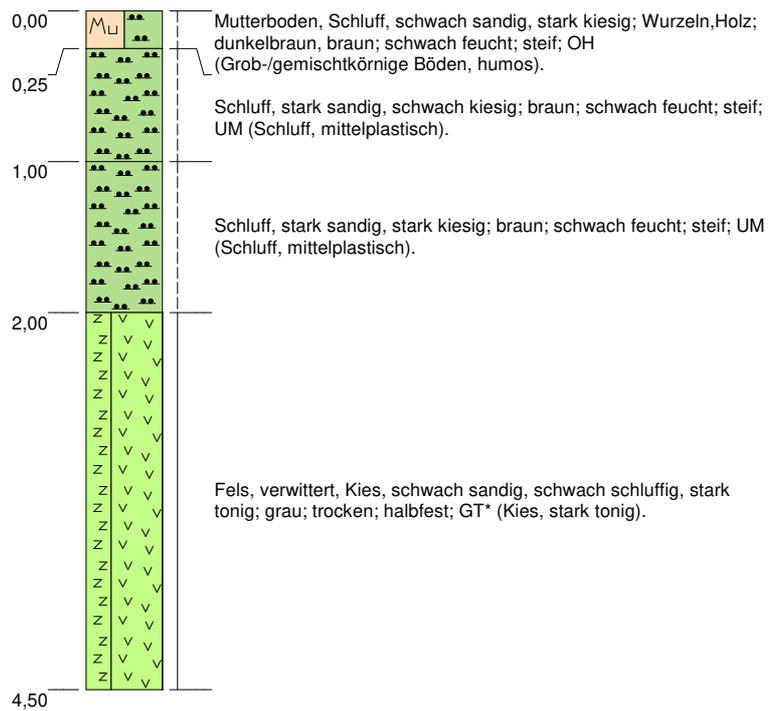
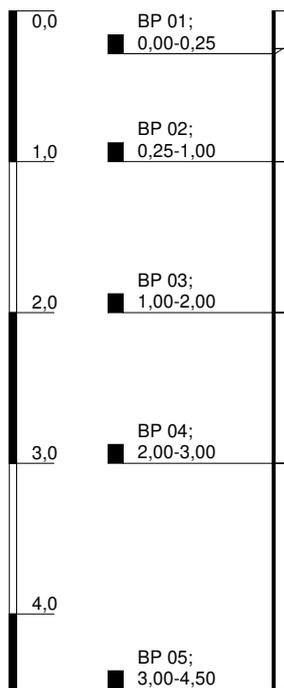
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Obergasse 23, Usingen			 Gattenhöferweg 29 · 61440 Oberursel +49(0)6171 5892-0 · info@hydrodata.de
Bohrung: KRB 06			
Auftraggeber: Prinzenpark Usingen Management		Rechtswert: 0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH		Hochwert: 0	
Projektleiter: JG	Zeichner: US	Ansatzhöhe (AH): 296,53 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2021035	Bohrdatum: 19.05.2021	Bohrtiefe: 7,00 m u. AH	

KRB 07

m u. Ansatzhöhe (297,61 m ü.NN)



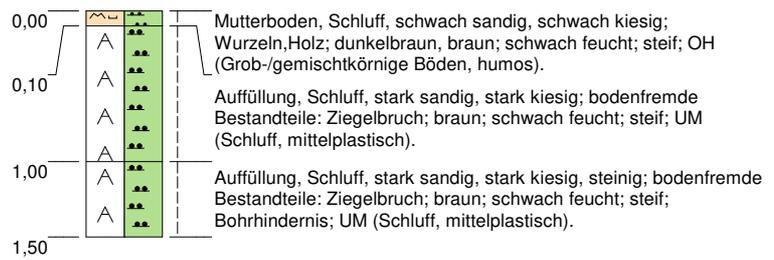
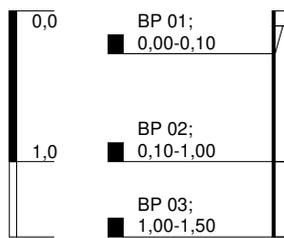
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Obergasse 23, Usingen			 Gattenhöferweg 29 · 61440 Oberursel +49(0)6171 5892-0 · info@hydrodata.de
Bohrung: KRB 07			
Auftraggeber: Prinzenpark Usingen Management	Rechtswert:	0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH	Hochwert:	0	
Projektleiter: JG	Zeichner: US	Ansatzhöhe (AH): 297,61 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2021035	Bohrdatum: 19.05.2021	Bohrtiefe: 4,50 m u. AH	

KRB 08

m u. Ansatzhöhe (298,23 m ü.NN)



zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Obergasse 23, Usingen			 Gattenhöferweg 29 · 61440 Oberursel +49(0)6171 5892-0 · info@hydrodata.de
Bohrung: KRB 08			
Auftraggeber: Prinzenpark Usingen Management	Rechtswert:	0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH	Hochwert:	0	
Projektleiter: JG	Zeichner: US	Ansatzhöhe (AH): 298,23 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2021035	Bohrdatum: 19.05.2021	Bohrtiefe: 1,50 m u. AH	

Anlage 4

Schichtenverzeichnisse

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Obergasse 23, Usingen; Projekt-Nr.: 2021035

Datum: 19.05.2021

Bohrung: KRB 05

296,93m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
1,00	a) Auffüllung, Kies, stark sandig, schwach schluffig				schwach feucht	bogBP 01	1,00	
	b) bodenfremde Bestandteile: Ziegelbruch, Keramik							
	c) dicht gelagert	d)	e) grau, braun, hellbraun					
	f)	g)	h) GW	i)				
2,25	a) Auffüllung, Schluff, stark sandig, stark kiesig				schwach feucht	bogBP 02	2,25	
	b) bodenfremde Bestandteile: Ziegelbruch							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun, dunkelbraun					
	f)	g)	h) UM	i)				
3,00	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				schwach feucht	bogBP 03	3,00	
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun, gelb, ocker					
	f)	g)	h) UM	i)				
4,00	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				schwach feucht	bogBP 04	4,00	
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun, braun					
	f)	g)	h) UM	i)				
5,00	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				schwach feucht	bogBP 05	5,00	
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun, braun					
	f)	g)	h) UM	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: Obergasse 23, Usingen; Projekt-Nr.: 2021035

Datum: 19.05.2021

Bohrung: KRB 05

296,93m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
6,00	a) Schluff, stark sandig, stark kiesig				schwach feucht	bogBP	06	6,00
	b)							
	c) weich	d)	e) hellbraun, braun, dunkelbraun					
	f)	g)	h) UM	i)				
7,00	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				feucht	bogBP	07	7,00
	b)							
	c) weich	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h) UM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Obergasse 23, Usingen; Projekt-Nr.: 2021035

Datum: 19.05.2021

Bohrung: KRB 06

296,53m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
1,00	a) Auffüllung, Kies, stark sandig, schwach schluffig				schwach feucht	bogBP 01	1,00	
	b) bodenfremde Bestandteile: Ziegelbruch, Keramik							
	c) dicht gelagert	d)	e) grau, braun, hellbraun					
	f)	g)	h) GW	i)				
2,00	a) Auffüllung, Schluff, stark sandig, stark kiesig				schwach feucht	bogBP 02	2,00	
	b) bodenfremde Bestandteile: Ziegelbruch							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h) UM	i)				
3,00	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				schwach feucht	bogBP 03	3,00	
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun, braun					
	f)	g)	h) UM	i)				
4,00	a) Schluff, stark sandig, stark kiesig, schwach steinig				schwach feucht	bogBP 04	4,00	
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun, braun					
	f)	g)	h) UM	i)				
5,00	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				schwach feucht	bogBP 05	5,00	
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun, braun					
	f)	g)	h) UM	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: Obergasse 23, Usingen; Projekt-Nr.: 2021035

Datum: 19.05.2021

Bohrung: KRB 06

296,53m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
6,00	a) Schluff, stark sandig, stark kiesig				schwach feucht	bogBP	06	6,00
	b)							
	c) steif	d)	e) hellbraun, braun, dunkelbraun					
	f)	g)	h) UM	i)				
7,00	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				feucht	bogBP	07	7,00
	b)							
	c) weich	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h) UM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Obergasse 23, Usingen; Projekt-Nr.: 2021035

Datum: 19.05.2021

Bohrung: KRB 07

297,61m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,25	a) Mutterboden, Schluff, schwach sandig, stark kiesig				schwach feucht	bogBP 01		0,25
	b) Wurzeln, Holz							
	c) steif	d)	e) dunkelbraun, braun					
	f)	g)	h) OH	i)				
1,00	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig				schwach feucht	bogBP 02		1,00
	b)							
	c) steif	d)	e) braun					
	f)	g)	h) UM	i)				
2,00	a) Schluff, stark sandig, stark kiesig				schwach feucht	bogBP 03		2,00
	b)							
	c) steif	d)	e) braun					
	f)	g)	h) UM	i)				
4,50	a) Fels, verwittert, Kies, schwach sandig, schwach schluffig, stark tonig				trocken	bogBP 04 bogBP 05		3,00 4,50
	b)							
	c) halbfest	d)	e) grau					
	f)	g)	h) GT*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Obergasse 23, Usingen; Projekt-Nr.: 2021035

Datum: 19.05.2021

Bohrung: KRB 08

298,23m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,10	a) Mutterboden, Schluff, schwach sandig, schwach kiesig				schwach feucht	bogBP 01	0,10	
	b) Wurzeln, Holz							
	c) steif	d)	e) dunkelbraun, braun					
	f)	g)	h) OH	i)				
1,00	a) Auffüllung, Schluff, stark sandig, stark kiesig				schwach feucht	bogBP 02	1,00	
	b) bodenfremde Bestandteile: Ziegelbruch							
	c) steif	d)	e) braun					
	f)	g)	h) UM	i)				
1,50	a) Auffüllung, Schluff, stark sandig, stark kiesig, steinig				schwach feucht	bogBP 03	1,50	
	b) bodenfremde Bestandteile: Ziegelbruch							
	c) steif	d) Bohrhindernis	e) braun					
	f)	g)	h) UM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Anlage 5

Rammprofile

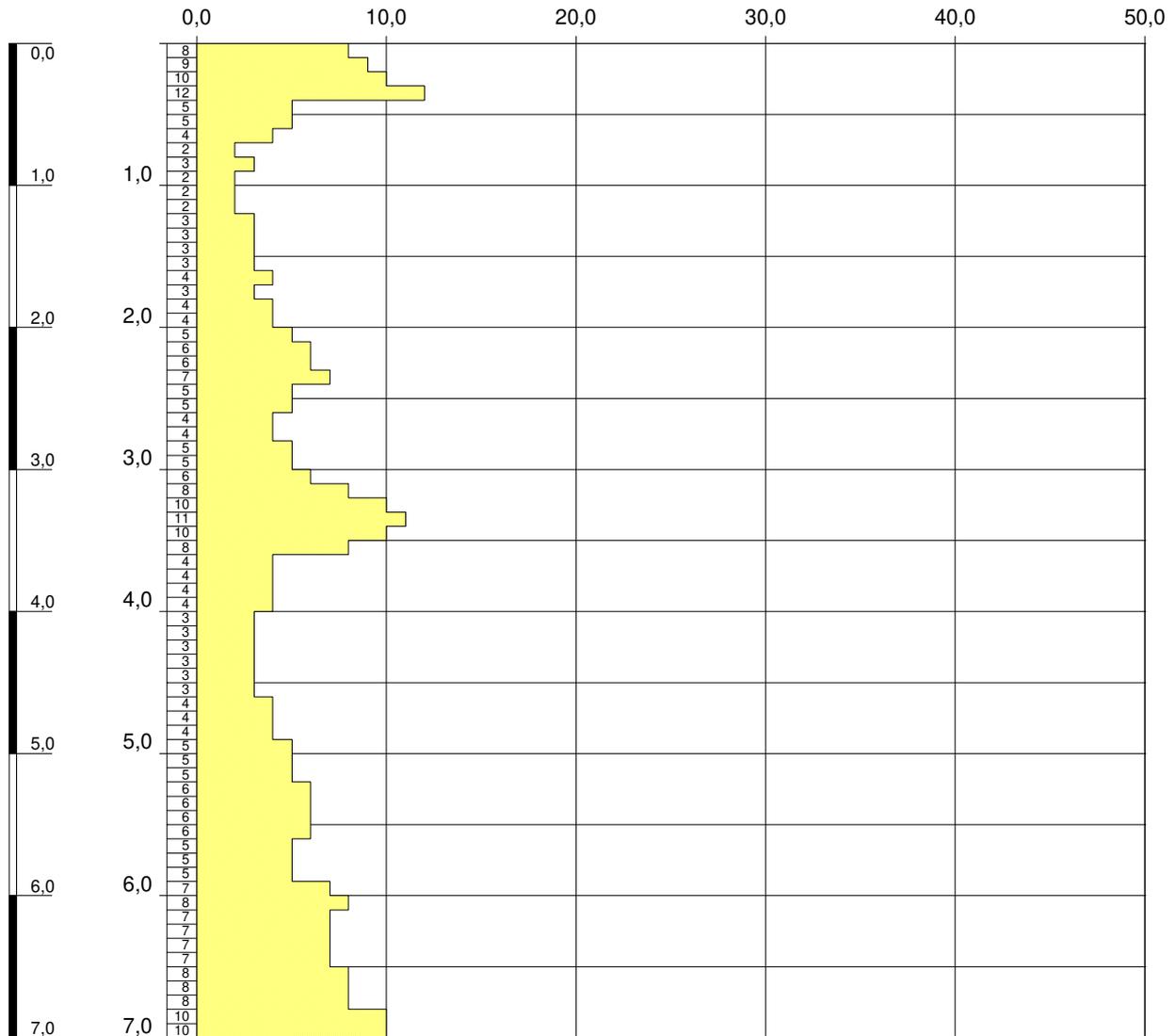
DPH 01

m u. Ansatzhöhe (296,62 m ü.NN)

Sand/Kies **sehr locker** 0-4 **locker** 5-9 **mitteldicht** 10-20 **dicht** >20

Ton/Schluff **breiig** 0-2 **weich** 3-5 **steif** 6-9 **halbfest** 10-17 **fest** >17

Schläge je 10 cm



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Obergasse 23, Usingen			 <p>HYDRODATA Umwelt • Bau • Energie Gattenhöferweg 29 · 61440 Oberursel +49(0)6171 5892-0 · info@hydrodata.de</p>
Bohrung: DPH 01			
Auftraggeber: Prinzenpark Usingen Management	Rechtswert:	0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH	Hochwert:	0	
Projektleiter: JG	Zeichner: US	Ansatzhöhe (AH): 296,62 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2021035	Bohrdatum: 19.05.2021	Bohrtiefe: 3,00 m u. AH	

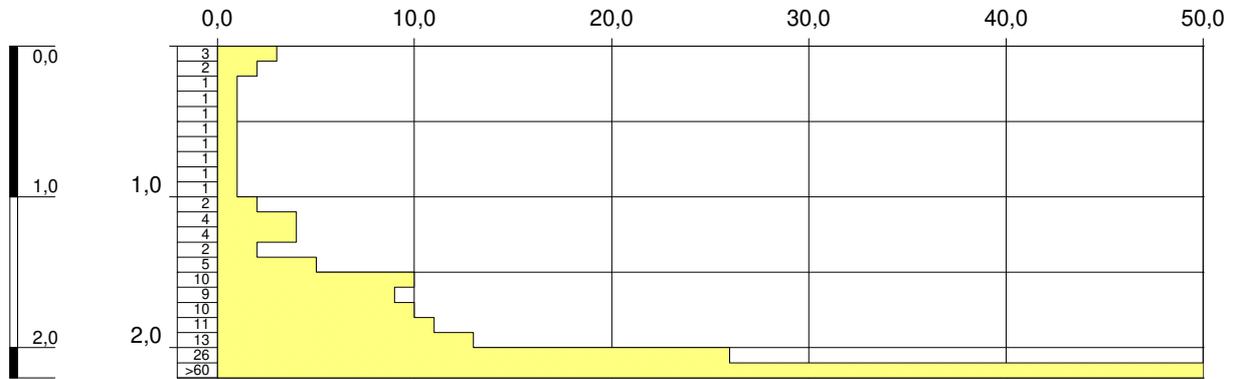
DPH 02

m u. Ansatzhöhe (297,66 m ü.NN)

Sand/Kies **sehr locker** 0-4 **locker** 5-9 **mitteldicht** 10-20 **dicht** >20

Ton/Schluff **breiig** 0-2 **weich** 3-5 **steif** 6-9 **halbfest** 10-17 **fest** >17

Schläge je 10 cm



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Obergasse 23, Usingen			 Umwelt • Bau • Energie Gattenhöferweg 29 · 61440 Oberursel +49(0)6171 5892-0 · info@hydrodata.de
Bohrung: DPH 02			
Auftraggeber: Prinzenpark Usingen Management	Rechtswert:	0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH	Hochwert:	0	
Projektleiter: JG	Zeichner: US	Ansatzhöhe (AH): 297,66 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2021035	Bohrdatum: 21.05.2021	Bohrtiefe: 2,20 m u. AH	

Anlage 6

Homogenbereiche

<i>(Kennwerte / Eigenschaften) für die Geotechnische Kategorien GK 2 und GK 3</i>	B1	B2	B3	B4
<i>Schichtbezeichnung</i>	1, Mutterboden	2a, Auffüllung, kiesig	2b, Auffüllung, schluffig 3, Schluff	4, Felszersatz
<i>Korngrößenverteilung</i>	n.b.	n.b.	n.b.	siehe [U7]
<i>Massenanteil Steine [%]</i>	< 5	< 10	< 5	< 40
<i>Massenanteil Blöcke [%]</i>	< 1	< 5	< 2	< 20
<i>Massenanteil große Blöcke [%]</i>	< 1	< 1	< 1	< 10
<i>Dichte, feucht [g/cm³]</i>	1,8 - 1,9	2,0 - 2,1	1,8 - 2,0	2,0 - 2,1
<i>undrainede Scherfestigkeit [kN/m²]</i>	15 – 25 (steif)	n.r.	6 - 10 (weich) 15 – 25 (steif) 20 - 40 (halbfest)	20 - 40 (halbfest)
<i>Wassergehalt [%]</i>	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<i>Konsistenzzahl I_c</i>	0,75 – 1,00 (steif)	n.r.	0,50 - 0,75 (weich) 0,75 – 1,00 (steif) > 1,00 (halbfest)	> 1,00 (halbfest)
<i>Plastizitätszahl I_p [%]</i>	5 – 15	n.r.	5 – 25	n.r.
<i>Lagerungsdichte I_D</i>	n.r.	> 0,65 (dicht)	n.r.	n.r.
<i>Organischer Anteil, V_{gl} [%]</i>	5 – 15	0 – 1	0,5 – 1,5	< 0,5
<i>Bodengruppen, DIN 18196</i>	OU	GW	[UM], UM	GT*
<i>n.b. nicht beauftragt</i>				

n.r. nicht relevant

n.e. nicht erforderlich

Wir weisen darauf hin, dass eine detaillierte Einteilung in Homogenbereiche gemäß aktueller VOB, Teil C, ATV DIN 18300 nur mittels umfangreicher bodenmechanischer Laborversuche an ungestörten Boden- und Gesteinsproben aus Bodenaufschlüssen (z.B. Baggerschürfen) möglich ist. Dahingehende labortechnische Untersuchungen wurden im vorliegenden Fall jedoch nicht beauftragt bzw. nicht durchgeführt.

Anlage 7

Bodenkennwerte

Bodenkennwerte *4)

Bodenschicht	Wichte des feuchten Bodens	Frostklasse	Bodenklasse *1), 2)	Verdichtbarkeitsklasse	Bodengruppe	Reibungswinkel (innerer)	Kohäsion	Steifemodul	Homogenbereich *3)	Tragfähigkeit	Böschungswinkel
DIN EN ISO 14688-1											
Zustandsform bzw. Lagerung	γ / γ^* [kNm ³]	ZTVE-StB	Teil C, alt)	ZTVA	DIN 18196	ϕ^*k [Grad]	c'k [kN/m ²]	Es,k [MN/m ²]			DIN 4124
Schicht 1 (Mutterboden)											
Schluff - steif	18 / 8	F3	1	-	OU	25	3 - 5	5 - 8	B1	-	60°
Schicht 2a (Auffüllung, kiesig)											
Kies - dicht	21 / 11	F2	3	V1	[GW]	35	0 - 1	60 - 80	B2	sehr gut	45°
Schicht 2b (Auffüllung, schluffig)											
Schluff - steif	19 / 9	F3	4	V3	[UM]	25 - 27,5	4 - 8	6 - 10	B3	bedingt	60°
Schluff - halbfest	20 / 10	F3	4	V3	[UM]	27,5	8 - 15	10 - 15	B3	ausreichend	60°
Schicht 3 (Schluff)											
Schluff - weich	18 / 8	F3	4 und 2*	V3	UM	22,5	1 - 3	2 - 4	B3	nicht tragfähig	45°
Schluff - steif	19 / 9	F3	4	V3	UM	27,5	4 - 8	6 - 10	B3	bedingt	60°
Schluff - halbfest	20 / 10	F3	4	V3	UM	27,5	8 - 12	10 - 15	B3	ausreichend	60°
Schicht 4 (Felsersatz)											
Kies - halbfest	20,5 / 10,5	F3	4	V3	GT*	27,5 - 30	10 - 15	15 - 30	B4	ausreichend	60°

Anmerkungen*

- Bauschutt-, Mauerwerks- bzw. Fundamentreste sowie Verkehrsflächenbefestigungen
o. ä. (falls vorhanden) sind durch die Klassifizierung nach DIN 18300 nicht erfassbar und müssen daher in einer Ausschreibung gesondert erwähnt werden
- *6) bei erhöhtem Steinanteil, *2) ggf. thixotropes Verhalten möglich.
- Wir weisen darauf hin, dass eine detaillierte Einteilung in Homogenbereiche gemäß aktueller VOB, Teil C, ATV DIN 18300 nur mittels umfangreicher bodenmechanischer Laborversuche an ungestörten Boden- und Gesteinsproben aus Bodenaufschlüssen (z.B. Baggerschürfen) möglich ist. Dahingehende labortechnische Untersuchungen wurden im vorliegenden Fall jedoch nicht beauftragt bzw. nicht durchgeführt
- Die charakteristischen Bodenkennwerte der angetroffenen Bodenschichten sind komprimiert in Anlehnung an Eurocode 7, die DIN 1055 T2, DIN 18300, DIN 18196, DIN 18319 und an eigene Erfahrungswerte zusammengestellt und lediglich als Näherungswerte anzusetzen.

Anlage 8

Probenahmeliste

Probenahmeliste

Projekt-Nr.: 2021035 / 1

Projekt-Name: Obergasse 23, Usingen

KRB = Kleinrammbohrung GWM = Grundwassermessstelle HS = Handschurf
Sch = Baggerschurf GW = Grundwasserprobe BLM = Bodenluftmessstelle
BL = Bodenluftprobe AP = Asphaltprobe BS = Bohrstockmessung
MP = Mischprobe BP = Bodenprobe FS / E = Feststoff / Eluat

Probenbezeichnung								
Aufschlusstyp	Aufschlussnummer	Proben-Typ	Proben-Nr.	von... [m u. GOK]	bis... [m u. GOK]	Einzelprobe auch Teil von Mischprobe(n) ...	Analyse auf	Datum der Probenahme
KRB 05		BP	01	0,00	1,00	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	02	1,00	2,25	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	03	2,25	3,00	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	04	3,00	4,00		Rückstellprobe	19.05.2021
		BP	05	4,00	5,00		Rückstellprobe	19.05.2021
		BP	06	5,00	6,00		Rückstellprobe	19.05.2021
		BP	07	6,00	7,00		Rückstellprobe	19.05.2021
KRB 06		BP	01	0,00	1,00	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	02	1,00	2,00	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	03	2,00	3,00	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	04	3,00	4,00		Rückstellprobe	19.05.2021
		BP	05	4,00	5,00		Rückstellprobe	19.05.2021
		BP	06	5,00	6,00		Rückstellprobe	19.05.2021
		BP	07	6,00	7,00		Rückstellprobe	19.05.2021
KRB 07		BP	01	0,00	0,25	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	02	0,25	1,00	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	03	1,00	2,00	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	04	2,00	3,00	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	05	3,00	4,50		Rückstellprobe	19.05.2021
KRB 08		BP	01	0,00	0,10	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	02	0,10	1,00	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021
		BP	03	1,00	1,50	MP 05	LAGA Boden	19.05.2021

Probenbezeichnung				von...	bis...	Einzelprobe auch Teil	Analyse auf	Datum der Probenahme
Aufschlusstyp	Aufschlussnummer	Proben-Typ	Proben-Nr.	[m u. GOK]	[m u. GOK]	von Mischprobe(n) ...		

Übersicht der zusammengestellten Mischproben

Die Mischprobe: **MP 05** beinhaltet folgende Einzelproben:

KRB 05	BP 01
KRB 05	BP 02
KRB 05	BP 03
KRB 06	BP 01
KRB 06	BP 02
KRB 06	BP 03
KRB 07	BP 01
KRB 07	BP 02
KRB 07	BP 03
KRB 07	BP 04
KRB 08	BP 01
KRB 08	BP 02
KRB 08	BP 03

Standardlegende der Analyse-/Feldparameter:

BBodSchV Tab 1.4	: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), Tabelle 1.4 Prüf - und Maßnahmenwerte nach § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes
BBodSchV Tab2.2	: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), Tabelle 2.2 Prüf - und Maßnahmenwerte nach § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 und 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes
BTEX	: Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe
DepV	: Deponieverordnung
DOC	: Dissolved Organic Carbon (gelöster organischer Kohlenstoff)
Eckpunkte-Papier	: Leitfaden zum Eckpunkte-Papier Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen. Bayer. Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltschutz
GWS-VwV	: GWS-VwV Hessen - Verwaltungsvorschrift, Anlage 1.1 und Anlage 1.2 ohne Anlage 3 (PSMBP + STV)
HHA Bd3 T2 Tab12	: Parameterliste nach Hessisches Handbuch Altlasten Band 3, Teil 2, Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Schadensfällen, Wiesbaden 2014 - Tabelle 12 Bodenluft (Altablagerungen – diffuser Verdacht).
HHA Bd3 T2 Tab3	: Parameterliste nach Hessisches Handbuch Altlasten Band 3, Teil 2, Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Schadensfällen, Wiesbaden 2014 - Tabelle 3 Grundwasser (Altablagerungen)
Korngrößenverteilung	: gem. DIN N ISO 17892-4
LAGA	: Parameter der LAGA (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Technische Regeln vom 06.11.1997 bzw. Technische Regeln Boden vom 05.11.2004)

Probenbezeichnung									
Aufschlusstyp	Aufschlussnummer	Proben-Typ	Proben-Nr.	von... [m u. GOK]	bis... [m u. GOK]	Einzelprobe auch Teil von Mischprobe(n) ...		Analyse auf	Datum der Probenahme
LHKW								: Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe	
MKW								: Mineralöl-Kohlenwasserstoffe	
PAK								: Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	
PCB								: Polychlorierte Biphenyle	
PFC								: Per- und polyfluorierte Chemikalien	
PFT								: Perfluorierte Tenside gemäß ALEX-Informationsblatt 29	
Rückstellprobe								: Probe, die nur im Bedarfsfall untersucht wird	
SM								: Schwermetalle (Pb,Cd,Cr,Cu,Ni,Hg,Zn) zzgl. Arsen	
Teerererkennung								: PAK-EPA (FS) + Phenolindex (S4-EL) zur Einstufung nach RuVA-StB 01	
TMB								: Trimethylbenzole	
TOC								: Total Organic Carbon	
VC								: Vinylchlorid	
Verfüllrichtlinie								: Hessen, Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen (17. Februar 2014)	
Zustandsgrenzen								: gem. DIN EN ISO 17892-12	

Anlage 9

Befund – Umweltchemische Analyse gem. LAGA Boden (Hess.
Baumerkblatt)

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HYDRODATA GMBH
 GATTENHÖFER WEG 29
 61440 Oberursel

Datum 31.05.2021
 Kundennr. 27014135

PRÜFBERICHT 3154927 - 757542

Auftrag 3154927 2021035 Obergasse 23, Usingen
 Analysenr. 757542 Mineralisch/Anorganisches Material
 Probeneingang 27.05.2021
 Probenahme 25.05.2021
 Probenehmer Auftraggeber (Göttlich)
 Kunden-Probenbezeichnung MP 05

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Gesamtfraktion			DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz %	88,2	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Kohlenstoff(C) organisch (TOC) %	0,20	0,1	DIN EN 15936 : 2012-11
Cyanide ges. mg/kg	<0,3	0,3	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX mg/kg	<1,0	1	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß			DIN EN 13657 : 2003-01
Arsen (As) mg/kg	9,9	0,8	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb) mg/kg	36	2	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd) mg/kg	<0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr) mg/kg	53	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu) mg/kg	37	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni) mg/kg	110	1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg) mg/kg	0,06	0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl) mg/kg	0,1	0,1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn) mg/kg	130	2	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40 mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthen mg/kg	0,06	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthen mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthen mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenz(ah)anthracen mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Datum 31.05.2021
 Kundennr. 27014135

PRÜFBERICHT 3154927 - 757542

Kunden-Probenbezeichnung **MP 05**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	0,060 ^{x)}		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Dichlormethan</i>	mg/kg	<0,2	0,2	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>cis-1,2-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>trans-1,2-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlormethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>1,1,1-Trichlorethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlormethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
LHKW - Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Benzol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Toluol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Ethylbenzol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
Summe BTX	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB-Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert		9,2	0	DIN 38404-5 : 2009-07
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	125	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	2,2	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfat (SO4)	mg/l	19	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10
Arsen (As)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28
www.agrolab.de



Datum 31.05.2021
Kundennr. 27014135

PRÜFBERICHT 3154927 - 757542

Kunden-Probenbezeichnung **MP 05**

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

*Beginn der Prüfungen: 27.05.2021
Ende der Prüfungen: 31.05.2021*

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

**AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung**

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2018 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

Anlage 10

Auswertung – Umweltchemische Analyse gem. LAGA Boden
(Hess. Baumerkblatt)

Projekt	2021035 Obergasse 23, Usingen						
AUFTRAGSNUMMER							3154927
ANALYSENNUMMER							757542
PROBENBEZEICHNUNG							MP 05
Anzuwendende Klasse(n)							Z 1.2
PARAMETER	EINHEIT	METHODE	Z 0 (Lehm/Schluff)	Z 0*	Z 1	Z 2	
Feststoff							
TOC	%	DIN EN 13137 : 2001-12	0,5	0,5	1,5	5	0,2
EOX	mg/kg	DIN 38414-17 : 2017-01	1	1	3	10	<1,0
Cyanide ges.	mg/kg	DIN EN ISO 17380 : 2013-10	1		3	10	<0,3
Arsen (As)	mg/kg	DIN EN ISO 11885 : 2009-09	15	15	45	150	9,9
Blei (Pb)	mg/kg	DIN EN ISO 11885 : 2009-09	70	140	210	700	36
Cadmium (Cd)	mg/kg	DIN EN ISO 11885 : 2009-09	1	1	3	10	<0,2
Chrom (Cr)	mg/kg	DIN EN ISO 11885 : 2009-09	60	120	180	600	53
Kupfer (Cu)	mg/kg	DIN EN ISO 11885 : 2009-09	40	80	120	400	37
Nickel (Ni)	mg/kg	DIN EN ISO 11885 : 2009-09	50	100	150	500	110
Quecksilber (Hg)	mg/kg	DIN EN ISO 12846 : 2012-08 (mod.)	0,5	1	1,5	5	0,06
Thallium (Tl)	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02	0,7	0,7	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	DIN EN ISO 11885 : 2009-09	150	300	450	1500	130
MKW C10-C22 (GC)	mg/kg	DIN EN 14039 : 2005-01	100	200	300	1000	<50
MKW C10-C40 (GC)	mg/kg	DIN EN 14039 : 2005-01		400	600	2000	<50
Benzo(a)pyren	mg/kg	DIN ISO 18287 : 2006-05	0,3	0,6	0,9	3	<0,05
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	Berechnung aus Einzelparameter	3	3	3	30	0,06
LHKW - Summe	mg/kg	Berechnung aus Einzelparameter	1	1	1	1	n.b.
Summe BTX	mg/kg	Berechnung aus Einzelparameter	1	1	1	1	n.b.
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	Berechnung aus Einzelparameter	0,05	0,1	0,15	0,5	n.b.
Eluat							
			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	
pH-Wert		DIN 38404-5 : 2009-07	9	9	12	12	9,2
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	DIN EN 27888 : 1993-11	500	500	1000	1500	125
Chlorid (Cl)	mg/l	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07	10	10	20	30	2,2
Sulfat (SO4)	mg/l	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07	50	50	100	150	19
Phenolindex	mg/l	DIN EN ISO 14402 : 1999-12	0,01	0,01	0,05	0,1	<0,01
Cyanide ges.	mg/l	DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10	0,01	0,01	0,05	0,1	<0,005
Arsen (As)	mg/l	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02	0,01	0,01	0,04	0,06	<0,005
Blei (Pb)	mg/l	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02	0,02	0,04	0,1	0,2	<0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02	0,002	0,002	0,005	0,01	<0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02	0,015	0,03	0,075	0,15	<0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02	0,05	0,05	0,15	0,3	<0,005
Nickel (Ni)	mg/l	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02	0,04	0,05	0,15	0,2	<0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	DIN EN ISO 12846 : 2012-08	0,0002	0,0002	0,001	0,002	<0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02	0,001	0,001	0,003	0,005	<0,0005
Zink (Zn)	mg/l	DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02	0,1	0,1	0,3	0,6	<0,05

n.b. = nicht berechenbar

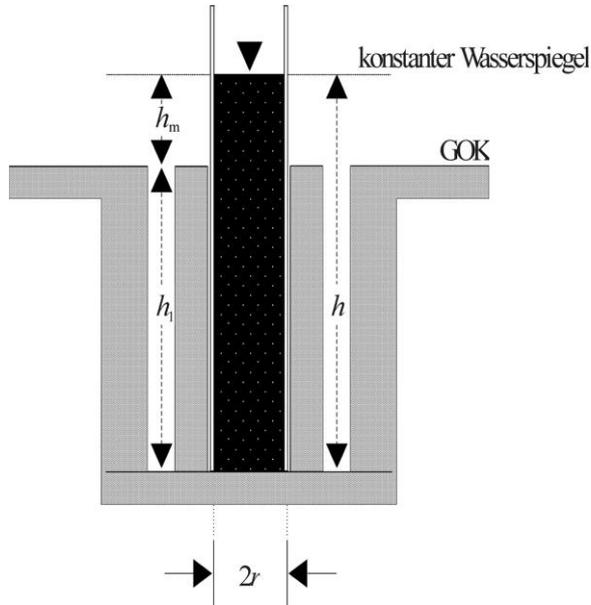
- Z 0 Merkblatt Entsorgung von Bauabfällen (Boden)
- Z 0* bzw. Z 1.1 Merkblatt Entsorgung von Bauabfällen (Boden)
- Z 1 bzw. Z 1.2 Merkblatt Entsorgung von Bauabfällen (Boden)
- Z 2 Merkblatt Entsorgung von Bauabfällen (Boden)
- Überschreiter Z 2 Merkblatt Entsorgung von Bauabfällen (Boden)

Anlage 11

Versuchsprotokoll - Versickerungsversuch

**Versickerungsversuch - Open-End-Test
gemäß USBR (Earth-Manual 1974)**

Projekt : **Obergasse 23, Usingen**
Projekt-Nr. : **2021035**



Messstelle: **KRB 08**

Datum: 19.05.2021

Wetter: regnerisch

Bodenart: Felszersatz

Dauer (hh:mm:ss): 00:45:00

h_m [m über GOK]: 0

h₁ [m unter GOK]: 2,45

2r [m]: 0,08

Dauer (hh:mm:ss):	Wasserzugabe [l]:
00:10:00	0,7
00:20:00	1,3
00:45:00	2,3

Formel Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigter Zustand)

$$k_{f,g} = \frac{Q}{5,5 * r * h} \quad [m/s]$$

Parameter	Einheit	
q	verbrauchte Wassermenge	[m³] 0,0023
t	Versuchsdauer	[s] 2700
r	Innenradius ausgebautes Bohrloch	[m] 0,04
h	Druckhöhe= h _m +h ₁	[m] 2,45
Q	Wassermenge pro Zeit	[m³/s] 1,17E-06
k _f	Wasserdurchlässigkeits-beiwert	[m/s] 1,58E-06

