

Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure

Bodengutachten für das Bauvorhaben:

Neubau Grüner Mobilhof GL

in Bergisch Gladbach-Bensberg

Auftraggeber: Regionalverkehr Köln GmbH
Theodor-Heuss-Ring 19
50668 Köln

Bearbeiter: Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure
Felderweg 12
51688 Wipperfürth
Tel.: 02268/894530
Fax.: 02268/8945333

Erstellt im: Januar 2021

Auftrags-Nr.: 21-6351

Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. AUFTRAG	4
2. STANDORTBESCHREIBUNG, PLANUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG	4
3. VERWENDETE UNTERLAGEN	5
4. GEOLOGIE	5
5. METHODIK	6
5.1 Felduntersuchungen	6
5.2 Laboruntersuchungen	6
6. ERGEBNISSE	7
6.1 Schichtung des Untergrundes	7
6.2 Untergrundwasser	9
6.3 Hydraulische Leitfähigkeit des Untergrundes	9
7. SCHADSTOFFE IM BODEN UND DESSEN ENTSORGUNG	10
7.1 Verwertung von Böden nach TR LAGA Boden 2004	10
7.2 Beseitigung von Böden nach Deponieverordnung 2009	11
8. BODENMECHANISCHE, BAUTECHNISCHE UND TEKTONISCHE BEURTEILUNGEN	11
8.1 Bodenmechanische Kennwerten und Bodenklassifizierung nach alter Normung	11
8.2 Bautechnische Eigenschaften	13
8.3 Tektonische Beanspruchung	14
9. HOMOGENBEREICHE	15
9.1 Festlegung der benötigten Gewerke	15
9.2 Festlegung der Homogenbereiche	15
9.3 Parametersätze für die Homogenbereiche	15

10. ALLGEMEINE BEURTEILUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE FÜR DIE GEPLANTE BEBAUUNG	17
11. EMPFEHLUNGEN ZUR HERSTELLUNG DES DAMMS	19
11.1 Empfehlungen zur Herstellung der Dammaufstandsbasis	19
11.2 Empfehlungen zur Vorgehensweise im Abtragsgebiet	19
11.3 Empfehlungen zur Herstellung des Dammkörpers	19
11.4 Empfehlungen zur Qualität von angelieferten Böden	20
11.5 Empfehlungen zum Anlegen der Böschungen	21
11.6 Hinweise zur Entwässerung der Böschung und der Dammfläche während der Bauphase	21
12. ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN ZUR GRÜNDUNG DER GEPLANTEN GEBÄUDE	22
12.1 Hinweise zur Gründung	22
12.2 Abdichtung erdberührter Bauteile	23
13. BEURTEILUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE FÜR DIE BEFESTIGTEN VERKEHRSLÄCHEN	23
14. BEURTEILUNGEN UND EMPFEHLUNGEN ZUR VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSERABFLÜSSEN	24
15. SCHLUSSBEMERKUNGEN	24

Im Anhang sind dargestellt:

- Anlage 1: Lageplan mit Bohransatzpunkten
- Anlage 2: Bohrprofile und Rammdiagramme
- Anlage 3: Dokumentation der Versickerungsversuche (Open-End-Tests)
- Anlage 4: Prüfberichte der Eurofins Umwelt West GmbH

1. Auftrag

Die Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure wurde mit Schreiben vom 08.12.2020 von der Regionalverkehr Köln GmbH mit der Erstellung eines Bodengutachtens für den Neubau des Grünen Mobilhofs GL in Bergisch Gladbach beauftragt.

2. Standortbeschreibung, Planungen und Aufgabenstellung

Standortbeschreibung:

Der Standort für den neuen Grünen Mobilhof GL liegt im Stadtteil Bensberg von Bergisch Gladbach unmittelbar nördlich der Autobahnausfahrt Bensberg. Die ca. 1 ha große Fläche besitzt einen dreieckigen Grundriss und wird im Nordwesten von dem bogenförmig verlaufenden Autobahnzubringer Friedrich-Ebert-Straße begrenzt. Die östliche Grenze bildet ein PKW-Parkplatz des Technologieparks Bergisch Gladbach. Die südliche Grenze des Grundstückes verläuft durch eine Waldparzelle, die weiter südlich von der Overather Straße begrenzt wird.

Das Untersuchungsgebiet ist unbebaut. Es fällt stark nach Südwesten ein und wird von einem Laubmischwald eingenommen, der in jüngster Vergangenheit stark ausgedünnt wurde. Der Höhenunterschied auf dem Grundstück beträgt ca. 22 m. Dabei ist das Gefälle auf dem Grundstück ist größer als das der Friedrich-Ebert-Straße. Es liegt im Südwesten mehrere Meter tiefer und im Norden ungefähr auf gleicher Höhe wie diese. Im Südwesten verläuft die Friedrich-Ebert-Straße auf einem Straßendamm, der böschungartig von der untersuchten Fläche ansteigt.

Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb einer festgesetzten Wasserschutzzone. Es entwässerte ursprünglich nach Süden in den Holzer Bach. Die natürliche Abflussrichtung wurde durch die massiven Erdbewegungen im Zuge des Autobahnbaus allerdings stark verändert.

Planungen:

Die Planungen sehen den Neubau eines Busbetriebshofes auf dem Grundstück vor. Detaillierte Planungen liegen noch nicht vor. Aus den bisherigen Entwürfen geht aber hervor, dass ein L-förmiger Gebäudekomplex entstehen soll, dessen jeweils ca. 90 m langen Längsachsen entlang der östlichen und südlichen Grundstücksgrenzen positioniert werden.

Der Nord-Süd-verlaufende Gebäuderiegel soll zwei- bis dreigeschossig ausgelegt werden. In ihm werden das Lager, die Waschhalle, die Sozialräume, PKW-Stellplätze und eine PKW-Tankstelle untergebracht. Der Ost-West-verlaufende Riegel ist eingeschossig und dient als Stellplatz für die Busse. Der Höhenunterschied im Baufenster des Gebäuderiegels beträgt fast 13 m.

Es ist beabsichtigt das gesamte L-förmige Gebäude auf einer Kote zu gründen. Um eine ebene Gründungsfläche zu schaffen müssen im bergseitigen Bereich die anstehenden Böden mehrere Meter tief ausgekoffert und im südlichen Teil wieder aufgefüllt werden. Es werden also umfangreiche Erdarbeiten notwendig. Eine genaue Gründungshöhe ist noch nicht festgelegt.

Im südwestlichsten Teil des Grundstückes ist zusätzlich der Bau einer ca. 27 m x 23 m großen Technikhalle und einer Wasserstofftankstelle für die Busse geplant. Die Technikhalle

reicht dabei im Norden bis in den Straßendamm der Friedrich-Ebert-Straße. Das Gelände liegt hier deutlich tiefer als im Baufenster des großen L-förmigen Gebäudekomplexes. Allerdings beträgt auch hier der Höhenunterschied allein in der Grundfläche der Technikhalle mehr als 7 m. Deshalb werden hier ebenfalls umfangreichere Erdarbeiten notwendig, um eine ebene Gründungssohle zu schaffen. Eine Gründungshöhe ist noch nicht festgelegt. Eventuell erhält die Technikhalle einen Teilkeller.

Die Niederschlagsabflüsse von den Dachflächen der geplanten Bebauung sollen möglichst dezentral auf den Grundstücken versickert werden.

Aufgabenstellung:

Aufgabe des vorliegenden Gutachtens ist es, die Untergrundsichtung und die Untergrundwasserverhältnisse auf dem Grundstück zu erfassen und hinsichtlich der geplanten Bebauung, der möglichen Entsorgung von Bodenaushub sowie der Möglichkeit zur Versickerung von Niederschlagsabflüssen baugrundtechnisch und hydrogeologisch zu beurteilen. Zusätzlich sollen für die Gründung von Gebäuden allgemeine baugrundtechnische Angaben gemacht werden.

Eine Übersicht des Untersuchungsgebietes ist in Anlage 1 dargestellt.

3. Verwendete Unterlagen

Dem Gutachter standen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt C 5106 Köln.
- Übersichtspläne der Entwürfe für die Ebenen 0-3 vom 05.01.2021 im Maßstab 1:500.

4. Geologie

Das Untersuchungsgrundstück befindet sich großräumig gesehen im rechtsrheinischen Schiefergebirge.

Der tiefere Untergrund wird durch die Tonsteine der unterdevonischen Bensberger Schichten aufgebaut. Innerhalb der Tonsteine sind bereichsweise sandige Schluffsteine oder Feinsandsteine eingeschaltet. Die Bensberger Schichten werden in der Umgebung des Untersuchungsgebietes vereinzelt von Resten tertiärer Sande oder auch Hauptterrassenablagerungen des Rheins überlagert.

Darüber hinaus sind in Tälern und Siefen quartäre Bachablagerungen ausgebildet. In der Regel werden diese von einem Bachschotter gebildet, denen ein Bachlehm auflagert.

In den ansteigenden Bereichen von Talhängen fehlen die Bachsedimente. Das Grundgebirge wird hier erst von kiesig-schluffigen Verwitterungsprodukten (insbesondere Verwitterungsschutt) und dann von Hanglehmen überlagert.

Die Lockersedimente sind hydraulisch als Porengrundwasserleiter, das Grundgebirge als Kluftgrundwasserleiter wirksam.

5. Methodik

5.1 Felduntersuchungen

Die Bodenuntersuchungen wurden am 14.01.2021 und 15.01.2021 durchgeführt. Zur Untergrunderschließung des Grundstückes wurden insgesamt 30 Kleinrammbohrungen und 16 Schwere Rammsondierungen durchgeführt.

Alle Bohransatzpunkte wurden vom Unterzeichner festgelegt und von den Vermessern des Rheinisch Bergischen Kreises im Gelände ausgepflockt und höhenmäßig in m NN aufgenommen.

In den Bohrlöchern der sechs südlichen Bohrungen KRB 21 sowie KRB 23 bis KRB 27 wurde je ein Versickerungsversuch (Open-End-Test) zur Ermittlung der hydraulischen Leitfähigkeit des Untergrundes durchgeführt.

Die Lage der Sondieransatzpunkte ist dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen.

5.2 Laboruntersuchungen

Bodenmechanische Untersuchungen:

Die Bodenansprache erfolgte nach DIN EN ISO 22475-1 und organoleptisch. Auf bodenmechanische Laboruntersuchungen wurde verzichtet. Eine repräsentative Beschreibung der Bodenschichten und Einordnung in Homogenbereiche sowie die Benennung nach alter Normung ist aufgrund der geologischen Feinaufnahme des Bohrguts möglich.

Chemische Untersuchungen:

Aus den angetroffenen Bodenschichten wurden vier Bodenmischproben zusammengestellt und zur Klärung der Entsorgung chemisch analytisch untersucht.

Die Probenbezeichnungen, die Entnahmeorte, sowie der Untersuchungsumfang sind in der nachfolgenden Tabelle 5.2 dargestellt. Mit den Untersuchungen wurde die Eurofins Umwelt West GmbH in Wesseling beauftragt. Die Eurofins Umwelt West GmbH verfügt über eine Akkreditierung für die Durchführung chemischer und chemisch/physikalischer Analytik gemäß der deutschen Akkreditierungsstelle "Chemie" unter der Dach-Registriernummer DAC-PL-14078-01-00.

Tabelle 5.2: Übersicht quantitativ-chemische Untersuchungen

Probe	Entnahmeort / Einzelproben	Bodenart	Untersuchungsumfang
Bodenproben			
MP 1	Mischprobe von den organoleptisch unauffälligen aufgefüllten Böden der Bohrungen KRB 2, 4, 6, 10, 15, 20. Zusammengestellt aus den Einzelproben: 2/1, 4/1, 6/1, 10/1, 15/1 und 20/1.	Boden	LAGA TR Boden 2004 und Deponieverordnung 2009; DK0
MP 2	Mischprobe von den sandigen Terrassenablagerungen aus den Bohrungen KRB 7, 11, 12, 16, 17, 21, 22, 24 und 28. Zusammengestellt aus den Einzelproben: 7/1, 11/1, 12/1, 16/1, 17/1, 21/1, 22/1, 24/1 und 28/1.	Boden	LAGA TR Boden 2004 und Deponieverordnung 2009; DK0
MP 3	Mischprobe von dem Hanglehm aus den Bohrungen KRB 1, 3, 5, 8, 13, 14, 19, 23, 27, 29 und 30. Zusammengestellt aus den Einzelproben: 1/1, 3/1, 5/1, 8/1, 13/1, 14/1, 19/2, 23/1, 27/1, 29/1 und 30/1.	Boden	LAGA TR Boden 2004 und Deponieverordnung 2009; DK0
MP 4	Mischprobe von dem Verwitterungslehm und vom Grundgebirge aus Ton- und Schluffstein und seltener Sandstein aus allen abgeteufte Bohrungen KRB 1 bis KRB 30. Zusammengestellt aus der jeweils tiefsten entnommenen Probe jeder Bohrung.	Boden	LAGA TR Boden 2004 und Deponieverordnung 2009; DK0

6. Ergebnisse

6.1 Schichtung des Untergrundes

Die Ergebnisse der Sondierungsarbeiten sind in Form von Bohr- und Rammdiagrammen in Anlage 2 zum Gutachten dokumentiert. Im gesamten Untersuchungsbereich wurde bis zu den Bohrendteufen von maximal 4,4 m unter GOK ein mehrschichtiger Untergrundaufbau angetroffen, an dem die folgenden Schichten beteiligt sind:

- Mutterboden
- Auffüllungen
- Hanglehm
- Sandablagerungen der Hauptterrasse
- Verwitterungslehm
- Grundgebirge

Nachfolgend werden die erbohrten Schichten allgemein beschrieben. Einzelheiten und Schichtmächtigkeiten sind den Bohrprofilen und Rammdiagrammen in der Anlage 2 zu entnehmen.

Mutterboden:

Der Mutterboden bildet im gesamten Untersuchungsgebietes mit Ausnahme des Parkplatzes entlang der östlichen Grenze das oberste Schichtglied. Er ist zwischen 10 cm und 60 cm dick und in weiten Bereichen umgelagert.

Auffüllung:

Aufgefüllte Böden wurden nur in geringem Umfang auf dem Parkplatz am östlichen Rand des Grundstücks erbohrt. Es handelt sich hierbei gemäß Bodenansprache ausschließlich um regionaltypische Böden. Die Korngrößenverteilung innerhalb der Auffüllung ist sehr heterogen

und folgt keinen Gesetzmäßigkeiten. Von der Schluff- bis zur Kiesfraktion sind alle Korngrößen am Aufbau der aufgefüllten Böden beteiligt. Häufig weisen die aufgefüllten Schichten hohe Feinkornanteile und bindige bodenmechanische Eigenschaften auf. Bereiche mit geringen Feinkornanteilen besitzen nichtbindige bodenmechanischen Eigenschaften. Die Konsistenzen schwanken in der Regel von weich bis steif, die Lagerungsdichte kann mit locker bezeichnet werden. Die Mächtigkeit der Auffüllung erreicht maximal 1,1 m.

Handlehm:

Als erstes gewachsenes Schichtglied tritt in 11 der 30 Bohrungen ein Handlehm auf. Er ist besonders im östlichen Teil des Grundstückes verbreitet und wird von einem weich- bis steifplastischen tonigen Schluff mit schwankenden Anteilen an Kies aufgebaut. Die Schichtunterkante des Handlehms reicht bis in Teufen zwischen 0,6 m und maximal 1,4 m unter GOK.

Sandablagerungen der Hauptterrasse:

In 9 der 30 Bohrungen tritt als erstes gewachsenes Schichtglied anstelle des Handlehms ein Mittelsand auf, der vermutlich der Hauptterrasse des Rheins zugeordnet werden kann. Er ist besonders im westlichen Teil des Grundstückes verbreitet, das morphologisch tiefer liegt als der östliche und nördliche Teil, wo der Handlehm auftritt. Dem Mittelsand sind schwankende Anteile an Schluff beigemischt. Zumeist sind die Feinkornanteile gering und der Sand besitzt nichtbindige bodenmechanische Eigenschaften bei lockerer Lagerung. Es treten aber auch immer wieder Bereiche mit erhöhten Feinkornanteilen auf. Diese besitzen bindige bodenmechanischen Eigenschaften und eine weich- bis steifplastische Konsistenz. Die Schichtunterkanten der Terrassensande wurden zumeist in Teufen zwischen 0,6 m und 1,6 m erbohrt. Lediglich in der Bohrung KRB 22 im südwestlichen Teil der untersuchten Fläche reicht der Sand bis in eine Teufe von 3 m unter GOK.

Verwitterungslehm und Grundgebirge:

Unter den zumeist nur geringmächtigen jungen Ablagerungen aus Handlehm oder Terrassensand wurde unmittelbar das Grundgebirge erbohrt. Es tritt zumeist als Ton-, seltener als Ton- Schluffstein und nur einmal als Sandstein auf.

Das Grundgebirge ist so stark verwittert, dass es an der Oberfläche teilweise als Verwitterungslehm ausgebildet ist. Dieser setzt sich aus einem Ton und Schluff mit geringen Kiesanteilen und halbfester Konsistenz zusammen. Der Verwitterungslehm tritt ohne räumliche Gesetzmäßigkeit in 10 Bohrungen auf und reicht selten tiefer als 1,5 m unter GOK. Lediglich in der nördlichsten Bohrung KRB 30 wurde er bis in eine Teufe von 2,8 m angetroffen.

Auch das Grundgebirge ist im Liegenden des Verwitterungslehms, oder da, wo der Verwitterungslehm fehlt, immer noch so stark verwittert, dass es keine reinen Festgesteinseigenschaften aufweist. Vielmehr kann im Grundgebirge eher ein fließender Übergang von den bodenmechanischen Eigenschaften eines bindigen Lockergesteins aus Ton und Schluff mit fester Konsistenz zu einem stark entfestigten Ton- und Schluffstein mit annähernden Festgesteinseigenschaften konstatiert werden. Dies ist im Hinblick auf die Wiedereinbaufähigkeit von hoher Bedeutung (s.u.).

6.2 Untergrundwasser

In einer der 30 angesetzten Bohrungen wurde freies Untergrundwasser in Form von Schichtenwasser angetroffen. Es handelt sich hierbei um die Bohrung KRB 1, in der in einer Teufe von 2,66 m Schichtenwasser eingemessen wurde. Die Böden in allen anderen Bohrungen wurden einheitlich mit feucht angesprochen.

6.3 Hydraulische Leitfähigkeit des Untergrundes

Zur Bestimmung der hydraulischen Leitfähigkeit des Untergrundes wurde in 6 der 30 Bohrlöcher je ein Versickerungsversuch durchgeführt. Die dabei ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) repräsentieren die hydraulische Leitfähigkeit des Bodens unterhalb der Versuchsteufen. Die Tabelle 6.3 gibt eine Übersicht der ermittelten k_f -Werte. Die Versuchsanordnungen sind in Anlage 3 aufgeführt.

Tabelle 6.3: Ergebnisse der Durchlässigkeitsbestimmungen

Sondierung	Versuchsteufe [m u. GOK]	k_f -Wert [m/s]	Bodenschicht
KRB 21	4,0	$3,5 \times 10^{-6}$	Genese unsicher, vermutlich zersetzter Sandstein
KRB 23	3,3	$2,0 \times 10^{-6}$	zersetzter bis stark entfestigter Ton- und Schluffstein
KRB 24	3,5	$1,8 \times 10^{-7}$	zersetzter bis stark entfestigter Tonstein
KRB 25	2,7	kein Abfluss	stark entfestigter Tonstein
KRB 26	2,5	$2,3 \times 10^{-7}$	stark entfestigter Tonstein
KRB 27	2,5	$1,7 \times 10^{-7}$	stark entfestigter Tonstein

7. Schadstoffe im Boden und dessen Entsorgung

7.1 Verwertung von Böden nach TR LAGA Boden 2004

In der nachfolgenden Tabelle 7.1 sind die Verwertungsmöglichkeiten nach TR LAGA Boden 2004 zusammengefasst.

Tabelle 7.1: Verwertungsmöglichkeiten der Aushubböden

Probe	Probenart/ Entnahmeort / Einzelproben	Einstufung nach TR LAGA Boden 2004	bodenmechanische Eignung
MP 1	Mischprobe von den organoleptisch unauffälligen aufgefüllten Böden der Bohrungen KRB 2, 4, 6, 10, 15, 20. Zusammengestellt aus den Einzelproben: 2/1, 4/1, 6/1, 10/1, 15/1 und 20/1.	Die Einstufung ist: > Z 2 Feststoffüberschreitungen: pH-Wert > Z 2 Eluatüberschreitungen: pH-Wert > Z 2	nicht geeignet
MP 2	Mischprobe von den sandigen Terrassenablagerungen aus den Bohrungen KRB 7, 11, 12, 16, 17, 21, 22, 24 und 28. Zusammengestellt aus den Einzelproben: 7/1, 11/1, 12/1, 16/1, 17/1, 21/1, 22/1, 24/1 und 28/1.	Die Einstufung ist: > Z 2 Feststoffüberschreitungen: pH-Wert > Z 2 Eluatüberschreitungen: pH-Wert > Z 2	mäßig geeignet
MP 3	Mischprobe von dem Hanglehm aus den Bohrungen KRB 1, 3, 5, 8, 13, 14, 19, 23, 27, 29 und 30. Zusammengestellt aus den Einzelproben: 1/1, 3/1, 5/1, 8/1, 13/1, 14/1, 19/2, 23/1, 27/1, 29/1 und 30/1.	Die Einstufung ist: > Z 2 Feststoffüberschreitungen: pH-Wert > Z 2 Eluatüberschreitungen: pH-Wert > Z 2	schlecht geeignet
MP 4	Mischprobe von dem Verwitterungslehm und vom Grundgebirge aus Ton- und Schluffstein und seltener Sandstein aus allen abgeteufte Bohrungen KRB 1 bis KRB 30. Zusammengestellt aus der jeweils tiefsten entnommenen Probe jeder Bohrung.	Die Einstufung ist: > Z 2 Feststoffüberschreitungen: pH-Wert > Z 2 Zink > Z 0* aber < Z1.1 Kupfer, Quecksilber > Z 0 aber < Z0* Eluatüberschreitungen: pH-Wert > Z 2	schlecht bis mäßig geeignet

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass die Böden nach TR LAGA Boden 2004 und nach jetzigem Kenntnisstand nicht wiederverwertet werden dürfen. Grund dafür sind die sehr niedrigen pH-Werte. Da diese Messwerte alle vier untersuchten Proben betreffen und die niedrigen pH-Werte sowohl in der Originalsubstanz wie auch im wässrigen Auszug auftreten, sind Probennahme- oder Messfehler unwahrscheinlich. Der Unterzeichner ist dennoch der Auffassung, dass ein Wiederaufbau der Böden angestrebt werden sollte: Es handelt sich bei den untersuchten Proben fast ausschließlich um gewachsenen Böden und nur untergeordnet um regionaltypische umgelagerte Böden, die keinerlei Auffälligkeiten aufweisen. Das Grundstück ist nie gewerblich oder industriell genutzt worden, Hinweise auf Verunreinigungen existieren nicht. Ein Wiedereinbau vor Ort ist nach Auffassung des Gutachters aus umwelthygienischer Sicht deshalb vertretbar. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass dies eine Einschätzung des Gutachters ist. Der Wiedereinbau der Böden muss von der Umweltbehörde des Rheinisch Bergischen Kreises genehmigt werden. Es sollte zeitnah der Kontakt gesucht

werden, um den Wiedereinbau der Böden auf dem Grundstück zu erwirken. Abschließend empfiehlt der Unterzeichner, erneut einige Bodenproben von dem Grundstück zu nehmen und diese erneut auf den pH-Wert untersuchen zu lassen.

7.2 Beseitigung von Böden nach Deponieverordnung 2009

In der nachfolgenden Tabelle 7.2 sind die Beseitigungsmöglichkeiten zusammengefasst.

Tabelle 7.2: Beseitigungsmöglichkeiten der Aushubböden

Probe	Entnahmestandorte	Einstufung nach DepV. 2009/ Überschreitungen
MP 1	Mischprobe von den organoleptisch unauffälligen aufgefüllten Böden der Bohrungen KRB 2, 4, 6, 10, 15, 20. Zusammengestellt aus den Einzelproben: 2/1, 4/1, 6/1, 10/1, 15/1 und 20/1.	Die Einstufung ist: DK III ph-Wert > DK II aber < DK III Glühverlust = DK I. Gleichwertig zu betrachtende TOC-Gehalt hält DK 0-Grezwert ein.
MP 2	Mischprobe von den sandigen Terrassenablagerungen aus den Bohrungen KRB 7, 11, 12, 16, 17, 21, 22, 24 und 28. Zusammengestellt aus den Einzelproben: 7/1, 11/1, 12/1, 16/1, 17/1, 21/1, 22/1,24/1 und 28/1.	Die Einstufung ist: DK III ph-Wert > DK II aber < DK III
MP 3	Mischprobe von dem Hanglehm aus den Bohrungen KRB 1, 3, 5, 8, 13, 14, 19, 23, 27, 29 und 30. Zusammengestellt aus den Einzelproben: 1/1, 3/1, 5/1, 8/1, 13/1, 14/1, 19/2, 23/1, 27/1, 29/1 und 30/1.	Die Einstufung ist: DK III ph-Wert > DK II aber < DK III
MP 4	Mischprobe von dem Verwitterungslehm und vom Grundgebirge aus Ton- und Schluffstein und seltener Sandstein aus allen abgeteufte Bohrungen KRB 1 bis KRB 30. Zusammengestellt aus der jeweils tiefsten entnommenen Probe jeder Bohrung.	Die Einstufung ist: DK III ph-Wert > DK II aber < DK III Glühverlust = DK I. Gleichwertig zu betrachtende TOC-Gehalt hält DK 0-Grezwert ein.

Die niedrigen pH-Werte führen auch bei der Einstufung nach der Deponieverordnung zuerst zu einer sehr ungünstigen Einstufung (DK III). Die Beseitigung von Aushubböden des Grundstückes auf einer DK III-Deponie ist dabei mit immensen Kosten verbunden. Allerdings ist laut Fußnote 8 der Deponieverordnung der pH-Wert kein alleiniges Ausschlusskriterium für eine Ablagerung auf einer DK 0 Deponie, sofern alle anderen Grenzwerte eingehalten werden, wie es bei den gewachsenen Böden des Grundstückes der Fall ist. Da es sich bei den Aushubböden auch nicht um gefährlichen Abfall handelt, sieht der Unterzeichner die Bedingungen für die Heranziehung der Fußnote als erfüllt an. Damit wäre voraussichtlich eine Ablagerung auf den DK-0 Deponien Großenscheidt in Hückeswagen oder Flaberg in Gummersbach möglich. Dies muss aber unbedingt noch mit den Deponiebetreibern abgestimmt werden.

8. Bodenmechanische, bautechnische und tektonische Beurteilungen

8.1 Bodenmechanische Kennwerten und Bodenklassifizierung nach alter Normung

Die bodenmechanischen Kennwerte und die Bodenklassifizierung der in den Bohrungen angetroffenen relevanten Bodenarten können aufgrund der Bodenansprache und Probenbeurteilung wie in den nachfolgend aufgeführten Tabellen 8.1.1 und 8.1.2 angenommen werden.

Tabelle 8.1.2: Bodenklassifizierung nach alter Normung

Bodenart	Bodenklassifizierung nach		Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB 94	Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-Stb 97
	DIN 18196	DIN 18300		
Auffüllung, Schluff, tonig, kiesig weich-steif	TM, TL, UM, UL, GT*, GU*	4, (2) ¹	F3	V3
Auffüllung, Sand, kiesig locker	GW, SW, GU, SU	3	F1	V1-V2
Hanglehm, Schluff, tonig, kiesig, weich-steif	TM, TL, UM, UL	4, (2*)	F3	F3
Terrassensande, Mittelsand, schluffig, locker	SW, SU, ST	3	F1	V1-V2
Terrassensande, Mittelsand, stark schluffig, weich-steif	ST*, SU*	4	F3	V3
Verwitterungslehm, Ton, Schluff, schwach kiesig, halbfest	TM, TL, UM, UL	4	F3	F3
Ton- und Schluffstein, zersetzt, fest, Lockergesteinseigenschaften	TM, TL, UM, UL	4-5	F3	V3
Ton- und Schluffstein, zersetzt bis stark entfestigt (Übergang zu Festgesteinseigenschaften)		5-6 unterhalb Bohrendteufen auch 7	F2	V2

¹ = bei Durchnässung und oder dynamischer Erregung

8.2 Bautechnische Eigenschaften

Auffüllungen, Hanglehm:

Aufgefüllte Böden treten voraussichtlich nur in vernachlässigbaren Mengen im östlichsten Teil der Maßnahme auf und werden deshalb nicht weiter besprochen.

Der Hanglehm ist dagegen an der Oberfläche auf dem untersuchten Grundstück weit verbreitet. Er ist nach DIN 18 196 überwiegend in die Bodengruppen TM, TL, UM und UL zu stellen (leicht bis mittelplastische plastische Schluffe und Tone). Der Boden ist sehr frostempfindlich. Nach ZTVE-StB 1997 gehört er der Frostempfindlichkeitsklasse F3 an. Er lässt sich der Verdichtbarkeitsklasse V3 zuordnen, was einer schlechten Verdichtbarkeit entspricht.

Erfahrungsgemäß ist der Hanglehm ohne zusätzliche Konditionierungsmaßnahmen zum Wiedereinbau nicht geeignet. Seine Wiedereinbaufähigkeit hängt in hohem Maß von dem Wassergehalt ab. Neben dem Umstand, dass der Boden mit einem Zuschlagsstoff behandelt werden muss, der das Wasser bindet, sind die Wiedereinbauarbeiten von den Witterungsbedingungen abhängig. Schon bei geringer Wasserzufuhr tritt eine deutliche Konsistenzverschlechterung ein. Verdichtbar ist der Boden dann nicht mehr. Voraussetzung für einen ordnungsgemäßen Einbau sind somit ausdrücklich gute Witterungsbedingungen.

Terrassensande:

Die Terrassensande sind den Bodenklassen ST*, SU*, ST, SU und SW zuzuordnen. Sie gehören damit sämtlichen Frostempfindlichkeitsklasse von F1 bis F3 und den Verdichtbarkeitsklassen V1 bis V3 an. Die Eignung zur Wiedereinbaufähigkeit ist damit entscheidend vom Feinkornanteil abhängig. Bei niedrigen Schluffanteilen ist noch eine gute Einbaufähigkeit gegeben, bei hohen Feinkornanteilen entspricht die Wiedereinbaufähigkeit der des Hanglehms.

Verwitterungslehm und zersetztes Grundgebirge:

Der Verwitterungslehm und das zersetzte Grundgebirge besitzen durchgehend Lockergesteinseigenschaften. Sie sind überwiegend in die Bodengruppen TM, TL, UM und UL zu stellen und gehören damit der Frostempfindlichkeitsklasse F3 und der Verdichtbarkeitsklasse V3 an. Es gelten im Wesentlichen die für den Hanglehm gemachten Angaben. Allerdings sind die Wassergehalte im Verwitterungslehm und im zersetzten Grundgebirge niedriger, wodurch auch eine etwas bessere Wiedereinbaufähigkeit gegeben ist. Die Beurteilung, dass es sich um sehr wasserempfindliche Böden handelt, gilt aber auch hier. Bei schlechter Witterung ist ein Einbau unmöglich. Die angetroffenen Konsistenzen stellen darüber hinaus eine Momentaufnahme dar. Es ist nicht auszuschließen, dass bei Beginn der Erdarbeiten höhere Wassergehalte im Boden vorhanden sind. Dann werden auch für den Verwitterungslehm und das zersetzte Grundgebirge zusätzliche Konditionierungsmaßnahmen notwendig, um einen fachgerechten Wiedereinbau zu ermöglichen.

stark entfestigtes Grundgebirge:

Die geringeren Feinkornanteile der weniger stark verwitterten Grundgebirgsschichten legen den Schluss nah, dass das Bodenmaterial eine gute Eignung zum Wiedereinbau besitzt. Dies ist grundsätzlich richtig. Langjährige Erfahrungen zeigen aber, dass selbst wenig verwitterte Grundgebirgsschichten, die beim Lösen den Bodenklasse 6 und 7 zugeordnet werden müssen, nach den Vorgängen Lösen-Laden-Fahren-Einbauen-Verdichten so hohe Feinkornanteile besitzen, dass sie bei ungünstigen Witterungsbedingungen nicht einbaufähig sind. Dies bedeutet, trotz des höheren Aufwandes beim Lösen, ist keinesfalls ein unkomplizierter Wiedereinbau sichergestellt. Durch den Einsatz schwerer Verdichtungsgeräte (Polygonwalze) werden die Stein- und die Kiesfraktion häufig so zerkleinert, dass die abgewalzte Oberfläche in weiten Teilen den Eindruck eines glatten bindigen Bodens macht. Dabei muss berücksichtigt werden, dass nur Steine mit maximal ca. 25 cm Kantenlänge eingebaut werden dürfen. Fallen beim Lösen größere Gesteinsbrocken an, müssen diese vor dem Wiedereinbau gebrochen werden.

Trotz der insgesamt besseren Verwendbarkeit sind die Böden (nach dem Einbau) in die Bodengruppen GT* und GU*, die Frostempfindlichkeitsklasse F3 und die Verdichtbarkeitsklasse V2 zu stellen. Auch Böden, die aus dem stark verwitterten Grundgebirge gewonnen wurden, sind wasserempfindlich.

8.3 Tektonische Beanspruchung

Nach DIN 4149:2005-04 liegt das Bauvorhaben in der Erdbebenzone 0 und der Untergrundklasse R.

9. Homogenbereiche

9.1 Festlegung der benötigten Gewerke

Für das o.g. Bauvorhaben ist nach Auffassung des Unterzeichners nur das Gewerk Erdarbeiten (ATV DIN 18300) zu berücksichtigen, für das Homogenbereiche festzulegen sind.

9.2 Festlegung der Homogenbereiche

Die nachfolgende Tabelle 9.2. enthält eine Zusammenstellung der angetroffenen Bodenschichten zu Homogenbereichen für das Gewerk Erdarbeiten.

Bei der Einteilung der angetroffenen Bodenschichten in Homogenbereiche ist für das Gewerk Erdarbeiten (ATV DIN 18300), neben dem zu betreibenden technischen Aufwand, auch die chemische Analytik zu berücksichtigen. Im Hinblick auf diese Thematik wird auf das Kapitel 7 verwiesen. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Böden uneingeschränkt auf dem Grundstück wiederverwertet oder auf einer DK-0 Deponie beseitigt werden können.

Tabelle 9.2: Zusammenstellung der angetroffenen Bodenschichten zu Homogenbereichen

Boden- Felsschicht	Homogenbereich für das Gewerk Erdbau DIN 18300
Auffüllung, Schluff, tonig, kiesig weich-steif	1
Auffüllung, Sand, kiesig locker	1
Hanglehm, Schluff, tonig, kiesig, weich-steif	1
Terrassensande, Mittelsand, schluffig, locker	1
Terrassensande, Mittelsand, stark schluffig, weich-steif	1
Verwitterungslehm, Ton, Schluff, schwach kiesig, halbfest	2
Ton- und Schluffstein, zersetzt, fest, Lockergesteinseigenschaften	2
Ton- und Schluffstein, zersetzt bis stark entfestigt (Übergang zu Festgesteinseigenschaften)	3

9.3 Parametersätze für die Homogenbereiche

Die Parametersätze für den Homogenbereich für das Gewerk Erdarbeiten (DIN 18300) sind der nachfolgenden Tabellen 9.3.1 zu entnehmen.

Bodenmechanische Laborversuche wurden für die Erstellung des vorliegenden Gutachtens nicht durchgeführt. Aufgrund der geologischen Feinaufnahme und der langjährigen Erfah-

rung ist es jedoch möglich, die bodenmechanischen Eigenschaften der aufgeschlossenen Lockergesteinsböden mit ausreichender Genauigkeit zu beurteilen. Für das Festgestein liegen weniger konkrete Angaben vor, weil es sich mit dem angewendeten Bohrverfahren nicht aufschließen lässt. Dafür sind sehr kostenintensive Felskernbohrungen notwendig. Sollten für die Ausschreibung noch weitere Untersuchungen erfolgen, so sind diese möglichst zeitnah anzufordern.

Da die abgeteuften Sondierungen nur einen punktuellen Überblick über die zu erwartenden Böden geben, und die Bereiche zwischen den abgeteuften Sondierungen interpoliert wurden, können in diesen Bereichen Abweichungen von den bekannten Bodenverhältnissen auftreten.

Tabelle 9.3.1: Parametersätze für das Gewerk Erdarbeiten

Erdarbeiten nach DIN 18300				
Kennwert/Eigenschaft	Homogenbereich			
	1	2	3	4
rtstübliche Bezeichnung	Auffüllung (bindig), Hanglehm, Terrassensande (bindig)	Auffüllung und Terrassensande (nicht bindig)	Verwitterungslehm und Grundgebirge mit Lockergesteinseigenschaften	Grundgebirge mit Festgesteinseigenschaften.
Einstufung nach LAGA TR Boden 2004	Die Einstufung liegt derzeit > Z2. Eine Genehmigung zum Wiedereinbau ist aber nicht unwahrscheinlich. Da ansonsten eine Deponierung aller Böden auf einer DK 0-Deponie in Frage kommt, hat die chemische Analytik voraussichtlich keinen Einfluss auf die Einteilung der Homogenbereiche.			
Bodengruppe	TM, TL, UM, UL, ST*, SU*, ST, SU, GT*, GU*, GT, GU, SU, GW	SW	TM, TL, UM, UL	k.A.
Korngrößenverteilung	7-3-0-0 bis 0-0-1-9	0-0-10-0 bis 0-0-5-5	7-3-0-0 bis 1-2-2-5	k.A.
Anteil Steine > 63 - 200 mm	i.d.R. gering < 10 %	i.d.R. gering < 10 %	i.d.R. gering < 10 %	k.A.
Anteil Blöcke > 200 - 630 mm	i.d.R. sehr gering < 3 %	unwahrscheinlich	i.d.R. sehr gering < 3 %	k.A.
Masseanteil Blöcke > 630 mm	unwahrscheinlich	unwahrscheinlich	unwahrscheinlich	k.A.
Mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	Sedimentgesteine aus Quarz, Feldspat.	Sedimentgesteine aus Quarz, Feldspat.	Sedimentgesteine aus Quarz, Feldspat.	Sedimentgesteine aus Quarz, Feldspat.
Wichte feucht (KN/m ³)	18-21	18-21	18-21	20-22
undränierte Scherfestigkeit (KN/m ²)	20 - 300	k.A.	nur für bindige Böden: 20 - 600	k.A.
Wassergehalt %	5 - 25	2-5	5 - 25	k.A.
Plastizitätszahl I _p	4 bis 30	k.A.	4 bis 30	k.A.
Konsistenz	weich-steif	k.A.	steif-fest	k.A.
Konsistenzzahl I _c	0,5 bis >1	k.A.	0,5 bis >1	k.A.
Kohäsion (KN/m ²)	0 - 5	k.A.	10 - 20	k.A.
Lagerungsdichte	k.A.	locker-mitteldicht	k.A.	k.A.
Durchlässigkeit	schlecht bis stark durchlässig	gut durchlässig	sehr schlecht bis schlecht durchlässig	k.A.
Kalkgehalt	< 10 %	< 10 %	< 10 %	< 5 %
Sulfatgehalt	< 5 %	< 5 %	< 5 %	< 5 %
organischer Anteil (%)	< 5 %	< 5 %	< 5 %	< 3 %
Abrasivität	schwach abrasiv bis abrasiv	abrasiv	schwach abrasiv bis abrasiv	abrasiv bis stark abrasiv
Benennung von Fels nach DIN ISO 14689	k.A.	k.A.	k.A.	Tonstein, seltener Schluffstein, Sandstein ganz selten.

Erdarbeiten nach DIN 18300				
Kennwert/Eigenschaft	Homogenbereich			
	1	2	3	4
				Geschichtet, gefaltet und massig. Tabellen A.1, 6
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit. DIN ISO 14689	k.A.	k.A.	k.A.	Stufen 1-3 gemäß Tabelle 15
Einax. Druckfestigk. (MN/m ²)	k.A.	k.A.	k.A.	5-100
Trennflächenrichtung	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Trennflächenabstand	k.A.	k.A.	k.A.	sehr engständig bis mittelständig gemäß Tabelle 8
Gesteinskörperform, DIN ISO 14689	k.A.	k.A.	k.A.	vielflächig, prismatisch, Tabelle C.1
Öffnungsweite von Trennflächen, DIN ISO 14689	k.A.	k.A.	k.A.	sehr eng bis offen gemäß Tabelle 13
Kluftfüllung von Trennflächen	k.A.	k.A.	k.A.	selten gefüllt
Gebirgsdurchlässigkeit	k.A.	k.A.	k.A.	sehr gering-gering

k.A. – keine Angaben erforderlich

10. Allgemeine Beurteilung der Untergrundverhältnisse für die geplante Bebauung

Die angetroffenen Untergrundverhältnisse auf der untersuchten Fläche können im Hinblick auf die geplante Bebauung als mäßig bezeichnet werden und bergen nicht unerhebliche Herausforderungen.

Der überwiegende Teil des Gebietes wird von gewachsenen Böden eingenommen. Auffüllungen wurden nur in sehr geringem Umfang erbohrt, auffällige Beimengungen enthielten diese nicht. Diese Einschätzung wird auch durch die chemische Analytik bestätigt. Schadstoffe sind nur in unbedeutender Größenordnung vorhanden. Allerdings sind die pH-Werte in den untersuchten Böden so gering, dass sie nicht ohne behördliche Zustimmung wieder genutzt werden dürfen. Hier muss der Wiedereinbau also noch von der zuständigen Fachbehörde freigegeben werden. Auch wenn der Unterzeichner einen Wiedereinbau ausdrücklich befürwortet, kann er die Entscheidung der Fachbehörde nicht vorwegnehmen. Ob ein Wiedereinbau genehmigt wird, ist noch nicht sicher. Im Folgenden wird jedoch davon ausgegangen, dass der beabsichtigte Wiedereinbau der Böden genehmigt wird.

Die Tragfähigkeitseigenschaften der angetroffenen Böden können überwiegend positiv bewertet werden: Der Hanglehm kann zwar nicht unmittelbar mit Bauwerkslasten beansprucht werden, er tritt aber auch nur bis in geringe Teufen auf. Dagegen sind die sandigen Terrassenablagerungen und der Verwitterungslehm bereits mäßig und das Grundgebirge gut tragfähig. Dies gilt auch für die zersetzten Bereiche des Grundgebirges, da dieses eine feste Konsistenz aufweist.

Die eigentliche Herausforderung liegt bei dem geplanten Bauvorhaben in einem anderem Umstand. Dieser ergibt sich aus dem starken vorhandenen Gefälle auf dem Grundstück und der beabsichtigten Gründung des großen L-förmigen Gebäudekomplexes auf einer einheitli-

chen Höhenkote. Der Höhenunterschied zwischen dem höchsten Punkt des L-förmigen Gebäudekomplexes bei KRB 1 im Norden und dem tiefstliegenden Punkt des Gebäudes bei KRB 16 im Südwesten beträgt fast 13 m. Es werden also umfangreiche Erdarbeiten notwendig, um eine ebene und tragfähige Gründungssohle zu schaffen. Da der Auftraggeber möglichst einen Massenausgleich der anstehenden Böden bei der Herstellung einer gründungsfähigen Sohle anstrebt, entsteht unter dem nördlichen Teil des Gebäudes ein Einschnitt, während unter dem gesamten südlichen Gebäuderiegel ein Damm mit den ausgekofferten Böden aufgeschüttet werden muss.

Im Einschnitt wird die Baugrubensohle voraussichtlich überwiegend in dem gut tragfähigen Grundgebirge und nahe der Nulllinie in dem nicht tragfähigen Hanglehm liegen. Da der Hanglehm nur in geringen Mächtigkeiten ansteht, kann er mit vertretbarem Aufwand gegen einen Boden höherer Güte ausgetauscht werden. Deutlich schwieriger gestaltet sich die Herstellung des Damms mit den ausgekofferten Böden:

- Grundsätzlich ist der Damm so herzustellen, dass er unmittelbar mit den Bauwerkslasten des Gebäudes beansprucht werden kann. Der Aufwand für die Herstellung des Damms ist damit von der Qualität und der Eignung der Aushubböden abhängig, die für den Wiedereinbau bereitgestellt werden können. Wie oben bereits ausgeführt sind die Aushubböden überwiegend schlecht verdichtbar und sehr wasserempfindlich. Die Maßnahme ist damit extrem von der Witterung abhängig.
- Da nie tiefer als bis 4 m unter die bestehende GOK gebohrt wurde, besteht noch Unklarheit über die Zusammensetzung des Untergrundes ab dieser Teufe. Die bisherigen Erkenntnisse deuten hier zwar eine, für den Wiedereinbau günstigere Zusammensetzung des Untergrundes an, sicher ist dies aber nicht. Klarheit darüber können nur Felskernbohrungen schaffen. Zum jetzigen Zeitpunkt muss in Teufen > ca. 4 m sowohl mit Bodenklasse 7 als auch mit einem zersetzten Grundgebirge gerechnet werden.
- Aufwändig stellt sich am untersuchten Standort die Herstellung der Dammaufstandsfläche dar. Diese müssen einerseits in Stufen abgetrept werden, damit ein Abrutschen des Dammkörpers verhindert wird, andererseits müssen sie ausreichend tragfähig sein. Dies ist aber nicht überall der Fall, da die Dammaufstandsflächen in den hängigen Auftragsgebieten bereichsweise von dem Hanglehm mit lediglich weich-steifplastischer Konsistenz aufgebaut werden. Hier werden in jedem Fall zusätzliche Konditionierungsmaßnahmen notwendig.
- Zusätzliche Konditionierungsarbeiten sind auch für das zersetzte Grundgebirge nicht auszuschließen.
- Es ist nicht ausgeschlossen, dass beim Bodenabtrag Schichtwasserhorizonte angeschnitten werden, auf die dann reagiert werden muss.

Abschließend möchte der Unterzeichner noch einmal ausdrücklich betonen, dass die Maßnahme sehr stark von der Witterung abhängig ist. In den Sommern 2018 und 2019 wären die Erdbauarbeiten in jedem Fall möglich gewesen. Solche Bedingungen können allerdings nicht immer angenommen werden. Der Unterzeichner hat schon mehrere vergleichbare Bauvorhaben begleitet, bei denen das Wetterrisiko unterschätzt wurde. In niederschlagsreichen oder auch nur wechselhaften Zeiträumen müssen die Arbeiten abgebrochen werden. Im Winterhalbjahr können dann monatelange Unterbrechungen auftreten.

11. Empfehlungen zur Herstellung des Damms

Den Empfehlungen wird vorausgeschickt, dass die folgenden Hinweise unabhängig davon gelten, ob ein Damm mit einer Ebene, oder mehrere Dämme mit unterschiedlichen Niveaus hergestellt werden. Es macht Sinn, das Technikgebäude ganz im Südwesten auf einem niedrigeren Niveau zu gründen als den großen L-förmigen Gebäudekomplex, da das Gelände hier deutlich tiefer liegt. Denkbar ist ein Untergeschoss, dass nur von Westen erschlossen wird. Der Aufwand zur Herstellung eines Damms an dieser Stelle kann damit deutlich verringert werden.

11.1 Empfehlungen zur Herstellung der Dammaufstandsbasis

Als erstes ist der Mutterboden abzuschleifen. Im Durchschnitt ist dabei mit ca. 0,3 m Mächtigkeit zu rechnen.

Um ein Abrutschen des Dammkörpers auf dem Untergrund zu verhindern, muss der Untergrund in Stufen angelegt werden. Die Stufen sollten mindestens 0,6 m hoch und zum besseren Wasserabfluss leicht nach außen geneigt sein (ca. 3-5 % Gefälle).

Der in der Dammaufstandsbasis häufig zu erwartende weich-steifplastische Hanglehm oder auch bindige Bereiche der Terrassensedimente mit ebenfalls weich-steifplastischer Konsistenz sind nicht ausreichend tragfähig. Sie dürfen nicht überschüttet werden. Entweder werden sie ausgekoffert, oder sie werden durch die Zugabe eines geeigneten Zuschlagsstoffes bis in eine Tiefe von $> 0,5$ m unter Dammaufstandsbasis so verbessert, dass ein Verformungsmodul $E_{v2} > 45$ MN/m² und ein Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} < 3$ nachgewiesen werden kann. Erfahrungsgemäß reicht dafür die Zugabe von 3-5 Gew.-% eines Kalk-Zement-Gemisches (z.B.) Dorosol C70 aus. Der Verwitterungslehm und das zersetzte Grundgebirge können unmittelbar als Dammaufstandsbasis genutzt werden, sofern sich nicht aufgeweicht sind.

11.2 Empfehlungen zur Vorgehensweise im Abtragsgebiet

Die Aushubböden und auch die in den Einschnitten auf Erdplanumshöhe anstehenden Böden sind in weiten Bereichen sehr strukturempfindlich. Die Böden in den Einschnitten sollten deshalb möglichst nicht befahren werden. Der Aushub muss entsprechend gestaltet werden. Die Baggerschaufel sollte, soweit es die Aushubböden zulassen, mit einer glatten Schneide bestückt sein. Wenn die vorgesehene Aushubtiefe erreicht ist, sind die Flächen in einer Dicke von 0,2 m mit einem grobkörnigen Boden abzudecken. In Bereichen, die befahren werden sollen, ist die Dicke auf ca. 0,5 m zu erhöhen.

Sofern Quellaustritt auftreten, sind diese zu fassen, zu verrohren und bis vor den zukünftigen Böschungsfuß zu führen, um eine zukünftige Erosion im Damm zu verhindern.

11.3 Empfehlungen zur Herstellung des Dammkörpers

Die ordnungsgemäße Verdichtung im Dammkörper lässt sich nur durch Lagenschüttung erreichen. Der Boden wird hierbei lagenweise eingebaut und verdichtet. Die Schütthöhe richtet sich nach Art und Größe des Verdichtungsgerätes und dem geforderten Verdichtungsgrad des Bodens. Für die einzubauenden Böden aus dem Abtragsgebiet wird der Einsatz einer

schweren Polygonwalze empfohlen. Damit können Schütthöhen von 0,5 m bis 0,6 m realisiert werden. Die Böden sind in fünf Übergängen über Kreuz zu verdichten. Dämme werden von außen zur Mitte hin verdichtet.

Der Böschungsbereich ist besonders sorgfältig zu verdichten. Dabei kann wie folgt vorgegangen werden:

- Die Schütthöhe wird im äußeren, mindestens 2 m breiten Böschungsbereich verringert und mit Geräten verdichtet, die für den Randbereich geeignet sind.
- Der Damm wird über das Sohlprofil hinaus geschüttet (ca. 1 m) und auf voller Breite verdichtet. Der über das Sohlprofil hinaus eingebaute Boden wird danach wieder entfernt und kann z.B. für die Ausrundung des Dammfußbereiches verwendet werden.

Die Verdichtungsanforderungen auf jeder Einbaulage sind mindestens: $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ und $E_{v2}/E_{v2} < 3$.

Der bindige Hanglehm, bindige Bereiche der Terrassensande und unter Umständen auch die zersetzten Bereiche des Grundgebirges können nur eingebaut werden, wenn deren Wassergehalt nahe am optimalen Wassergehalt liegt. Da der Wassergehalt von den, während der Bauphase herrschenden Bedingungen abhängig ist, kann noch nicht prognostiziert werden, ob ein Einbau ohne zusätzliche Maßnahmen erfolgen kann oder nicht. Es wird deshalb ausdrücklich empfohlen, für diese Böden zusätzliche Konditionierungsmaßnahmen einzuplanen, sofern keine Abfuhr vorgesehen ist. Auch hier sollte mit einer Zugabe von 3-5 Gew.-% Doro-sol C70 kalkuliert werden.

Grundsätzlich hat sich bei ähnlichen Bauvorhaben die sogenannte Sandwichbauweise bewährt. Dabei werden bindige und grobkörnige Lagen im Wechsel eingebaut. Dies setzt aber voraus, dass über beide Böden im gleichen Moment verfügt werden kann. Sofern grobkörnige Böden angeliefert werden, ist dies der Fall. Ansonsten sind Böden aus unterschiedlichen Tiefen zu verwenden. Bei der Sandwichbauweise sollte eine Lage eines bindigen Bodens in einer Dicke von 0,20 m bis 0,25 m unmittelbar von einer etwa gleich dicken Lage eines grobkörnigen Bodens überschüttet und dann verdichtet werden. Auf diese Weise wird immer eine abgewalzte Fläche geschaffen, die eine etwas geringere Witterungsanfälligkeit aufweist.

11.4 Empfehlungen zur Qualität von angelieferten Böden

Sofern zusätzliche Böden angeliefert werden, sollten diese eine Qualität aufweisen, die die eines bindigen Bodens deutlich übersteigt. Geeignet sind natürlich Baustoffgemische mit definierter Körnungslinie. Auch Vorsiebmaterial kann geeignet sein, ist von einem Bodengutachter aber freizugeben.

Sofern Aushubböden aus anderen Erdbaumaßnahmen eingebaut werden, sollten diese aus Grundgebirgsaufschlüssen mit hohem Stein- und Kiesanteil stammen. Auch diese sind von einem erfahrenen Bodengutachter freizugeben.

Für die Verdichtungsanforderungen auf den angelieferten Böden gelten die oben gemachten Angaben.

11.5 Empfehlungen zum Anlegen der Böschungen

Dammböschungen:

Normalerweise werden die Böschungsneigungen der Scherfestigkeit der einzubauenden Böden angepasst. Für die Dammböschung sind Böden aus dem Abtragsgebiet maßgebend. Sie lassen sich im ordnungsgemäß eingebauten Zustand den Bodengruppen UL, TL, GU, GT, GU*, GT* mit halbfester Konsistenz zuzuordnen. Für diese Böden können folgende Scherparameter angenommen werden:

$$\text{Reibungswinkel } \varphi': 30,0^\circ$$
$$\text{Kohäsion } c: 5 \text{ KN/m}^2$$

Für mit 1:1,5 geneigte Böschung wird dann der zulässige Ausnutzungsgrad in der Regel nicht überschritten. Dies ist aber von verschiedenen Randfaktoren abhängig. Der Unterzeichner empfiehlt die Durchführung zusätzlicher Böschungsbruchberechnungen für die höchsten Böschungsbereiche, nachdem die genaue Geometrie der Anschüttung und die Lage der Gebäude bekannt sind. Grundsätzlich sollten die geplanten Gebäude einen Abstand $> 3 \text{ m}$ zur Böschungskrone der neu angelegten Dämme einhalten.

Die Böschungen sind unmittelbar nach Fertigstellung mit einer schnell wachsenden Einsaat zu begrünen, um einer oberflächlichen Erosion vorzubeugen.

Einschnittsböschungen zur Friedrich-Ebert-Straße:

Die von der Friedrich-Ebert-Straße auf das untersuchte Grundstück abfallende Böschung ist mit ca. 1:1,5 gebösch. In die vorhandene Böschung ist nicht tiefer einzugreifen. Die bestehende Böschung kann im gleichen Winkel bis 5 m erhöht werden. Wird dieses Maß überschritten, ist eine Berme von ca. 1,5 m Breite einzuplanen. Eventuell müssen Standsicherheitsnachweise durchgeführt werden.

11.6 Hinweise zur Entwässerung der Böschung und der Dammfäche während der Bauphase

Die Schüttilagen der witterungsempfindlichen Schichten sind mit einem Quergefälle von mindestens 3-5 % anzulegen und jede Lage unmittelbar nach dem Schütten zu verdichten. Sind beim Einbau dieser Schichten Niederschlagswässer zu erwarten, so ist die verdichtete Fläche am Ende der Tagesleistung glatt zu walzen. Dabei ist keine Polygonwalze sondern eine Glattwalze zu nutzen. Bei ungünstiger Witterung sind die Arbeiten einzustellen (s.o.).

Anfallendes Niederschlagswasser muss durch hangparallele Gerinne oder Gräben, nötigenfalls mit dichter Sohle, gesammelt und abgeleitet werden. Für die nachteilsfreie Ableitung der anfallenden und mit voraussichtlich hohen Feinkornanteilen durchsetzten Niederschlagswässer sind planerisch Vorkehrungen zu treffen.

Schichtwasseraustritte und Sickerwässer müssen vor dem Überschütten dauerhaft gedränt bzw. gefasst und so abgeleitet werden, dass keine Erosionen im Dammkörper auftreten können. Bergseitiges Oberflächenwasser ist am Böschungsfuß des Einschnittes in Gräben, nötigenfalls mit dichter Sohle, abzuleiten. Der Versickerung von Oberflächenwasser in den Dammkörper ist wie o.a. durch Neigungen von 3 – 5 % zu begegnen, da sonst Wasseraustritte an der talseitigen Böschung zu Schäden führen können.

12. Allgemeine Empfehlungen zur Gründung der geplanten Gebäude

12.1 Hinweise zur Gründung

Da dem Unterzeichner bisher keine dezidierten Gründungshöhen und auch noch keine genauen Konstruktionsweisen vorliegen, können für die Gründung nur allgemeine Angaben gemacht werden.

Nach sorgfältiger Herstellung des Dammkörpers wie beschrieben, kann der L-förmige Gebäudekomplex konventionell flach gegründet werden. Gleiches gilt für das Technikgebäude. Je nach Konstruktionsweise bieten sich dafür Gründungen mittels elastisch gebetteter Bodenplatten oder Gründungen mittels Einzel- und Streifenfundamenten an.

Gründung mittels elastisch gebetteter Bodenplatten:

Bei dieser Gründungsvariante wird vor dem Betonieren der Bodenplatten eine ebene und tragfähige Gründungssohle geschaffen. Die Vorgehensweise, um eine solche tragfähige Fläche zu schaffen, ist in den Vorkapiteln ausführlich beschrieben und wird bei den folgenden Empfehlungen vorausgesetzt.

Da das L-förmige Gebäude im Einschnitt tragfähigen gewachsenen Böden und im Dammbereich sorgfältig verdichteten Böden auflagert, ist unter den Bodenplatten lediglich eine ungebundene Tragschicht aus einem genormten Baustoffgemisch (z.B. Sieblinie 0/45) in ausreichender Dicke vorzusehen. Die notwendige Mindesteinbaudicke wird mit 0,4 m bis 0,5 m vorgeschätzt, ist aber abhängig von den herrschenden Witterungsbedingungen.

Beim Einbringen der Tragschicht ist ausgehend von den Gebäudeaußenkanten ein Druckausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen. Die Frostsicherheit ist zu gewährleisten. Dies kann durch Erhöhen des Frostschutzmaterials entlang der Gebäudeaußenkanten erfolgen. Als frostsicher gilt im vorliegenden Fall 1 m unter späterer GOK gilt.

Als Tragschichtmaterial ist ein Brechkorn, rundkörniges Sand-Kies-Gemisch oder Recyclingmaterial in Frostschutzqualität (z.B. Sieblinie 0/45) zu verwenden. Die Verdichtungsanforderung auf den Gründungssohlen sind: $E_{v2} > 1200 \text{ MN/m}^2$, $E_{v2}/E_{v1} < 2,2$.

Für eine Vorbemessung können folgende Berechnungsgrößen angenommen werden:

mittlerer Steifemodul $E_s = 20 \text{ MN/m}^2$

Bettungsmodul $k_s = 15 \text{ MN/m}^3$

Der Bemessungswert des Sohlwiderstands ist unter den lastabtragenden Abschnitten der Bodenplatte im Sinne der DIN 1054: 2010-12 auf $\sigma_{R,d} = 280 \text{ kN/m}^2$ zu begrenzen. Dies entspricht im Lastfall BS-P einem aufnehmbaren Sohlendruck nach der früheren DIN 1054: 2005-1 von 200 kN/m^2 .

Gründung mittels Streifen- und oder Einzelfundamenten:

Alternativ bietet sich eine Gründung der Gebäude mittels Streifen- und Einzelfundamenten an. In diesem Fall sind die Güte der angefüllten Böden im Damm und die Tragfähigkeit der anstehenden Böden im Einschnitt maßgebend.

Die Fundamente sind frostsicher (1 m) bis in den Untergrund zu führen. Bei Fundamentbreiten von 0,5 m bis 1,5 m kann ein aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{zul.} = 200 \text{ kN/m}^2$ (alte Norm; DIN 1054: 2005-1) angenommen werden. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ ist dann 280 kN/m^2 (neue Norm; DIN 1054: 2010-12).

An dieser Stelle wird noch einmal ausdrücklich betont, dass alle angegebenen Rechengrößen in diesem Kapitel nur einer Vorkalkulation dienen. Die genauen Werte können erst benannt werden, wenn die genauen Gründungshöhen festliegen und die Erdarbeiten sorgfältig und den oben gemachten Vorgaben entsprechend ausgeführt wurden.

12.2 Abdichtung erdberührter Bauteile

Nach der DIN 18533 wird die Abdichtung abhängig gemacht von der Wasserbeanspruchungsklasse (W1-E bis W4-E), der Rissklasse (R1-E bis R4-E), der Raumnutzungsklasse (RN1-E bis RN3-E) und den Zuverlässigkeitsanforderungen. Für nicht unterkellerte Gebäude werden voraussichtlich die Wasserbeanspruchungsklassen W1.2-E und W2.1-E maßgebend. Unterkellerte Gebäude müssen hingegen gemäß der Wasserbeanspruchungsklassen W2.1-E oder W2.2-abgedichtet werden.

13. Beurteilung der Untergrundverhältnisse für die befestigten Verkehrsflächen

Alle Faktoren zusammenfassend ordnet der Gutachter die Verkehrsflächen des Grünen Mobilhofes der Belastungsklasse Bk 10 zu.

Die RSt0 12 schreibt für die Belastungsklasse Bk 10 bei Asphaltdecken und der Bauweise –Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht– eine Dicke der Asphalttragschichten von 26 cm vor. Die Gesamtdicke des Oberbaus muss bei den örtlichen Verhältnissen nach Auffassung des Gutachters für die Belastungsklasse Bk 10 65 cm betragen. Dies bedeutet, dass für die Belastungsklasse Bk 10 eine ungebundene Tragschicht in einer Mächtigkeit von mindestens 39 cm notwendig ist.

Auf der Frostschutzschicht (oberste ungebundene Tragschicht) ist für die Belastungsklasse Bk 10 ein Verformungsmodul $E_{v2} > 120 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Auf dem Erdplanum gilt allgemein ein Verformungsmodul $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$.

In den Dammbereichen kann der geforderte Verformungsmodul $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ vorausgesetzt werden. In den nichtbindigen Terrassenanden, dem Verwitterungslehm und im Grundgebirge werden, günstige Witterungsbedingungen vorausgesetzt, die Sollwerte voraussichtlich ebenfalls erreicht. Dagegen ist in Bereichen, in denen das Erdplanum vom Hanglehm oder von bindigen Terrassensedimenten aufgebaut wird, nicht ausreichend tragfähig. Hier wird ein Bodenaustausch (vorgeschätzt ca. 0,2 m) oder zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen mit Dorosol C70 notwendig.

14. Beurteilungen und Empfehlungen zur Versickerung von Niederschlagswasserabflüssen

Für die Planung, den Bau und den Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sind die Hinweise des Arbeitsblatts DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) zu beachten. In diesem Arbeitsblatt wird für dezentrale Versickerungsanlagen ein Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) des Untergrundes im Bereich zwischen $5,0 \times 10^{-6}$ m/s und $5,0 \times 10^{-3}$ m/s gefordert.

Alle sechs gemessenen k_f -Werte liegen unterhalb des von der DWA empfohlenen Intervalls.

Aus gutachterlicher Sicht sind die Voraussetzungen für eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser auf dem Grundstück nicht gegeben.

- Das gesamte anfallende Wasser kann mit Ausnahme des überschreitbaren Lastfalls nicht vom Boden aufgenommen werden.
- Eine schädliche Verunreinigung oder sonstige nachteilige Veränderung des Grundwassers bzw. von Trinkwasser sowie eines oberirdischen Gewässers kann ausgeschlossen werden.
- Das Austreten von Wasser an der Erdoberfläche ist zu befürchten.
- Eine Gefährdung benachbarter baulicher Anlagen oder des Bodens (z.B. der Standsicherheit) aufgrund der Wassereinleitung kann nicht ausgeschlossen werden.
- Die erforderlichen Grundwasserabstände werden eingehalten.

15. Schlussbemerkungen

Im vorliegenden Bericht werden die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse auf dem ca. 1 ha großen Grundstück in Bergisch Gladbach-Bensberg beschrieben und beurteilt, auf dem der Grüne Mobilhof der Regionalverkehr GmbH entstehen soll.

Es werden ausführliche bautechnische Empfehlungen zur Durchführung der notwendigen Erdbauarbeiten und allgemeine Hinweise zur Gründung gegeben.

Für den vorliegenden Bericht wurden keine boden- und felsmechanischen Laborversuche durchgeführt. Nach Auffassung des Unterzeichners sind die angetroffenen Lockergesteinsböden ausreichend beschrieben. Für das Festgestein liegen weniger konkrete Angaben vor, weil es sich mit dem angewendeten Bohrverfahren nicht bis beliebige Tiefe aufschließen lässt. Dafür sind sehr kostenintensive Felskernbohrungen notwendig. Sollte der Eingriff in den Untergrund in den Einschnitten deutlich > 4 m ausfallen, können für die Ausschreibung noch weitere Untersuchungen notwendig werden, die dann möglichst zeitnah anzufordern sind.

Während der Bauausführung empfiehlt sich dringend eine sorgfältige Überwachung der Arbeiten und ein Vergleich der angetroffenen Böden mit den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung, da Abweichungen des Untergrundes zwischen den Untersuchungsstellen nicht auszuschließen sind. In allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund, Grundwasser und grundbaulicher Maßnahmen ist der Geotechnische Sachverständige einzuschalten. Gleiches gilt bei etwaigen wesentlichen Planungsänderungen gegenüber dem Stand bei Erstellung des vorliegenden Geotechnischen Berichts.

Eingebaute Böden sind engmaschig auf ihre Verdichtung zu kontrollieren.

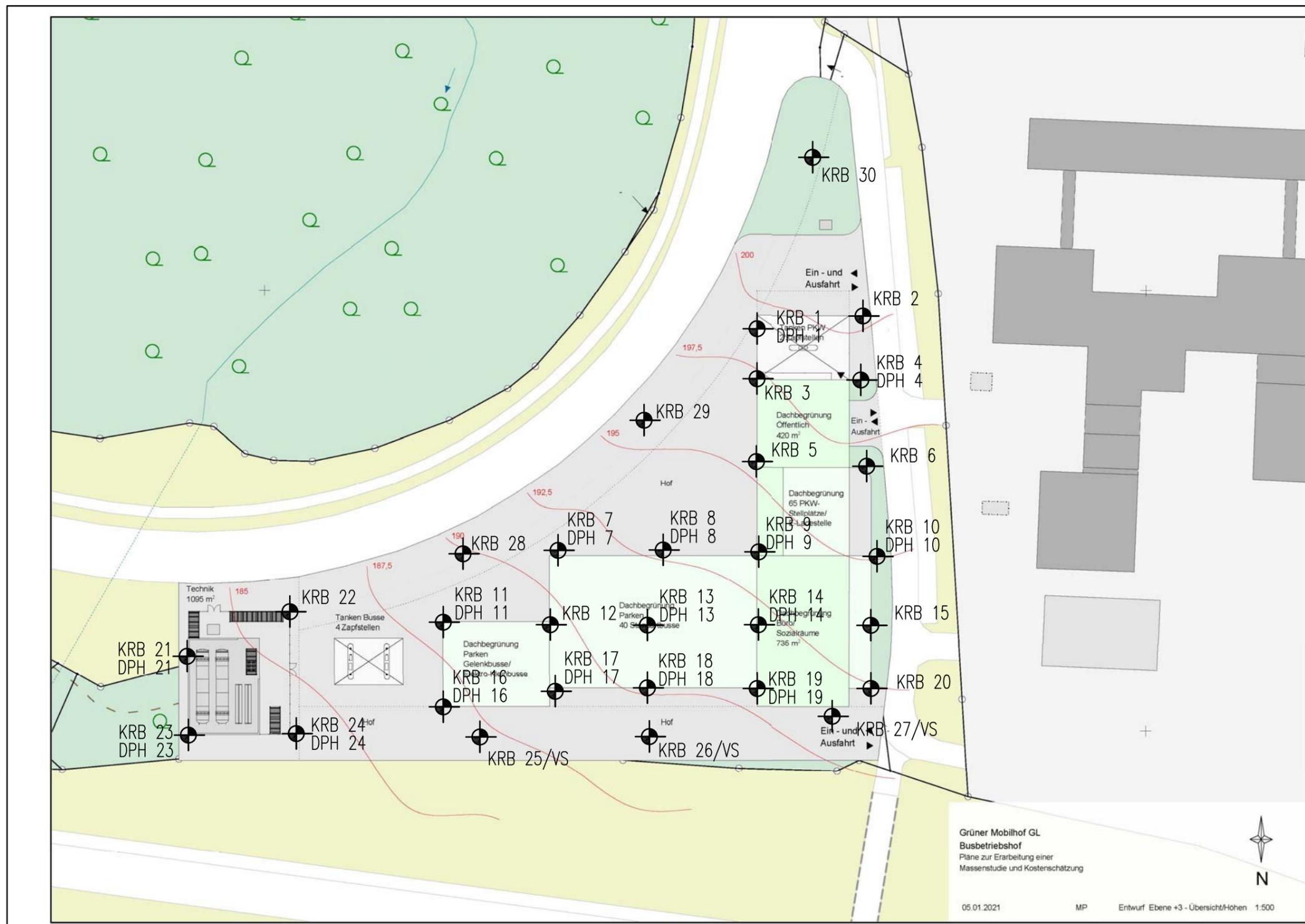
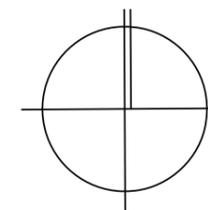
Das Gutachten basiert auf den im Gelände ermittelten Befunden und ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Der Aufbau des Untergrundes zwischen den abgeteuften Sondierungen wurde interpoliert. Dies muss nicht mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen. Sollte während der Tiefbauarbeiten eine andere als die in dem vorliegenden Gutachten aufgeführte Untergrundsituation angetroffen werden, ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen um weitere Empfehlungen einzuholen.

Wipperfürth, den 03.02.2021
Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure

Diplom Geologe Jean-Claude Slach, Beratender Ingenieur

Anlage 1

Lageplan mit Bohransatzpunkten



Legende:

-  Ansatzpunkt
- KRB Kleinrammbohrung
- DPH Schwere Rammsondierung
- VS Versickerungsversuch

Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure

Felderweg 12
51688 Wipperfürth
Tel.: 02268 / 894530
Fax: 02268 / 8945333

Auftraggeber: Regionalverkehr Köln GmbH (RVK)
Theodor-Heuss-Ring 19-21

Projekt: Grüner Mobilhof Bergisch Gladbach

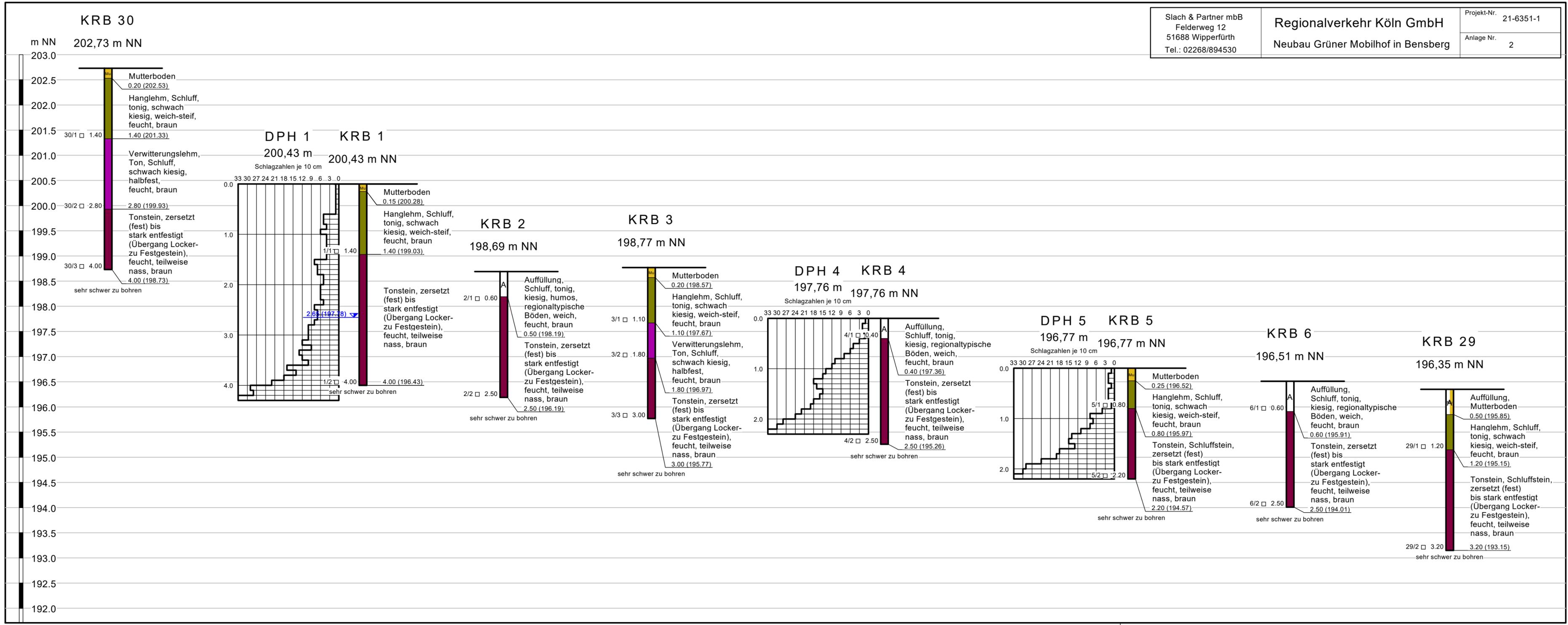
Planinhalt: Lageplan mit Eintrag der Bohransatzpunkte

bear./Dat.	gepr./Datum	geändert/Datum

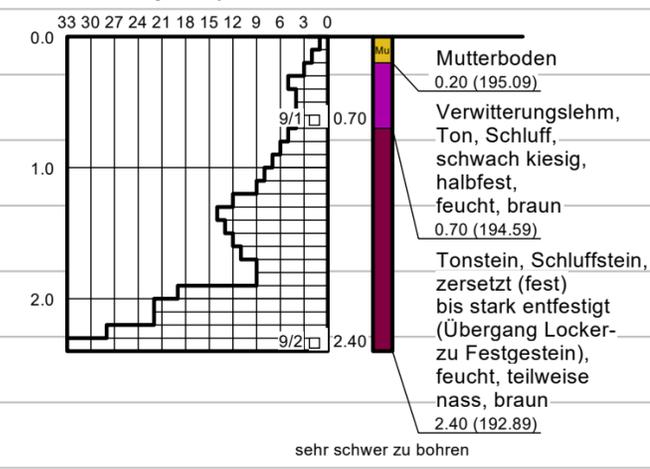
Maßstab: ohne	Zeichnungsnr. g21-6351	Anlage 1
------------------	---------------------------	-------------

Anlage 2

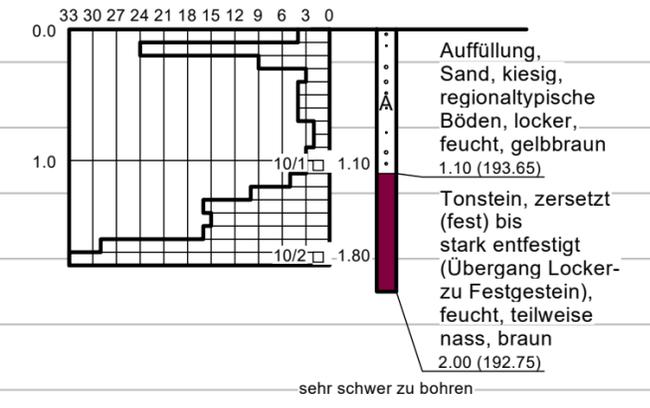
Bohrprofile und Rammdiagramme



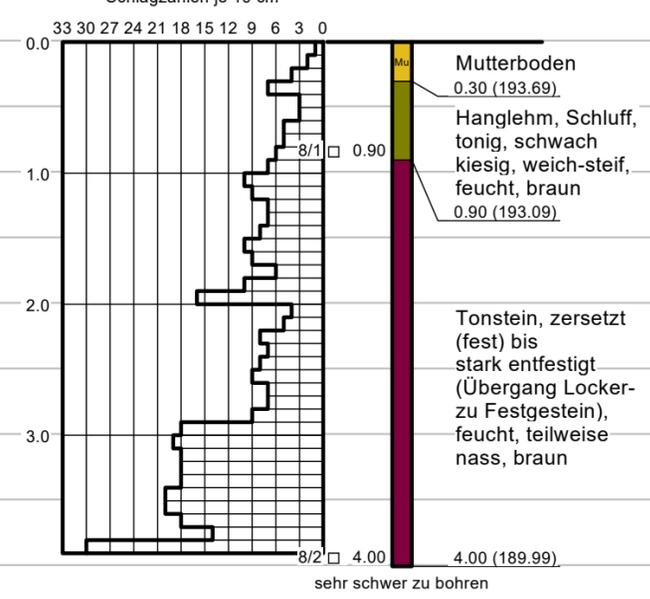
DPH 9 KRB 9
 195,29 m 195,29 m NN
 Schlagzahlen je 10 cm



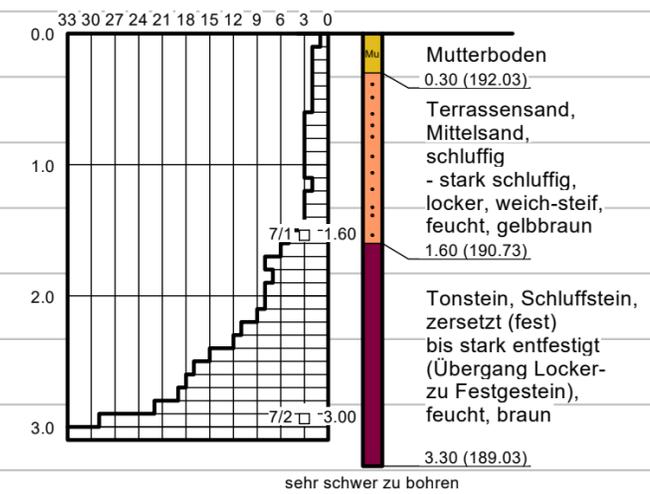
DPH 10 KRB 10
 194,75 m 194,75 m NN
 Schlagzahlen je 10 cm



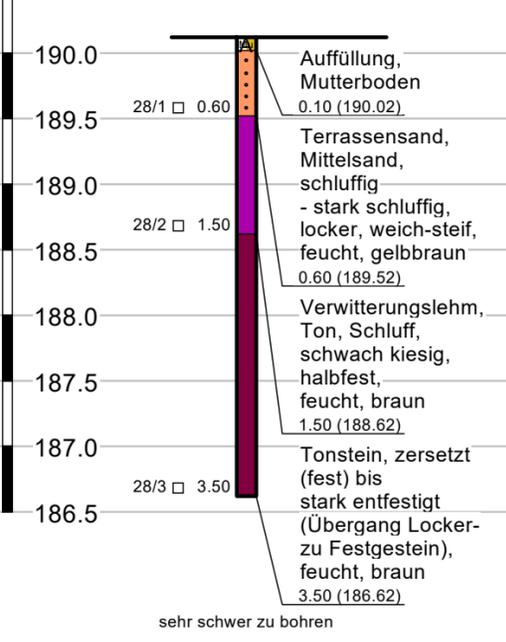
DPH 8 KRB 8
 193,99 m 193,99 m NN
 Schlagzahlen je 10 cm



DPH 7 KRB 7
 192,33 m 192,33 m NN
 Schlagzahlen je 10 cm



KRB 28
 190,12 m NN



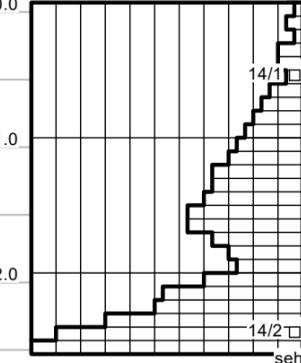
m NN
 195.5
 195.0
 194.5
 194.0
 193.5
 193.0
 192.5
 192.0
 191.5
 191.0
 190.5
 190.0
 189.5
 189.0
 188.5
 188.0
 187.5
 187.0
 186.5

DPH 14 KRB 14

194,07 m 194,07 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

33 30 27 24 21 18 15 12 9 6 3 0



Mutterboden
0.30 (193.77)
 Hanglehm, Schluff,
tonig, schwach
kiesig, weich-steif,
feucht, braun
0.60 (193.47)
 Tonstein, Schluffstein,
stark entfestigt
(Übergang Locker-
zu Festgestein),
feucht, braun
2.50 (191.57)

KRB 15

193,71 m NN

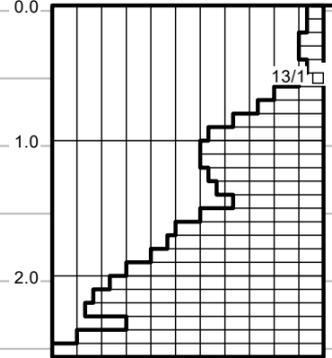
Auffüllung,
Sand, kiesig,
regionaltypische
Böden, locker,
feucht, gelbbraun
0.50 (193.21)
 Tonstein, zersetzt
(fest) bis
stark entfestigt
(Übergang Locker-
zu Festgestein),
feucht, teilweise
nass, braun
2.20 (191.51)
 sehr schwer zu bohren

DPH 13 KRB 13

192,54 m 192,54 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

33 30 27 24 21 18 15 12 9 6 3 0



Mutterboden
0.25 (192.29)
 Hanglehm, Schluff,
tonig, schwach
kiesig, weich-steif,
feucht, braun
0.60 (191.94)
 Schluffstein,
stark entfestigt
(Übergang Locker-
zu Festgestein),
feucht, braun
2.90 (189.64)

KRB 12

191,09 m NN

Mutterboden
0.25 (190.84)
 Terrassensand,
Mittelsand,
schluffig
- stark schluffig,
locker, weich-steif,
feucht, gelbbraun
0.90 (190.19)

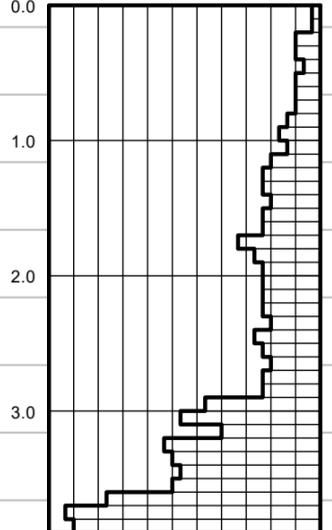
Tonstein, Schluffstein,
zersetzt (fest)
bis stark entfestigt
(Übergang Locker-
zu Festgestein),
feucht, braun
3.20 (187.89)
 sehr schwer zu bohren

DPH 11

189,16 m

Schlagzahlen je 10 cm

33 30 27 24 21 18 15 12 9 6 3 0



Mutterboden
0.25 (188.91)
 Terrassensand,
Mittelsand,
schluffig
- stark schluffig,
locker, weich-steif,
feucht, gelbbraun
0.60 (188.56)

Tonstein, Schluffstein,
zersetzt (fest)
bis stark entfestigt
(Übergang Locker-
zu Festgestein),
feucht, braun
4.00 (185.16)
 sehr schwer zu bohren

KRB 11

189,16 m NN

Mutterboden
0.25 (188.91)
 Terrassensand,
Mittelsand,
schluffig
- stark schluffig,
locker, weich-steif,
feucht, gelbbraun
0.60 (188.56)

Tonstein, Schluffstein,
zersetzt (fest)
bis stark entfestigt
(Übergang Locker-
zu Festgestein),
feucht, braun
4.00 (185.16)
 sehr schwer zu bohren

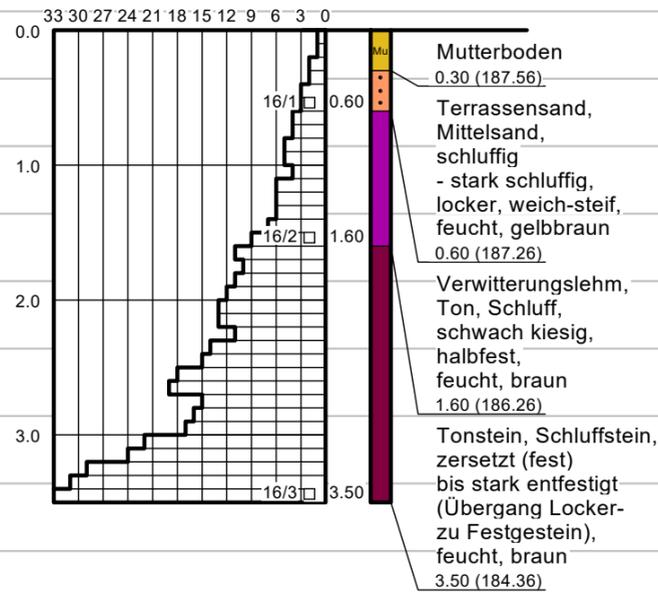
m NN

194.5
194.0
193.5
193.0
192.5
192.0
191.5
191.0
190.5
190.0
189.5
189.0
188.5
188.0
187.5
187.0
186.5
186.0
185.5
185.0

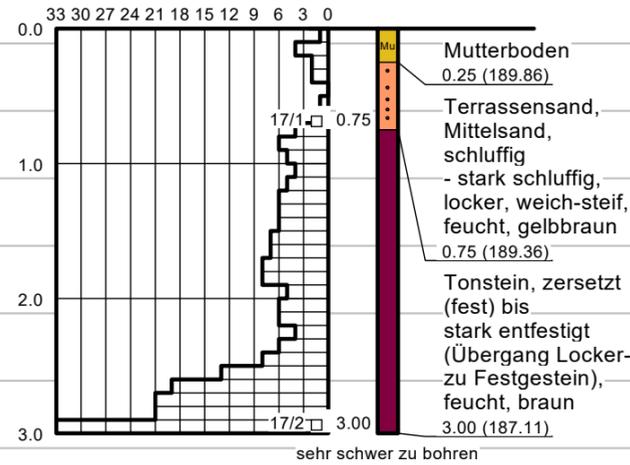
m NN



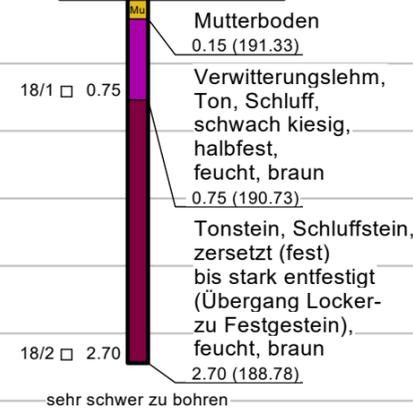
DPH 16 KRB 16
 187,86 m 187,86 m NN
 Schlagzahlen je 10 cm



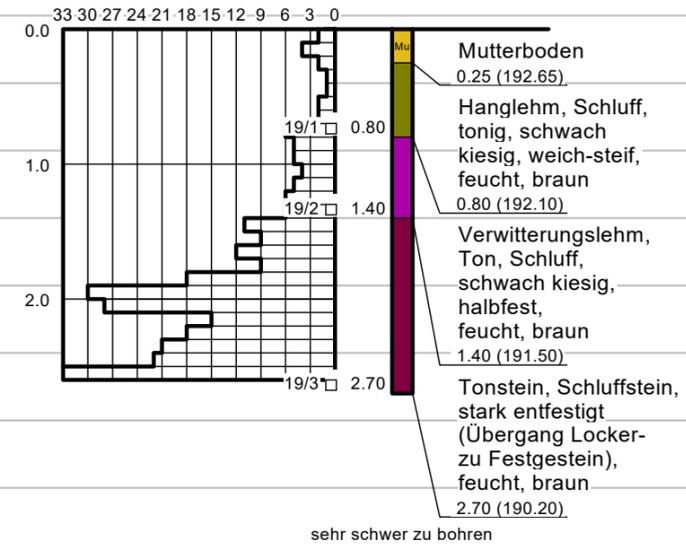
DPH 17 KRB 17
 190,11 m 190,11 m NN
 Schlagzahlen je 10 cm



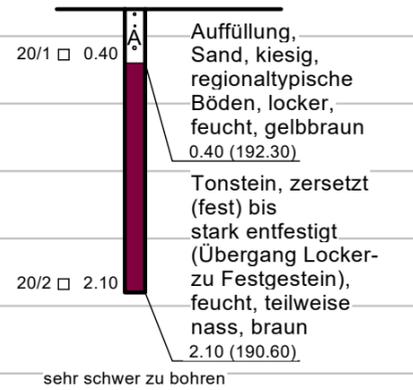
KRB 18
 191,48 m NN

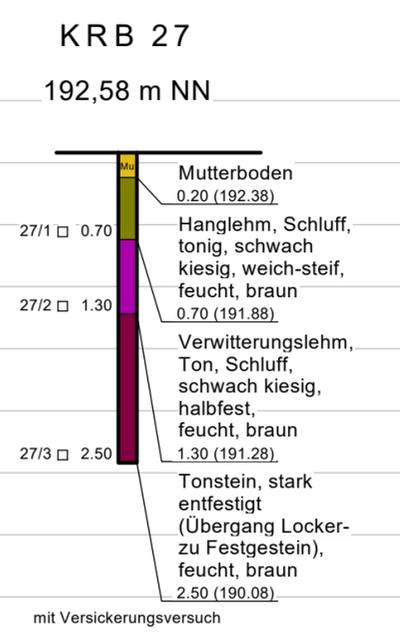
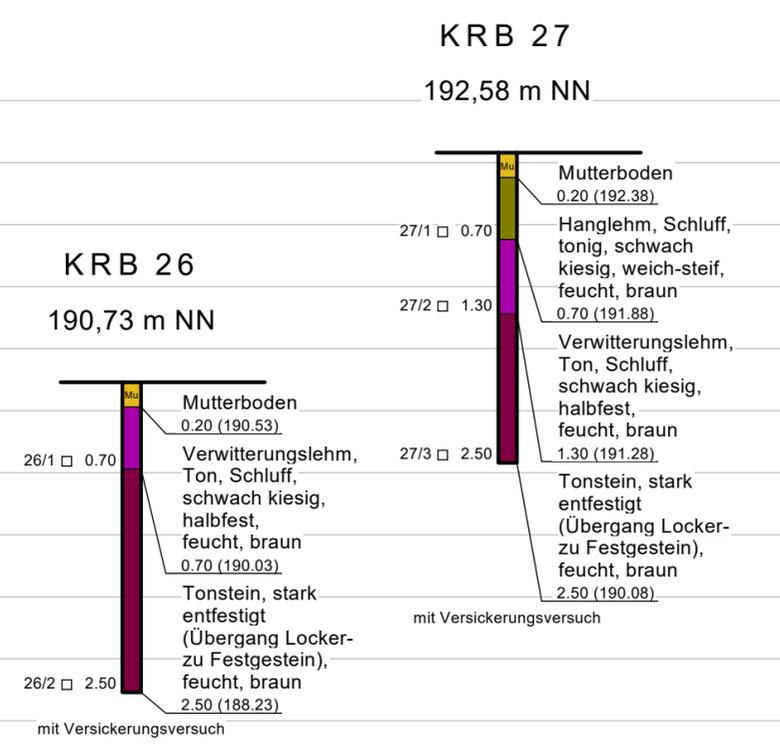
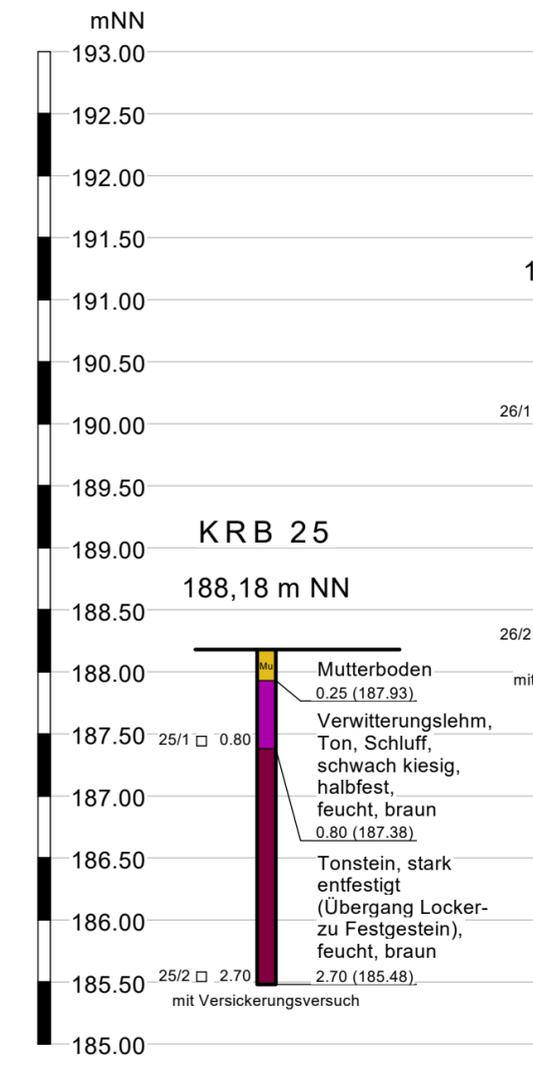
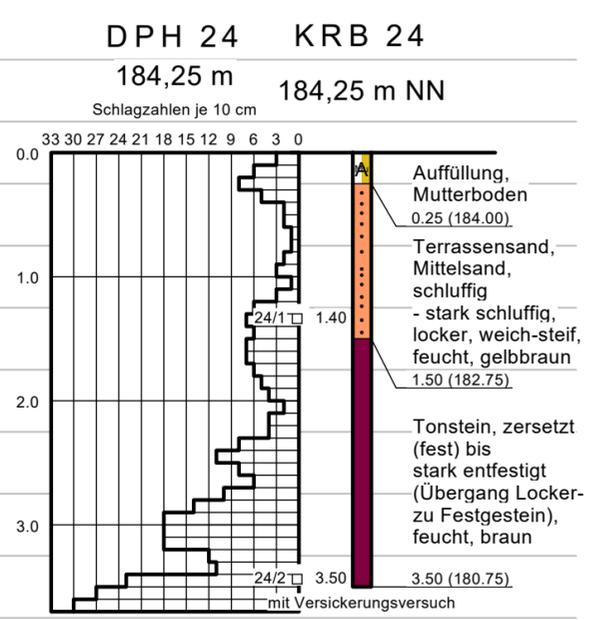
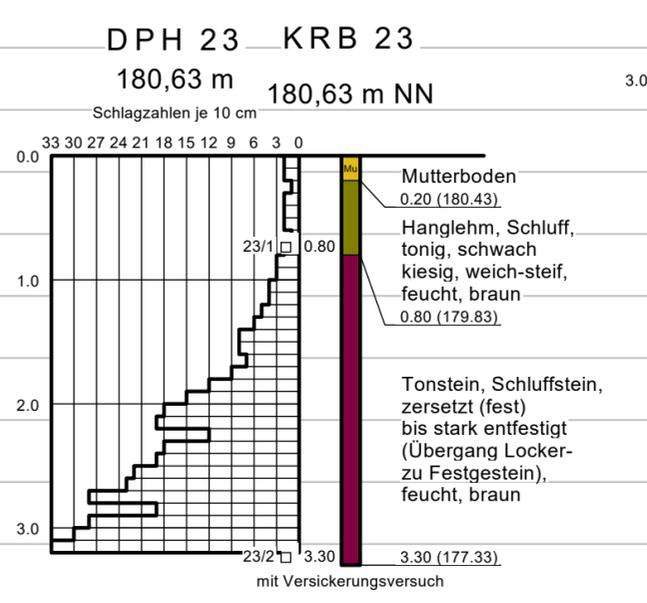
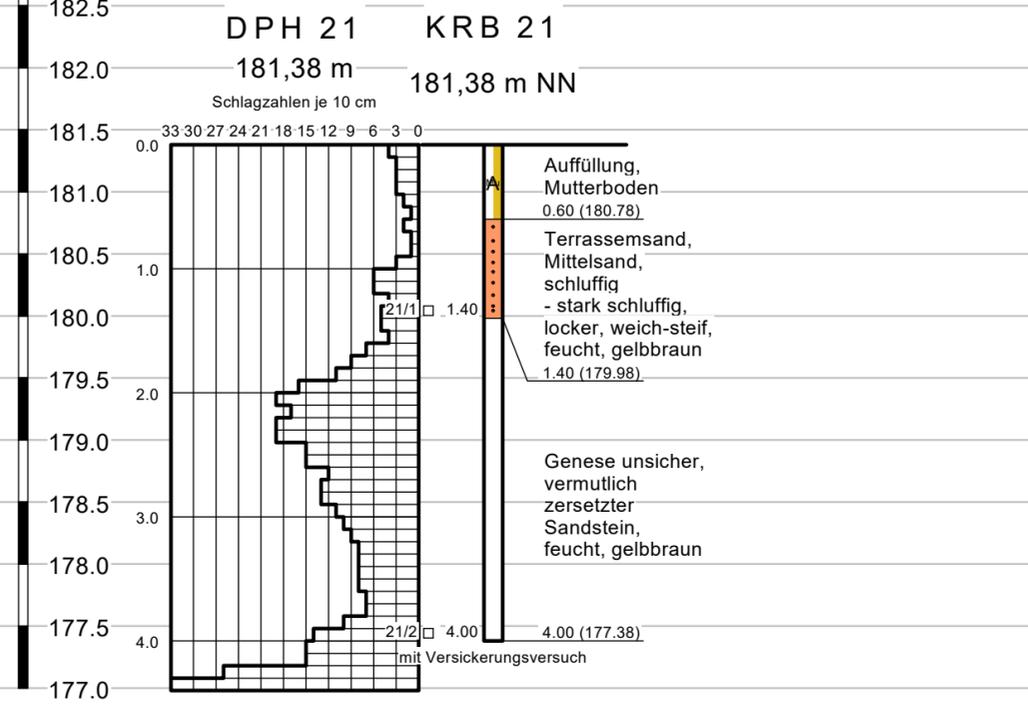
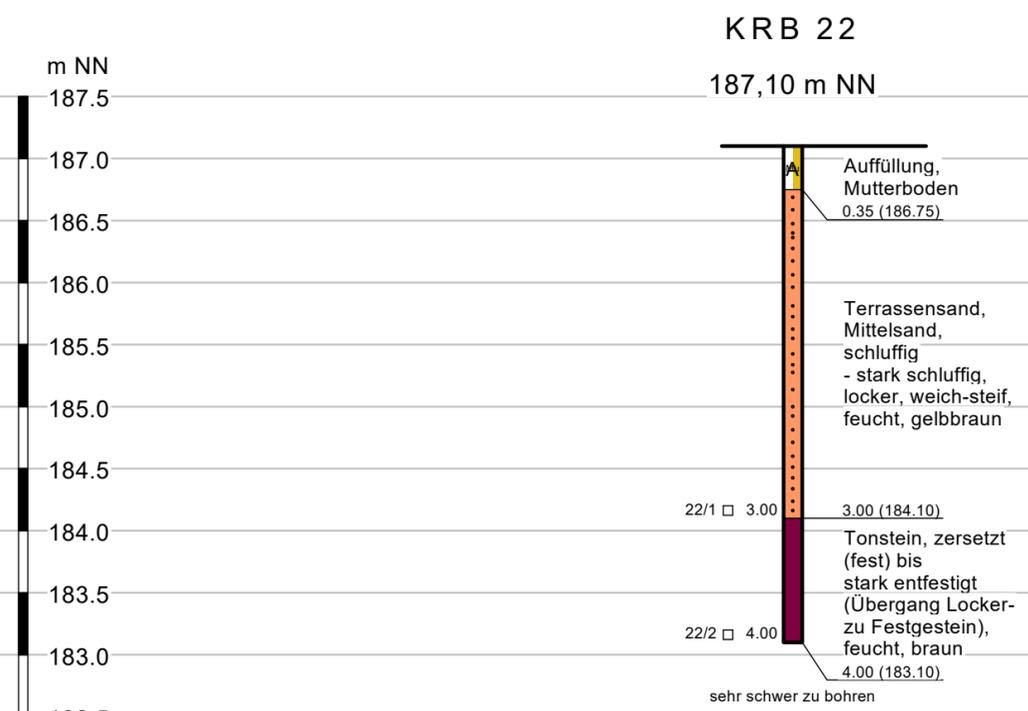


DPH 19 KRB 19
 192,90 m 192,90 m NN
 Schlagzahlen je 10 cm



KRB 20
 192,70 m NN





Anlage 3

Dokumentation der Versickerungsversuche (Open-End-Tests)

Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure

Versickerungsversuche im Gelände (Open-End-Tests) zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte

Auftraggeber.: Regionalverkehr Köln GmbH

Auftrag Nr.: 21-6351; Versickerung von Niederschlagsabflüssen

Bauvorhaben: Neubau Grüner Mobilhof in Bergisch Gladbach-Bensberg

Datum: 14.01.2021 und 15.01.2021

Bohrung	T m	r mm	h m	Zeit min	Wasser- menge l	Q m ³ /s	Kf m/s
KRB 21	4,0	25	4,0	10	2,10	3,5E-06	6,4E-06
KRB 23	3,3	25	3,3	15	0,80	8,9E-07	2,0E-06
KRB 24	3,5	25	3,5	34	0,18	8,8E-08	1,8E-07
KRB 25	2,7	25	2,7	10	-	0,0E+00	kein messbarer Abfluss
KRB 26	2,5	25	2,5	42	0,20	7,9E-08	2,3E-07
KRB 27	2,5	25	2,5	31	0,11	5,9E-08	1,7E-07

T - Tiefe des Bohrloches

r - Brunnenradius, mm

h - Wasserstandshöhe, m

Q - Wasserzugabe in m³/s, zum Konstanthalten des Wasserspiegels

Kf - Durchlässigkeitsbeiwert für die Bemessung der Versickerungsanlage, m/s

Anlage 4

Prüfberichte der Eurofins Umwelt West GmbH

Eurofins Umwelt West GmbH - Vorgebirgsstrasse 20 - D-50389 - Wesseling

Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure
Felderweg 12
51688 Wipperfürth

Dieser Prüfbericht ersetzt den Prüfbericht Nr. AR-21-AN-002201-01 vom 25.01.2021 aufgrund von Änderung der Messergebnisse.

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 72100297

Prüfberichtsnummer: AR-21-AN-002201-02

Auftragsbezeichnung: 21-6351

Anzahl Proben: 4

Probenart: Boden

Probenahmedatum: 14.01.2021

Probenehmer: Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 19.01.2021

Prüfzeitraum: 19.01.2021 - 27.01.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Jessica Bossems
Prüfleiterin
Tel. +49 2236 897 202

Digital signiert, 01.02.2021
Mark Christjani
Prüfleitung



Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3
Probenahmedatum/ -zeit	14.01.2021	14.01.2021	14.01.2021
Probennummer	721000731	721000732	721000733

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenbegleitprotokoll	AN					siehe Anlage	siehe Anlage	siehe Anlage
Probenmenge inkl. Verpackung	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	1,3	2,1	1,4
Fremdstoffe (Art)	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		g	0,0	0,0	0,0
Siebückstand > 10mm	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein	nein	nein
Rückstellprobe	AN		Hausmethode	100	g	680	1500	840

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	87,8	85,1	82,4
pH in CaCl ₂	AN	RE000 GI	DIN ISO 10390: 2005-12			4,3	4,2	4,0

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5
-----------------	----	-------------	------------------------	-----	----------	-------	-------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	8,5	6,1	9,6
Blei (Pb)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	37	15	27
Cadmium (Cd)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	0,3	0,2	0,2
Chrom (Cr)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	28	18	31
Kupfer (Cu)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	22	9	13
Nickel (Ni)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	29	19	19
Quecksilber (Hg)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	0,19	0,08	0,26
Thallium (Tl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	126	51	60

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

Glühverlust (550 °C)	AN	RE000 GI	DIN EN 15169: 2007-05	0,1	Ma.-% TS	3,4	2,0	3,0
TOC	AN	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11	0,1	Ma.-% TS	0,2	0,2	0,5
EOX	AN	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Extrahierbare lipophile Stoffe	AN	RE000 GI	LAGA KW/04: 2019-09	0,02	Ma.-% TS	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40

Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3
Probenahmedatum/ -zeit	14.01.2021	14.01.2021	14.01.2021
Probennummer	721000731	721000732	721000733

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	-------	---------	----	---------	--	--	--

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Isopropylbenzol (Cumol)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Styrol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3
Probenahmedatum/ -zeit	14.01.2021	14.01.2021	14.01.2021
Probennummer	721000731	721000732	721000733

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit			
-----------	------	-------	---------	----	---------	--	--	--

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	MP 1	MP 2	MP 3
Probenahmedatum/ -zeit	14.01.2021	14.01.2021	14.01.2021
Probennummer	721000731	721000732	721000733

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit			
Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01								
pH-Wert	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			5,4	4,8	4,6
Temperatur pH-Wert	AN	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	17,5	15,1	15,9
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	22	14	18
Wasserlöslicher Anteil	AN	RE000 GI	DIN EN 15216: 2008-01	0,15	Ma.-%	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	AN	RE000 GI	DIN EN 15216: 2008-01	150	mg/l	< 150	< 150	< 150

Anionen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Fluorid	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,2	mg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chlorid (Cl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO4)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	6,6	4,2	5,1
Cyanide, gesamt	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Antimon (Sb)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Arsen (As)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Barium (Ba)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,009	0,014	0,029
Blei (Pb)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	0,009
Cadmium (Cd)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003	0,0006	0,0008
Chrom (Cr)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Molybdän (Mo)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nickel (Ni)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,001	0,002	0,003
Quecksilber (Hg)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Selen (Se)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Thallium (Tl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	0,02	0,06	0,06

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN	RE000 GI	DIN EN 1484: 2019-04	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0	1,5
Phenolindex, wasserdampflich	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Probenbezeichnung	MP 4
Probenahmedatum/ -zeit	14.01.2021
Probennummer	721000734

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
-----------	------	------	---------	----	---------	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenbegleitprotokoll	AN					siehe Anlage
Probenmenge inkl. Verpackung	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	1,9
Fremdstoffe (Art)	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		g	0,0
Siebückstand > 10mm	AN	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			ja
Rückstellprobe	AN		Hausmethode	100	g	1060

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	90,1
pH in CaCl ₂	AN	RE000 GI	DIN ISO 10390: 2005-12			4,2

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5
-----------------	----	-------------	------------------------	-----	----------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	11,2
Blei (Pb)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	6
Cadmium (Cd)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	0,5
Chrom (Cr)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	26
Kupfer (Cu)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	60
Nickel (Ni)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	47
Quecksilber (Hg)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	0,71
Thallium (Tl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Zink (Zn)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	416

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

Glühverlust (550 °C)	AN	RE000 GI	DIN EN 15169: 2007-05	0,1	Ma.-% TS	4,8
TOC	AN	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11	0,1	Ma.-% TS	0,2
EOX	AN	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Extrahierbare lipophile Stoffe	AN	RE000 GI	LAGA KW/04: 2019-09	0,02	Ma.-% TS	< 0,02
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40

Probenbezeichnung	MP 4
Probenahmedatum/ -zeit	14.01.2021
Probennummer	721000734

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
-----------	------	------	---------	----	---------	--

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Toluol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Ethylbenzol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
o-Xylol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe BTEX	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
Isopropylbenzol (Cumol)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Styrol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe BTEX + Styrol + Cumol	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Trichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	MP 4
Probenahmedatum/ -zeit	14.01.2021
Probennummer	721000734

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	
-----------	------	-------	---------	----	---------	--

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthylen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Phenanthren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoranthren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chrysen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 52	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 101	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 138	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 180	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	MP 4
Probenahmedatum/ -zeit	14.01.2021
Probennummer	721000734

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	BG	Einheit	
Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01						
pH-Wert	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			6,1
Temperatur pH-Wert	AN	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	19,3
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	38
Wasserlöslicher Anteil	AN	RE000 GI	DIN EN 15216: 2008-01	0,15	Ma.-%	< 0,15
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	AN	RE000 GI	DIN EN 15216: 2008-01	150	mg/l	< 150

Anionen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Fluorid	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0,2	mg/l	< 0,2
Chlorid (Cl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	4,7
Sulfat (SO4)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	6,5
Cyanide, gesamt	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005

Elemente aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Antimon (Sb)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Arsen (As)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Barium (Ba)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,014
Blei (Pb)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,011
Cadmium (Cd)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	0,0007
Chrom (Cr)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005
Molybdän (Mo)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Nickel (Ni)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,003
Quecksilber (Hg)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002
Selen (Se)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Thallium (Tl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0002	mg/l	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	0,06

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	AN	RE000 GI	DIN EN 1484: 2019-04	1,0	mg/l	< 1,0
Phenolindex, wasserdampflich	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 721000731
Probenbeschreibung MP 1

Probenvorbereitung

Probenehmer	Auftraggeber
Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor:	Nein
Fremdstoffe (Menge):	0,0 g
Fremdstoffe (Art):	nein
Siebrückstand > 10mm:	nein
Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.	
Probenteilung / Homogenisierung durch:	Fraktionierendes Teilen
Rückstellprobe:	680 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) **)**

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

- *) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte
 **) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen
 ***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen
 ****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 721000732
Probenbeschreibung MP 2

Probenvorbereitung

Probenehmer	Auftraggeber
Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor:	Nein
Fremdstoffe (Menge):	0,0 g
Fremdstoffe (Art):	nein
Siebrückstand > 10mm:	nein
Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.	
Probenteilung / Homogenisierung durch:	Fraktionierendes Teilen
Rückstellprobe:	1500 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) ****)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

- *) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte
 **) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen
 ***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen
 ****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 721000733
Probenbeschreibung MP 3

Probenvorbereitung

Probenehmer	Auftraggeber
Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor:	Nein
Fremdstoffe (Menge):	0,0 g
Fremdstoffe (Art):	nein
Siebrückstand > 10mm:	nein
Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.	
Probenteilung / Homogenisierung durch:	Fraktionierendes Teilen
Rückstellprobe:	840 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) ****)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

- *) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte
 **) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen
 ***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen
 ****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Probennummer 721000734

Probenbeschreibung MP 4

Probenvorbereitung

Probenehmer	Auftraggeber
Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor:	Nein
Fremdstoffe (Menge):	0,0 g
Fremdstoffe (Art):	nein
Siebrückstand > 10mm:	ja
Siebrückstand wird auf < 10mm zerkleinert und dem Siebdurchgang beigemischt.	
Probenteilung / Homogenisierung durch:	Fraktionierendes Teilen
Rückstellprobe:	1060 g

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) ****)

Nr.	DK0	DKI, II, III	REK	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	X	X	X	Trockenmasse	< 5 mm	Nein	Nein	15 g
1.01	X	X		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	X	X		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	X			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	Nein	Nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	X		X	PAK/PCB	< 5 mm	Nein	Nein	12,5 g
2.03	X			MKW (C10 - C40)	< 5 mm	Nein	Nein	20 g
2.07	X	X		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	Nein	20 g
2.08 - 2.14			X	Metalle, Königswasser-aufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	X	X	X	Eluat	Nein/ < 10 mm	Nein	Nein	100 g
1.01/1.02 *)	X	X		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	X	X		AT4	< 10 mm	Nein	Nein	300 g
1.01/1.02 *)	X	X		GB21	< 10 mm	Nein	Nein	200 g
1.01/1.02 *)	X	X		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

**) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen

***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen

****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter