

HPC AG
Am Stadtweg 8
06217 Merseburg
Telefon: +49 (0)3461 341 0
E-Mail: merseburg@hpc.ag

Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.

Ausfertigungs-Nr.

Datum

2211739

pdf

30.04.2021

**Prüfung einer Bestandsbebauung und Neubau eines Lebensmittel-Marktes
Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof**

Auftraggeber

**REWE Deutscher Supermarkt AG & Co. KGaA
Domstraße 20
50667 Köln**

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Luise Walther, M.Sc. Josefine Lorenz-Arndt

Inhaltsverzeichnis

Text	Seite
1. Zusammenfassung	3
2. Vorbemerkungen	4
2.1 Veranlassung und Auftrag	4
2.2 Arbeitsunterlagen	4
2.3 Allgemeine Angaben	6
2.4 Anmerkung zu den geodätischen Höhen	6
2.5 Gutachterliche Einschränkungen	7
3. Bauvorhaben und Baustandort	7
4. Standortsituation	8
4.1 Topographischer Überblick	8
4.2 Geologischer und hydrogeologischer Überblick	9
4.3 Kampfmittel, Leitungen	12
4.4 Geotechnische Besonderheiten	12
5. Untersuchungsumfang	13
5.1 Geländearbeiten	13
5.2 Laboruntersuchungen	14
5.2.1 Bodenphysikalische Untersuchungen	14
5.2.2 Chemische Untersuchungen	15
6. Untersuchungsergebnisse und Auswertung	15
6.1 Geologische Beschreibung der erbohrten Bodenschichten	15
6.2 Tragfähigkeit und Verformungsverhalten	17
6.3 Grundwasser	17
6.4 Ergebnisse der bodenphysikalischen Untersuchungen	18
6.5 Bauwerksreste / Hohlräume	19
7. Baugrundtechnische Auswertung der Untersuchungsergebnisse	20
8. Bautechnische Bewertung der Untersuchungsergebnisse	21
9. Gründungsempfehlung	22
9.1 Vorbemerkungen	22
9.1.1 Streifen-/Einzelfundamente	23
9.2 Hinweis für eine nicht-lastabtragende Bodenplatte	23

9.3	Vorläufige Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen	24
10.	Verkehrsflächen (RKS 1, 2, 9)	25
10.1	Frostempfindlichkeit der Böden	25
10.2	Hydrologische Verhältnisse	25
10.3	Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus	26
10.4	Anforderungen an den Oberbau	26
11.	Bautechnische Hinweise	28
11.1	Trockenhaltung der Bauwerke	28
11.2	Herstellung von Baugruben	28
11.3	Versickerung von Oberflächen- und Dachflächenwasser	29
11.4	Verfüllung von Arbeitsräumen und Baugruben	29
12.	Schlussbemerkung	29

Anlagen

- | | | |
|---|---|--------------|
| 1 | Übersichtsplan mit Lage der Erkundungsaufschlüsse | ohne Maßstab |
|---|---|--------------|

Anhang

- | | |
|---|---|
| 1 | Bohrprofile und Rammdiagramme der Erkundungsaufschlüsse |
| 2 | Ergebnisse bodenphysikalischer Laboruntersuchungen |

1. Zusammenfassung

Auftrag
Prüfung der vorhandenen Bebauungen und Neubau eines Lebensmittel-Marktes in 04683 Naunhof, Großsteinberger Straße 25 (Grundbuch von Naunhof, Blatt-Nr. 1580, Gemarkung Naunhof, Flur 1, geführte Flurstück 739/6), im Bundesland Sachsen - Baugrunduntersuchung
Bauvorhaben
Das Grundstück (s. Anlage 1) soll seitens REWE mit einem neuen Lebensmittel-Markt in nicht unterkellelter Bauweise bebaut werden.
Untergrundverhältnisse
• Mutterboden/Oberboden (RKS 1, 2, 4, 5, 6) • Oberbodenbefestigung (RKS 3, 7, 8, 9) • Anthropogene Auffüllungen (rollig) (RKS 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9) • Anthropogene Auffüllungen (bindig) (RKS 2, 5, 7) • Schluff (RKS 1, 7, 9) • Kies/Sand (RKS 1-9)
Hydrogeologische Verhältnisse
Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten (06. und 07. April 2021) wurde kein Grundwasser erkundet.
Gründung
Es wird von bisher für REWE-Lebensmittel-Märkte üblichen Flachgründungen in Form von Einzel- und Streifenfundamenten ausgegangen (frosthfreie Gründungstiefe $\geq 1,0$ m).
Verkehrsflächen
Bei einem Verkehrsflächenaufbau im Umfeld des geplanten Gebäudes sind für die im Auflagebereich des Straßenoberbaus 2 Bereiche zu unterscheiden: • Bereiche, auf denen die Verkehrsflächen oberhalb der Schicht S1 hergestellt werden → hierfür gilt die Frosthempfindlichkeitsklasse F1 (nicht frosthempfindlich); • Bereiche, auf denen die Verkehrsflächen oberhalb der Schicht S2 hergestellt werden → hierfür gilt die Frosthempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frosthempfindlich)
Sonstiges
Gemäß des o.g. Regelwerkes ist eine Versickerung des anfallenden Oberflächenwassers am Baustandort nach derzeitigen Kenntnisstand nicht oder nur in größeren Tiefen (Schicht S4) möglich.

2. Vorbemerkungen

2.1 Veranlassung und Auftrag

Die REWE Deutscher Supermarkt AG & Co. KGaA, Sitz in Norderstedt, plant eine Prüfung der vorhandenen Bebauungen und den Neubau eines Lebensmittel-Marktes in 04683 Naunhof, Großsteinberger Straße 25 (Grundbuch von Naunhof, Blatt-Nr. 1580, Gemarkung Naunhof, Flur 1, geführte Flurstück 739/6), im Bundesland Sachsen.

Zur Vorbereitung der geplanten Baumaßnahme beauftragte die REWE Deutscher Supermarkt AG & Co. KGaA am 24.03.2021 die HPC AG mit einer Historischen Recherche, einer Bewertung der Baugrundeigenschaften, einer Untersuchung auf schädliche Bodenverunreinigungen sowie einer Gebäudesubstanzbegutachtung. Die Auswertung der Untersuchung auf schädliche Bodenveränderungen und der Gebäudesubstanzbegutachtung werden jeweils in einem separaten Gutachten bearbeitet.

Die Ansatzpunkte für die Erkundungsaufschlüsse (Rammkernsondierungen und Schwere Rammsondierungen) wurden unter Berücksichtigung von möglichen Verdachtsbereichen festgelegt und die Geländearbeiten vom am 06. und 07. April 2021 durchgeführt.

Die Standortsituation und die Lage der Erkundungsaufschlüsse wird in Anlage 1 wiedergegeben.

Aus den Ergebnissen der geotechnischen Untersuchungen war ein Baugrundgutachten auszuarbeiten, in dem die festgestellten Baugrundverhältnisse geologisch, hydrogeologisch und bodenmechanisch bewertet werden. Im Gutachten sollten Gründungsempfehlungen für ein Bauwerk mit Angabe von zulässigen Bodenpressungen gegeben werden.

2.2 Arbeitsunterlagen

Fachliteratur:

- U 1 **DIN 1054: 2005-01** - Baugrund - Standsicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- U 2 **DIN 1054:2010-12** - Geotechnische Nachweise nach EC7 und DIN 1054
- U 3 **DIN 1055-2:2010-11** - Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngößen
- U 4 **DIN 4020:2010-12** - Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelung zu DIN EN 1997-2
- U 5 **DIN 4023:2006-02** - Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen
- U 6 **DIN 4123:2013-04** - Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude
- U 7 **DIN 4124:2012-01** - Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

- U 8 **DIN EN 1997-2:2010-10** - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- U 9 **DIN EN 1998-1/NA:2011-01** - Erdbebenzonenkarte (ehemals DIN 4149:2005-04)
- U 10 **DIN EN ISO 22475-1:2007-01** - Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenahmeverfahren und GW-Messungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung
- U 11 **DIN EN ISO 22476-2:2012-03** – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 2: Rammsondierungen
- U 12 **DIN 18300:2015-08** – VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten
- U 13 **DIN EN ISO 14688-2:2016-07** - Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen
- U 14 Bundesanstalt für Straßenwesen, Karte der Frosteinwirkungszonen, Quelle: [https://www.bast.de/DE/Strassenbau/Fachthemen/Sonstige/ S2-Frostzonenkarte.html](https://www.bast.de/DE/Strassenbau/Fachthemen/Sonstige/S2-Frostzonenkarte.html), Stand: 2015
- U 15 Prinz, H.; Strauß, R. - Abriss der Ingenieurgeologie, Spektrum Verlag, 6. Auflage, 2008
- U 16 Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB), 5. Auflage 2012
- U 17 DIN-Taschenbuch 36, Erd- und Grundbau, Beuth-Verlag, 10. Auflage 2009

Unterlagen aus Bohrdatenbank, historische Karten

- U 18 Allgemeine Informationen: <https://www.geoviewer.sachsen.de>
- U 19 Informationen zur Geologie und Hydrogeologie: <https://geoviewer.sachsen.de>
- U 20 Informationen zur Geologie: <https://geoviewer.bgr.de>
- U 21 Übersichtskarte: [google.maps.de](https://www.google.de/maps)
- U 22 Hydrogeologie: <https://www.umwelt.sachsen.de>
- U 23 Historische Karten: <https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de>

Durch den AG übergebene Unterlagen:

- U 24 Lageplan, M. 1 : 500, Stand: 10.07.2006
- U 25 Regalierungsplan, Vorentwurf/Vorabzug, M. 1 : 100, Stand: 18.07.2013
- U 26 Auskunft aus dem Sächsischen Altlastenkataster, Flurstück Nr. 739/6 der Gemarkung Naunhof, Flurstücke 787/2, 788/2 und 789/2 der Gemarkung Colditz, Landratsamt Landkreis Leipzig, Stand: 31.03.2014
- U 27 Grundbuch von Naunhof, Blatt 1580, Grundbuchamt Grimma, Ausdruck vom 28.10.2016
- U 28 Auszug aus dem Liegenschaftskataster, M. 1 : 1.500, erstellt am 18.01.2021
- U 29 Auskunft aus dem Sächsischen Altlastenkataster, Flurstück Nr. 739/6 der Gemarkung Naunhof, Landratsamt Landkreis Leipzig, Stand: 19.03.2021
- U 30 Lageplan Bauvoranfrage, Stand 01.04.2021

Archiv Stadt Naunhof:

- U 31 Bauantrag Lagerraum, Stand: 13.10.2005
- U 32 Anbauanfrage Lagerraum, Stand: 23.11.2005
- U 33 Prüfbericht, Stand: 12.12.2005
- U 34 Flächenberechnung Lagerraum, Stand: 10.07.2006

2.3 Allgemeine Angaben

Projekt-Nr.:	2211739
Auftraggeber:	REWE Deutscher Supermarkt AG & Co. KGaA Buchhaltung / Workflow Oststraße 75 22844 Norderstedt
Ort der Untersuchung:	Großsteinberger Straße 25 04683 Naunhof Grundbuch von Naunhof Blatt 1580 Gemarkung Naunhof, Flur 1 Flurstück 739/6 Bundesland: Sachsen
<u>Ansprechpartner:</u>	
REWE Markt GmbH:	Herr Doleschal Bereich Immobilien Projektentwicklung Expertise (H VIPE) Tel.: +49 (0) 221 149 - 1274
HPC AG, Hürth:	Dr. Armin Schlinkert Tel.: +49 (0) 2233 97455 - 19
HPC AG, Merseburg:	Luise Walther Tel.: +49 (0) 3461 341 - 302

2.4 Anmerkung zu den geodätischen Höhen

Seit Juli 2017 ist das Deutsche Haupthöhennetz DHHN2016 gültig (m ü. NHN, Meter über Normalhöhennull). Die Abweichungen zwischen DHHN92 und DHHN2016 betragen örtlich bis zu mehreren Zentimetern. Aus den zur Verfügung stehenden Unterlagen kann das zugrunde liegende Bezugssystem nicht immer eindeutig abgeleitet werden.

Sämtliche Höhen im Gutachten werden in m NHN angegeben.

Eine Überprüfung der Höhenangaben im Zuge der weiteren Planung wird empfohlen.

2.5 Gutachterliche Einschränkungen

Allgemeines

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse von den durch die HPC AG durchgeführten Baugrunderkundungen. Die Untersuchungen wurden von der HPC AG gemäß der Aufgabenstellung und nach den allgemein anerkannten ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Verfahren durchgeführt und beurteilt, die zum Zeitpunkt der Untersuchung gültig waren.

Dieser Bericht sowie alle in ihm enthaltenen Daten und Erläuterungen wurden von der HPC AG ausschließlich für den Auftraggeber und seine Planungsbeteiligten für die weitere Entwurfs- und Ausführungsplanung erstellt. Der Auftraggeber darf die Informationen in diesem Zusammenhang an Dritte weitergeben. Die Weiterverwendung der Informationen durch Dritte erfolgt dort jedoch zunächst ausdrücklich in eigener Verantwortung. Soweit in diesem Bericht Handlungsempfehlungen gemacht werden, sind diese umzusetzen. Vom Gutachten in der Ausführung abweichende Vorgehensweisen liegen in der Verantwortung der jeweils agierenden Projektbeteiligten.

Auf der Grundlage des vorliegenden Berichtes getroffene Entscheidungen, Planungen und Berechnungen durch Dritte sind daher vorbehaltlich einer Prüfung und Freigabe durch die HPC AG ohne rechtliche Verantwortung der HPC AG, ihrer Tochtergesellschaften und verbundenen Unternehmen, ihrer Mitarbeiter oder Organvertreter, gleich aus welchem Rechtsgrund ein etwaiger Anspruch hergeleitet wird.

Dritte, die mit dem vorstehenden Haftungsausschluss nicht einverstanden sind, dürfen die Informationen weder verwenden noch als Grundlage von ihnen zu treffenden Entscheidungen benutzen.

Baugrundrisiko

Das Baugrundrisiko wird als Abweichungen der bestimmten Schichtenfolge zwischen den erstellten Bodenaufschlüssen im Sinne der DIN 4020, gleich aus welchem Grund, angesehen. Für alle Abweichungen der Schichtenfolgen zwischen den Bodenaufschlüssen übernimmt der Unterzeichner keine Gewährleistung.

3. Bauvorhaben und Baustandort

Zum Bauvorhaben lagen dem Gutachter Planunterlagen als Bauvoranfrage [U30] vor. Die folgenden Angaben basieren zunächst auf projektbezogene Vorabinformationen der Bauplanung REWE Deutscher Supermarkt AG & Co. KGaA.

Das Grundstück (s. Anlage 1) soll seitens REWE bewertet und mit einem neuen Lebensmittel-Markt in nicht unterkellelter Bauweise bebaut werden.

Nach dem Lageplan wird das Lebensmittel-Gebäude eine Fläche von ca. 1.400 m² einnehmen. Zusätzlich sind Zufahrten sowie Park- und Verkehrswege im unmittelbaren Bereich der Gebäude vorgesehen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand liegen keine Angaben zu den geplanten Gründungen und demzufolge auch nicht zu den abzutragenden Lastgrößen vor. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass Flachgründungen in Form von Streifen- und Einzelfundamenten oder einer Bodenplatte realisiert werden sollen.

Darüber hinaus wird angenommen, dass für die Außenbereiche (Park- und Verkehrsflächen) eine allgemein übliche Bauweise mit Pflastersteinen vorgesehen ist.

Das Grundstück hat eine NE-SW-Ausrichtung. Die Geländehöhen im Bereich des Untersuchungsstandortes liegen zwischen +134,5 m und +134,8 m NHN. Das Gelände ist größtenteils eben und fällt leicht nach Südwesten ab.

Das Bauvorhaben ist in die geotechnische Kategorie 2 nach DIN EN 1997-1 einzuordnen.

4. Standortsituation

4.1 Topographischer Überblick

Der Untersuchungsstandort befindet sich in Naunhof, Großsteinberger Straße 25, in einem Wohnraumviertel am südöstlichen Stadtgebiet.

Die Gesamtfläche des anvisierten Flurstückes beträgt ca. 5.800 m² [U22].

Das Grundstück hat eine NE-SW-Ausrichtung. Die Geländehöhen im Bereich des Untersuchungsstandortes liegen zwischen +134,5 m und +134,8 m NHN. Das Gelände ist größtenteils eben und fällt leicht nach Südwesten ab.

Das Untersuchungsgebiet wird wie folgt abgegrenzt:

- nordöstliche Grundstücksgrenze: Ackerweg, Wohnbebauung;
- südöstliche Grundstücksgrenze: Wohnbebauung;
- südwestliche Grundstücksgrenze: Großsteinb. Str., Wohnbebauung;
- nordwestliche Grundstücksgrenze: Wohnbebauung.

Der Standort wird derzeit gewerblich genutzt. Das Baugelände ist momentan mit einem Penny-Lebensmittel-Markt bebaut und mit Zufahrts- und Verkehrsflächen befestigt.

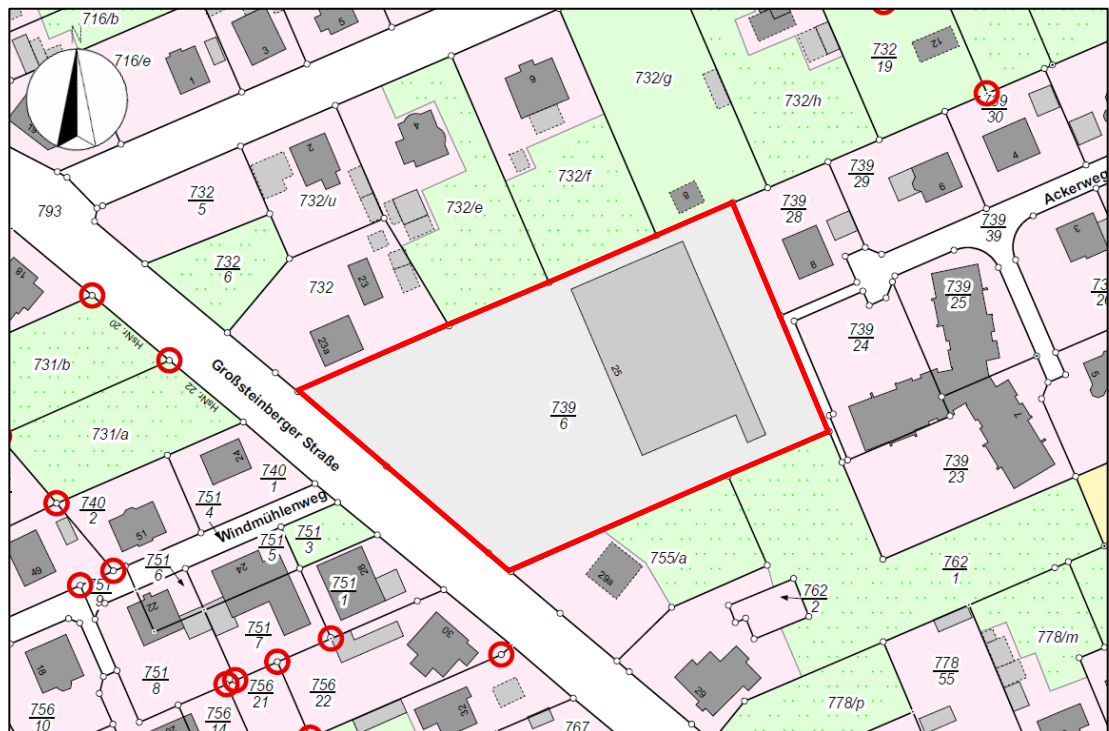


Abb. 1: Flurkarte, rote Umrandung: Flurstück 739/6 (Quelle: [U28])

4.2 Geologischer und hydrogeologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet befindet sich entsprechend naturräumlicher Gliederung am Westrand des nordsächsischen Hügellandes innerhalb der Leipziger Tieflandsbucht. Das variskisch gefaltete Grundgebirge wird im Großraum Naunhof in erster Linie durch Ablagerungen der Rotliegendzeit, vor allem durch ausgedehnte und zum Teil vulkanische Bildungen überdeckt. Das weite und flache Senkungsgebiet wurde im Tertiär mit maximal 100 m mächtigen Sedimenten, bestehend aus Kies, Sand und Ton sowie Abtragungsschutt aus dem südlichen Vorland, aufgefüllt. Zu Beginn des Quartärs erodierten Vorfluter Täler in die angetroffenen Tertiärsedimente, die in der Folgezeit mit frühlster- und elsterkaltzeitlichen Bildungen aufgefüllt wurden. Durch Änderung des Muldelaufes zwischen Elster- und Saalekaltzeit wurden im Raum Naunhof die vorher abgelagerten Sedimente des Pleistozäns und des Tertiärs teilweise bzw. vollständig erodiert. Dieses ausgeräumte Erosionstal wurde nachfolgend mit bis zu 20 m mächtigen frühsaalekaltzeitlichen Muldeschottern aufgefüllt, wobei es bei geringfügigen Laufänderungen zu Überlagerungen mit angrenzenden älteren Einheiten kam. Den Abschluss der glazialen Folge bilden Geschiebelehm mit Mächtigkeiten zwischen 0,2 und 4,0 m (Durchschnitt 2 m) bzw. im engeren Parthe-Bereich auch holozäne oder/und weichselkaltzeitliche Auekiesbildungen, die zum Teil durch holozänen Auelehm, Geschiebemergel oder glazilimnische Schluffe von den Muldeschottern getrennt sind.

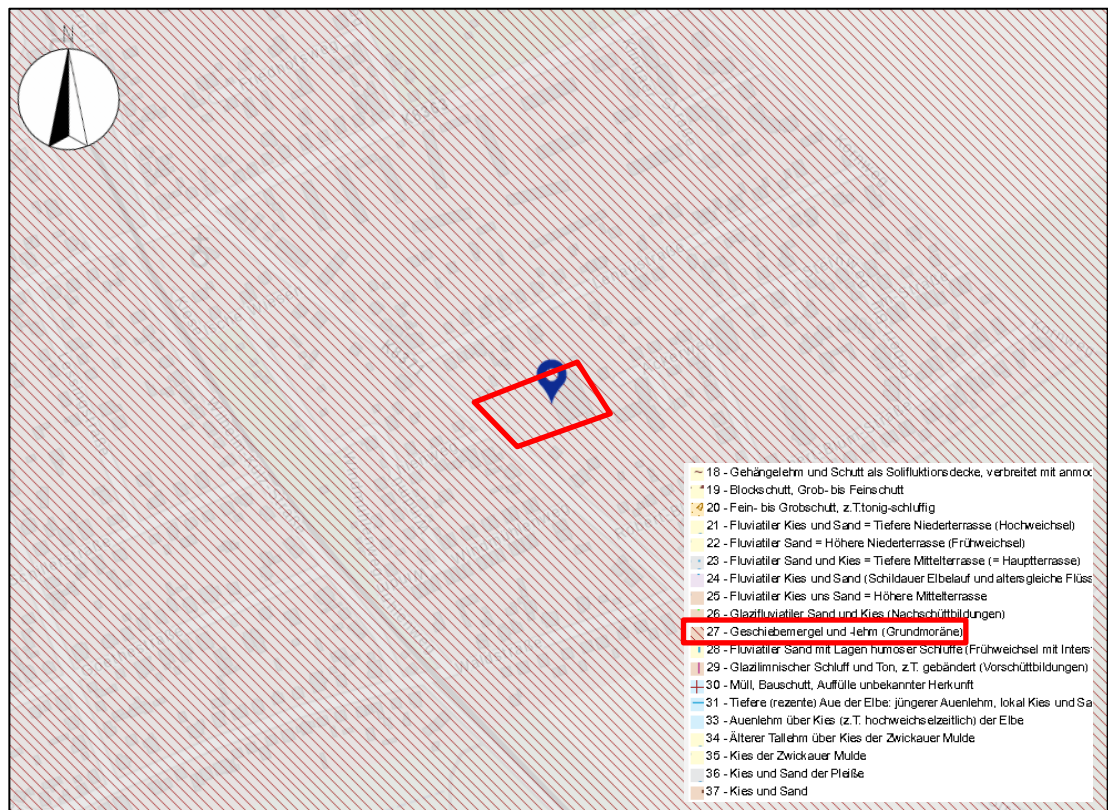


Abb. 2: Ausschnitt aus der Geologischen Übersichtskarte, Untersuchungsgebiet: rote Markierung; Quelle: [U19]

Analog der Hohlraumkarte [U19] befindet sich das Untersuchungsgebiet nicht im Bereich von unterirdischen Hohlräumen gemäß §8 Sächs. HohlRVO.

Gemäß [U19] befindet sich das Gelände in einem Trinkwasserschutzgebiet, Zone III-A, Teilzone 01 (siehe Abb. 3).

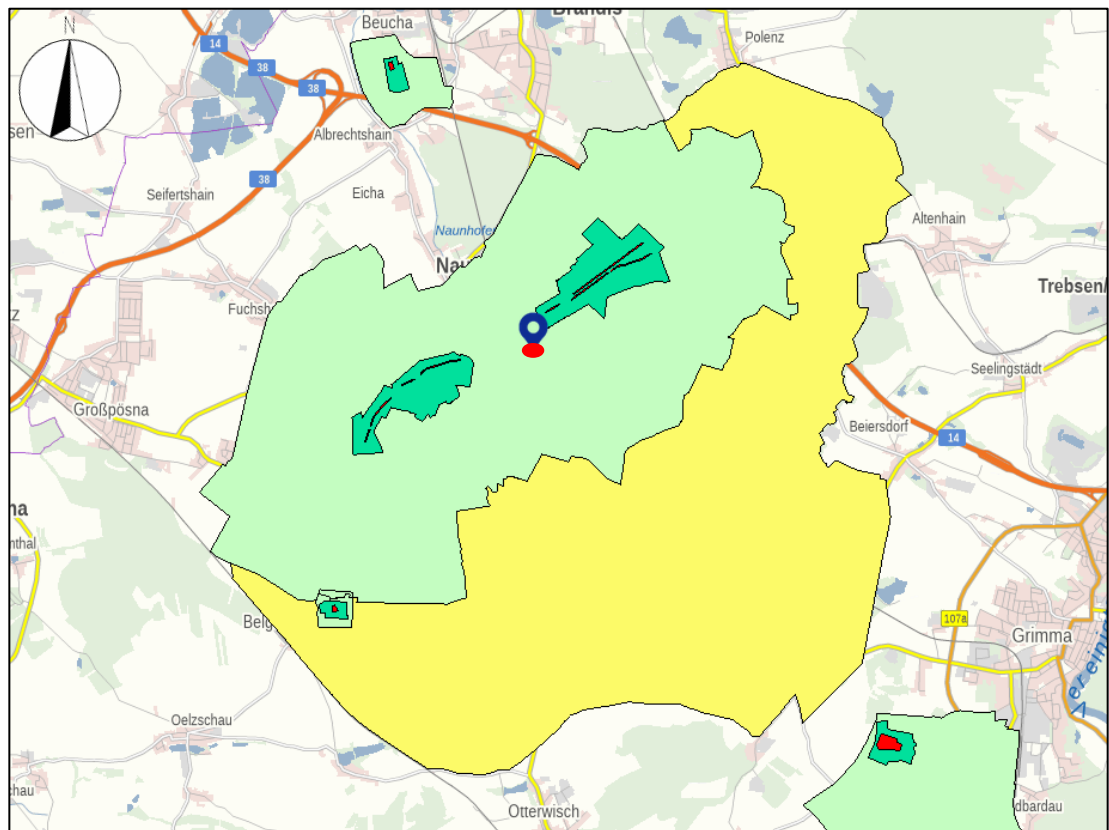


Abb. 3: Ausschnitt aus der Trinkwasserzonenkarte, Untersuchungsgebiet: rote Markierung;
Quelle: [U19]

Gemäß [U19] befindet sich das Gelände weder in einem Hochwassergefahrengesamtgebiet noch in einem Überschwemmungsgebiet.

Nächster Vorfluter ist die *Parthe*, die etwa 1,0 km westlich des Standortes in nördliche Richtung fließt.

Gemäß [U19] ist im Untersuchungsgebiet für den baulich relevanten Bereich nicht mit Grundwasser zu rechnen. Die eiszeitlichen Kiessande bilden im Raum Naunhof den pleistozänen Hauptgrundwasserleiter. Im Geschiebemergel und -lehm können horizont- und mächtigkeitsunbeständige Schmelzwassersande eingelagert sein, die ebenso grundwassererfüllt sein können. Das Plangebiet gehört zum Hydrogeologischen Teilraum Köthen-Bitterfelder Hochfläche und Leipziger Land des Raumes nord- und mitteldeutsches Mittelpleistozän als Teil des Großraumes nord- und mitteldeutsches Lockergestein (HÜK200). Die hydrogeologische Situation im Großraum Naunhof ist durch die Grundwasserführung innerhalb des Hauptgrundwasserleiters 3 (E2n - S1v) gekennzeichnet. Die Mächtigkeit des GWL 3 schwankt im Betrachtungsraum meist zwischen 15,0 und 20,0 m. Das Plangebiet befindet sich in der Höhenlage von ca. +134,6 m NHN.

4.3 Kampfmittel, Leitungen

Da keine Informationen bezüglich einer Kampfmittelfreiheit bestand, wurden alle Bohrpunkte am 06.04.2021 durch einen Feuerwerker fachgerecht freigegeben. Vor zukünftigen Bauarbeiten ist eine Kampfmittelauskunft einzuholen.

Auf dem Baufeld verlaufen Leitungen und Kanäle. Zeitnah vor der Ausführung von Erdarbeiten ist die Lage der aktuellen Leitungen und Kanäle zu prüfen.

4.4 Geotechnische Besonderheiten

Eine Zusammenfassung der geotechnischen Besonderheiten ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Geotechnische Besonderheiten

Geotechnische Besonderheit	Quelle	Auswertung bezogen auf Standort
Erdbebenzone Untergrundklasse	[U9]	Zone 0
Frosteinwirkungszone	[U14]	II
Tiefe der frostsicheren Gründung von Gebäuden	[U14]	mind. 1,0 m*

* Gemäß der DIN 1054 (2012), Punkt 6.4 „Gesichtspunkte bei Bemessung und Ausführung“: A (2) Sofern die Frostsicherheit der Sohlflächen von Gründungen nicht auf andere Weise nachgewiesen wird, muss der Abstand von der dem Frost ausgesetzten Fläche bis zur Sohlfläche der Gründung mindestens 0,8 m betragen. Da der Baugrund jedoch grundsätzlich vor nachteiligen Witterungseinflüssen zu schützen ist, die zu einer Herabsetzung der Festigkeit führen können, sind lokale Einflussgrößen zu berücksichtigen. So hat sich eine frostsichere Gründung an der örtlichen Frosteindringtiefe sowie an der geologischen Situation zu orientieren. Das aktuelle Bauvorhaben liegt entsprechend Frostzonenkarte der RStO in der Frosteinwirkungszone II. Erfahrungsgemäß wird für die Frosteinwirkungszone eine Gründungstiefe von mind. 1,0 m angenommen. Die frostsichere Gründungstiefe entspricht demnach dieser Tiefe.

5. Untersuchungsumfang

5.1 Geländearbeiten

Die Festlegung der Bohransatzpunkte für die Baugrunduntersuchungen erfolgte auf Grundlage der eingeholten Planauskünfte über unterirdische Versorgungsleitungen bzw. Installationen, der Freimessung von Kampfmitteln sowie der vor Ort vorgefundenen Gegebenheiten.

Vor Beginn der Geländearbeiten wurde ein Übersichtsplan mit den geplanten Bohransatzpunkten dem Auftraggeber übergeben und von diesem freigegeben.

Zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt 9 Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 9) bis zu einer maximalen Tiefe von 3,9 m u. GOK (= Geländeoberkante) abgeteuft. Zur Beurteilung von Lagerungsdichte und Konsistenz wurden 6 Schwere Rammsondierungen (DPH nach DIN EN ISO 22476 [U11]) bis in eine Tiefe von max. 4,1 m u. GOK ausgeführt.

Die Geländearbeiten (Rammkernsondierungen und Probenahmen) wurden am 06. und 07.04.2021 durch den HPC-eigenen Außendienst durchgeführt. Die angetroffenen Bodenschichten wurden gemäß DIN EN ISO 22475 [U2] angesprochen sowie organoleptisch beurteilt und die entsprechenden Ergebnisse dokumentiert. Die Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile sind im Anhang 1 dokumentiert.

Die Entnahme von Bodenproben erfolgte in der Regel meterweise, bei Schichtwechsel. Alle Proben wurden in Schraubdeckelgläser gefüllt, luftdicht verschlossen, kühl und dunkel gelagert und verwechslungssicher gekennzeichnet. Insgesamt wurden 31 gestörte Bodenproben entnommen.

Alle Aufschlussstellen wurden nach Lage und Höhe eingemessen und in den beiliegenden Lageplan (vgl. Anlage 1) eingetragen.

Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die gewählten Bohransatzpunkte und die erreichten Sondierteufen.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Aufschlüsse

Aufschluss: RKS = Rammkernsondierungen DPH = Schwere Rammsondierungen	Ansatz- höhe	erreichte Endtiefe	
	+ m NHN	m unter GOK RKS / DPH	+ m NHN RKS/ DPH
RKS 1	134,81	3,0	131,81
RKS 2	134,64	3,0	131,64
RKS/DPH 3	134,52	3,7 / 3,3	130,82 / 131,22
RKS/DPH 4	134,53	3,7 / 4,1	130,83 / 130,43
RKS/DPH 5	134,63	3,9 / 2,0	130,73 / 132,63
RKS/DPH 6	134,42	3,7 / 4,0	130,72 / 130,42
RKS/DPH 7	134,60	3,5 / 3,5	131,10 / 131,10
RKS/DPH 8	134,52	3,2 / 3,5	131,32 / 131,02
RKS 9	134,57	3,0	131,57

5.2 Laboruntersuchungen

5.2.1 Bodenphysikalische Untersuchungen

Im Rahmen der aktuellen Erkundungsphase wurden zur Bestimmung von Bodenparametern an ausgewählten (repräsentativen) Bodenproben Korngrößenverteilungen, Konsistenzgrenzen sowie der Glühverlust ermittelt. Die einzelnen Laborergebnisse sind als Anhang 2 dem Gutachten beigelegt.

Folgende bodenphysikalischen Untersuchungen wurden durchgeführt:

Tabelle 3: Bodenphysikalisches Untersuchungsprogramm

Aufschlusspunkt	Entnahmetiefe [m]	Untersuchungen	DIN
RKS 1	1,1 – 1,7 m	Sieb-Schlamm-Analyse, Glühverlust	DIN EN ISO 17 892-4:2017-04 DIN 18 128:2002-12
RKS 1	1,7 – 2,1 m	Sieb-Schlamm-Analyse, Konsistenzgrenzen	DIN EN ISO 17 892-4:2017-04 DIN EN ISO 17 892-12:2018-10 DIN 18 128:2002-12
RKS 3	1,4 – 2,5 m	Siebung, Glühverlust	DIN EN ISO 17 892-4:2017-04 DIN 18 128:2002-12
RKS 5	0,5 – 1,6 m	Sieb-Schlamm-Analyse, Glühverlust	DIN EN ISO 17 892-4:2017-04 DIN 18 128:2002-12
RKS 6	0,2 – 1,8 m	Sieb-Schlamm-Analyse, Glühverlust	DIN EN ISO 17 892-4:2017-04 DIN 18 128:2002-12

5.2.2 Chemische Untersuchungen

Im Rahmen der Baugrunderkundung erfolgte mit Bezug auf die parallel beauftragte Altlastenuntersuchung keine zusätzliche Entnahme von Bodenproben für chemische Untersuchungen.

6. Untersuchungsergebnisse und Auswertung

6.1 Geologische Beschreibung der erbohrten Bodenschichten

Schichtenaufbau des Untergrundes

Hinweis: Auf dem Gelände stehen aktuell noch Gebäude, die im Zuge der Bauarbeiten für die geplanten Gebäude zurückgebaut werden.

Mit den abgeteuften Rammkernsondierungen wurde im Erkundungstiefenbereich bis max. 3,9 m u. GOK folgende generelle Bodenschichtung festgestellt:

- Mutterboden/Oberboden (RKS 1, 2, 4, 5, 6)
- Oberbodenbefestigung (RKS 3, 7, 8, 9)
- Anthropogene Auffüllungen (rollig) (RKS 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9)
- Anthropogene Auffüllungen (bindig) (RKS 2, 5, 7)
- Schluff (RKS 1, 7, 9)
- Kies/Sand (RKS 1-9)

Schicht S1: Anthropogene Auffüllungen (rollig)

Mächtigkeit:	0,35 bis 1,7 m
Tiefe:	0,4 bis 2,2 m u. GOK
Erkundet:	RKS 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Bodenansprache:	Fein- bis Mittelkies, sandig, braun/rotbraun Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, braun bis hellgrau
Besonderheiten:	teilweise Unterbau für Pflaster
Bodenart:	nichtbindiger Boden ([GW], [SW] n. DIN 18 196)
Lagerungsdichte:	N ₁₀ = 2 bis 17 (überwiegend mitteldichte Lagerung)

Schicht S2: Anthropogene Auffüllungen (bindig)

Mächtigkeit:	0,3 bis 1,6 m
Tiefe:	0,5 bis 1,9 m u. GOK
Erkundet:	RKS 2, 5, 7
Bodenansprache:	Schluff, sandig, kiesig, braun bis dunkelbraun, hellgrau
Besonderheiten:	RKS 5 = durchwurzelt, humos
Bodenart:	bindiger Boden ([UL] n. DIN 18 196)
Konsistenz:	N ₁₀ = 2 bis 8 (überwiegend weiche bis steife Konsistenz)

Schicht S3: Schluff

Mächtigkeit:	0,3 m bis 1,3 m
Tiefe:	1,4 bis 2,1 m u. GOK
Erkundet:	RKS 1, 7, 9
Bodenansprache:	Schluff, feinsandig, zum Teil schwach tonig, grau bis braun bis graubraun
Besonderheiten:	kalkfrei
Bodenart:	bindiger Boden (UL, TL n. DIN 18 196)
Konsistenz:	N ₁₀ = 5 bis 8 (überwiegend steife Konsistenz)

Schicht S4: Kies/Sand

Mächtigkeit:	> 0,8 m
Tiefe:	bis mind. 3,9 m u. GOK
Erkundet:	RKS 1 bis 9
Bodenansprache:	Fein- bis Mittelkies, schwach grobkiesig, sandig, braun Sand, kiesig, braun
Besonderheiten:	kalkfrei
Bodenart:	nichtbindiger Boden (GW, SW n. DIN 18 196)
Lagerungsdichte:	N ₁₀ = 5 bis > 50 (überwiegend mitteldichte bis dichte Lagerung)

Im Anhang 1 sind die Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile der Aufschlüsse RKS 1 bis RKS 9 zusammengestellt.

Grundwasser wurde im Rahmen der aktuellen Erkundung nicht erkundet.

6.2 Tragfähigkeit und Verformungsverhalten

Zur Bewertung der Tragfähigkeitsverhältnisse (Lagerungsdichte / Konsistenz) der aufgeschlossenen Bodenschichten wurden insgesamt 6 Schwere Rammsondierungen (DPH) im Randbereich des geplanten Gebäudes durchgeführt.

Erläuterung Rammsondierung:

Bei der Durchführung von Rammsondierungen werden die Schlagzahlen N_{10} für je 10 cm Eindringung eines Gestänges mit definiertem Spitzenquerschnitt, einem Fallgewicht von 10 kg (DPL) bzw. 50 kg (DPH) und einer Fallhöhe von 50 cm registriert. Unter Einbeziehung der ermittelten Schichtenfolge können die festgestellten Schlagzahlen einer Lagerungsdichte bzw. einem Verformungsverhalten der Böden zugeordnet werden. Hieraus kann auf das Tragverhalten der Bodenschichten zurückgeschlossen werden.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist in Anlage 1 dargestellt.

Die Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (DPH) sind in Diagrammform im Anhang 1 dokumentiert.

Die Abschätzung der örtlichen Lagerungsverhältnisse und Konsistenzzustände wurde dabei über die in der Praxis bewährten empirischen Abhängigkeiten zwischen den Schlagzahlen N_{10} der Schweren Rammsonde DPH und den Zustandsarten (Lagerung/Konsistenz) nach [U15] vorgenommen:

Tabelle 4: Abschätzung der Lagerungsverhältnisse

Lagerung Schlagzahl N_{10}	sehr locker 0 - 1	locker 1 - 4	mitteldicht 4 - 18	dicht 18 - 24	sehr dicht > 24
Konsistenz Schlagzahl N_{10}	breiig 0 - 2	weich 2 - 5 (4)	steif (4) 5 - 9 (8)	halbfest (8) 9 - 17	fest > 17

Die Ergebnisse der Rammsondierungen wurden bereits bewertet.

6.3 Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten (06. und 07. April 2021) wurde im Erkundungstiefenbereich von 4,1 m kein Grundwasser erkundet.

Für die anstehenden Schichten können auf Basis von Erfahrungswerten, unter empirischer Ableitung aus den Kornverteilungslinien, folgende Durchlässigkeiten angesetzt werden:

Auffüllungen (rollig)	ca. $k = 10^{-7}$ bis 10^{-8} m/s
Auffüllungen (bindig)	ca. $k = 10^{-8}$ bis 10^{-9} m/s
Schluff	ca. $k = 10^{-8}$ bis 10^{-9} m/s
Kies/Sand	ca. $k = 10^{-4}$ bis 10^{-6} m/s

Bei Durchlässigkeiten von $k < 10^{-4}$ m/s, z.B. innerhalb der Schluffderivate oder bindigen Auffüllungen, ist mit aufstauendem Sickerwasser bis zur Geländeoberkante zu rechnen. Durch die Anordnung einer Dränage kann der Bemessungswasserstand technisch reguliert werden. Dränagemaßnahmen sind genehmigungspflichtig. Das wasserrechtliche Verfahren sollte frühzeitig mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden.

Die Festlegung des Bemessungswasserstands für das Bauvorhaben erfolgt in Abhängigkeit der Bemessungssituation nach DIN 1054 bzw. DIN EN 1990.

6.4 Ergebnisse der bodenphysikalischen Untersuchungen

Im bodenmechanischen Labor GEOTECH Baugrundlabor in Bad Lauchstädt wurden anhand ausgewählter Bodenproben Korngrößenverteilungen sowie die Konsistenzen und der Glühverlust bestimmt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 5: Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen

Aufschlusspunkt	Entnahmetiefe [m] (Schicht- zuordnung)	Probenan- sprache	Konsistenzzahl I _c Bodengruppe nach 18 196	Glühverlust [%]
RKS 6	0,2 – 1,8 m (Schicht S1)	S, u, g, t'	-	2,0
RKS 1	1,7 – 2,1 m (Schicht S3)	U, s*, t	0,94 (steif) TL	-
RKS 1	1,1 – 1,7 m (Schicht S4)	S, u', g'	-	1,4
RKS 3	1,4 – 2,5 m (Schicht S4)	S, g*, u'	-	0,9
RKS 5	0,5 – 1,6 m (Schicht S4)	S, u, t'	-	1,5

Die Laborergebnisse spiegeln die geologische Ansprache der einzelnen Bodenschichten generell wieder.

Die Klassifizierung von Böden mit organischen Anteilen erfolgt nach [U15]:

Tabelle 6: Klassifizierung von Böden nach organischen Anteilen

Boden	Organischer Anteil % der Trockenmasse (≤ 2 mm)
schwach organisch	2 bis 6
mittel organisch	6 bis 20
stark organisch	> 20

Gemäß der durchgeführten Untersuchungen an den Proben der RKS 1, 3, 5 und 6 (Schichten S1 und S3) sind keine organischen Beimengen vorhanden.

Die Laborprotokolle der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen sind als Anhang 2 dem Bericht beigelegt.

6.5 Bauwerksreste / Hohlräume

Im Rahmen der aktuellen Untersuchung wurden am geplanten Baustandort keine Hohlräume im Untergrund festgestellt.

Im Bereich des aktuellen Gebäudes ist nach Abriss mit Gründungsfundamenten, Bauwerksresten oder ähnlichen zu rechnen (siehe Kapitel 6.1). Diese müssen vor der Bebauung flächendeckend entfernt werden.

7. Baugrundtechnische Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Auf der Grundlage der aktuellen Erkundungs- und Laborergebnisse (Kornverteilung, Konsistenzen und Glühverlust), der E-DIN 1055, Teil 2 [U3] sowie aus Erfahrungswerten und den Laborergebnissen erfolgte die Bestimmung der in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Schichtungen, Bodenklassifizierungen und Bodenkennwerte (Berechnungskennwerte-cal) für die gründungsrelevanten Bodenschichten:

Tabelle 7: Schichtenaufbau, Bodenklassifizierungen, Bodenparameter (Berechnungskennwerte-cal)

Bezeichnung	anthropogene Auffüllung		Schluff	Kies/Sand
	rollig	bindig		
Baugrundschrift- nummer	S1	S2	S3	S4
Mächtigkeit [m]	0,35 – 1,7	0,3 – 1,6	0,3 – 1,3	> 0,8
Bodenart nach DIN 4022	fG-mG, s fS, ms, u'	U, s, g	U, fs, z.T. t'	fG-mG, gg', s S, g
Bodengruppen nach DIN 18 196	[GW], [SW]	[UL]	UL, TL	GW, SW
Bodenklasse nach DIN 18 300	3	4	4	5
Frostempfindlichkeit nach ZTVW-StB 17	F1	F3	F3	F1
Lagerungsdichte / Konsistenz	mitteldicht	weich bis steif	steif	mitteldicht bis dicht
Organischer Anteil [%]	nicht organisch	nicht organisch	nicht organisch	nicht organisch
Verdichtbarkeit	gut (V1)	schlecht (V3)	schlecht (V3)	gut (V1)
Wichte cal γ [kN/m ³]	19-20	19-20	19-20	20-21
Wichte unter Auftrieb cal γ' [kN/m ³]	11-12	9-10	9-10	11-12
Reibungswinkel cal ϕ' [°]	32,5-37	27,5	27,5-30	40-42,5
Kohäsion cal c' [kN/m ²]	0	2-5	5-15	0
Steifemodul cal E_s [MN/m ²]	80-100	2-5	5	80-100
Wasserdurchlässigkeits- beiwert cal k_f [m/s]	10^{-7} - 10^{-8}	10^{-8} - 10^{-9}	10^{-8} - 10^{-9}	10^{-4} - 10^{-6}

)' = schwach;)'' = sehr schwach;)* = stark

Hinweis:

Aufgrund des punktuellen Charakters der Aufschlussarbeiten ist nicht auszuschließen, dass die Untergrundverhältnisse bereichsweise von dem in generalisierter Form dargestellten Bodenprofil (s. Tabelle 7) abweichen können.

8. Bautechnische Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Das Flurstück 739/6 ist aktuell mit einem Gebäude bebaut und zum Teil mit Pflastersteinen befestigt. Das Grundstück weist mächtige anthropogene Auffüllungen auf. Das Flurstück soll mittelfristig mit einem neuen Lebensmittel-Markt in nicht unterkellelter Bauweise mit zugehörigen Park- und Verkehrswegen bebaut werden. Angaben zur geplanten Fußbodenhöhe (OKFF), Gründungsart oder Gründungstiefe lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor. Die Geländehöhen im Bereich des Untersuchungsstandortes liegen zwischen +134,5 m und +134,8 m NHN. Für die gründungstechnischen Angaben und geotechnischen Berechnungen wird von einem regulierten Planum von +134,2 m NHN ausgegangen.

Die abzutragenden Bauwerkslasten liegen zum Zeitpunkt der Bearbeitung nicht vor.

Im Folgenden wird daher von bisher für REWE-/Penny-Lebensmittel-Märkte üblichen Flachgründungen in Form von Einzel- und Streifenfundamenten und einer nicht-lastabtragenden Bodenplatte/Fundamentplatte ausgegangen (frostfreie Gründungstiefe $\geq 1,0$ m).

Zur Beurteilung des Baugrundes im Bereich des geplanten Lebensmittel-Marktes werden die Aufschlusspunkte RKS 3 bis 8 sowie die dazugehörigen DPH herangezogen.

Die übrigen Aufschlusspunkte befinden sich im Bereich der geplanten Park- und Verkehrsflächen und dienen nicht zur Beurteilung des Baugrundes für die geplanten Gebäude.

Die am Baustandort erbohrte Schichtenfolge sowie das Gelände sind in dem geotechnischen Profilschnitt A-A' (Abb. 3) ersichtlich. In dem Profilschnitt ist unter Berücksichtigung einer frostfreien Gründungstiefe von $\geq 1,0$ m die Gründungsebene für mögliche Flachgründungsmaßnahmen eingezeichnet.

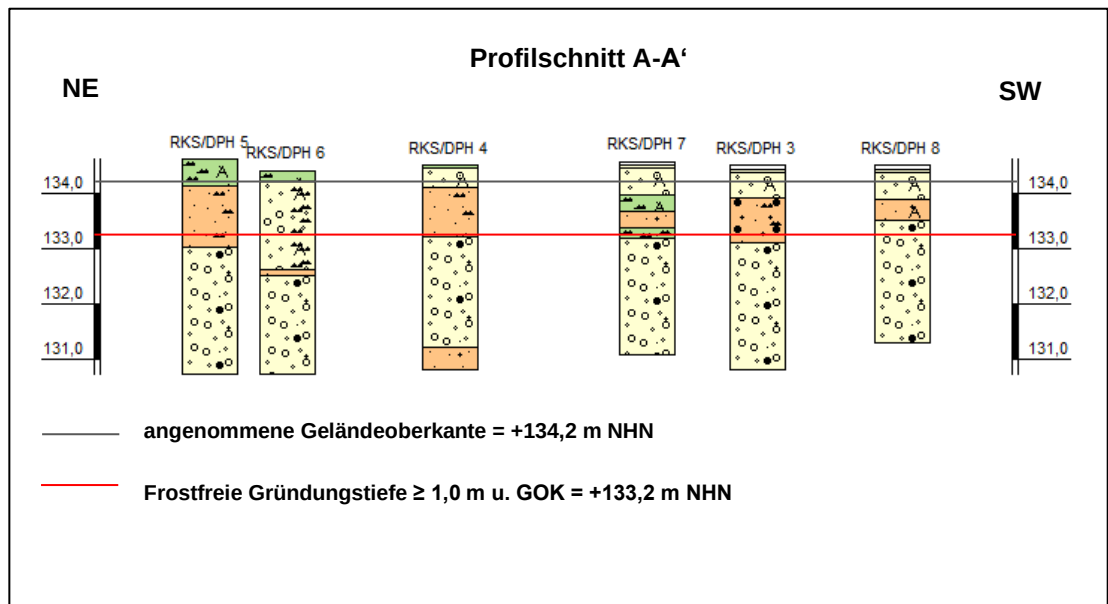


Abb. 4: Profilschnitt A-A' (Lage siehe Anlage 1)

Erkennbar ist, dass sich die Gründungssohle bei einer frostfreien Gründung ($t_E \geq 1,0$ m unter GOK) in den Schichten S1 (rollige anthropogene Auffüllung) S3 (Schluff – RKS 7) oder in der Schicht S4 (Kies/Sand) befindet.

Die Auffüllungen (Schicht S1, S2) und die anstehenden Schluffe (Schicht S3) sind grundsätzlich nicht für die Abtragung von Bauwerkslasten geeignet und sollten durch tragfähiges Material ausgetauscht werden. Die natürlich anstehenden Kiese und Sande (Schicht S4) haben gute Tragfähigkeitseigenschaften und sind für die Gründung des geplanten Gebäudes geeignet.

Die Baugrunduntersuchung erfolgte außerhalb des Bestandsgebäudes. Im Bereich des Bestandsgebäudes können die geologischen Bedingungen von der im Profilschnitt dargestellten Schichtung abweichen.

9. Gründungsempfehlung

9.1 Vorbemerkungen

Folgende baugrund- und gründungstechnischen Angaben bzw. Annahmen sind für die geplanten Gründungsmaßnahmen relevant:

- Ausgangshöhe / Geländehöhe: +134,2 m NHN
- Frostfreie Gründungstiefe für Frosteinwirkungszone II $\rightarrow \geq 1,0$ m (= Mindesteinbindetiefe für Fundamente)
- Mächtigkeit der anthropogenen Auffüllung (Schichten S1 und S1) = 0,3 bis 1,7 m
- Grundwasser: bis 3,9 m u. GOK nicht erkundet

Grundsätzlich sind Gründungen auf Streifen- und Einzelfundamenten möglich.

Aufgrund der anstehenden unterschiedlichen geologischen Bedingungen im Gründungsniveau und zur Vermeidung von bauwerksunverträglichen Setzungen und Setzungsdifferenzen, wird die Herstellung einheitlicher Gründungsbedingungen erforderlich, d.h. der Rückbau des Bestandsgebäudes muss über die gesamte Fläche des geplanten Bauwerkes bis zu einem tragfähigen Gründungshorizont erfolgen. Auffüllungen und Fundamente sind dabei zu entfernen. Die Aushubarbeiten sollten fachtechnisch durch den Baugrundgutachter begleitet werden.

Generell muss anstehender Oberboden gem. BBodSchG §1 vor der Baumaßnahme abgetragen werden, da er nach den gesetzlichen Vorschriften schonend behandelt werden muss.

9.1.1 Streifen-/Einzelfundamente

Für die Herstellung der Streifen-/Einzelfundamente wird die folgende Vorgehensweise empfohlen:

- (1) Bodenaushub im Bereich der geplanten Streifenfundamente bis ca. 1,0 m Tiefe (Mindesteinbindetiefe für Fundamente) (= +133,2 m NHN)
- (2) Nachweis der Tragfähigkeit auf Planum durch Prüfung mit Leichter Fallplatte (aus Platzgründen) und folgenden Richtwerten:

→ Verformungsmodul $E_{vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$

Hinweis: bindige Schichten (S2 und S3) sind vollständig zu entfernen und mit Material aus gut verdichtbarem Korngemisch (z.B. Schotter-Mineralgemisch 0/45 mm → mit Zertifikat) in Lagen von max. 0,25 m bei optimaler Verdichtung einzubauen

- (3) Herstellen der Streifenfundamente.

9.2 Hinweis für eine nicht-lastabtragende Bodenplatte

Für nicht-lastabtragende Bodenplatten wird eine mindestens 20 cm dicke Tragschicht (z. B. Schotter 0/45 mm) empfohlen. Auf der Oberkante der Tragschicht sollte in der Regel eine Mindesttragfähigkeit mit einem Verformungsmodul von etwa $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Dieser Wert ist im Detail noch mit dem Tragwerksplaner abzustimmen.

Zur Erreichung der o. g. Mindesttragfähigkeit auf OK Tragschicht ist auf dem Erdplanum eine Mindesttragfähigkeit von ca. $E_{v2} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ erforderlich.

9.3 Vorläufige Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen

Die Umsetzbarkeit der empfohlen Gründungsmaßnahmen wurde mittels Grundbruch- und Setzungsberechnungen überprüft. Dabei wurde vorausgesetzt, dass die Herstellung der Fundamente (Mindesteinbindetiefe: $\geq 1,0$ m) und der Bodenplatte, wie in den vorangegangenen Kapitel 8.3 dargestellt, realisiert werden.

Die maßgebliche Gründungssohlen von Einzel- und Streifenfundamenten liegen in den Schichten S1, S3 und S4. In den Berechnungen wurde eine Mindesteinbindetiefe der Streifen- und Einzelfundamente von 1,0 m (frostfreie Gründung) in den Baugrund angenommen.

Bei den Berechnungen wurde eine Vorbelastung des Baugrundes in der Größenordnung von 10 kN/m^3 bei der Setzungsermittlung berücksichtigt.

Unter Berücksichtigung der vorweg aufgeführten geotechnischen und gründungstechnischen Randbedingungen erfolgten die Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach EC7 bzw. DIN 4017:2006 zur vorläufigen Ermittlung gründungsrelevanter Parameter (zul. Sohlpressung, Setzungen, Bettungsmodul):

Einzel-/Streifenfundamente

- Größe Einzelfundamente: max. $2,0 \times 0,5 \text{ m}$
- Breite Streifenfundament: max. $2,0 \text{ m}$
- Einbindetiefe: $t_E \geq 1,0 \text{ m}$ (frostfreie Einbindetiefe)
- Bemessungswert des Sohlwiderstandes: **500 kN/m^2** bei Setzungen
 $s_{\text{max}} < 2,0 \text{ cm}$

Zusätzliche Maßnahmen hinsichtlich der Frostsicherheit sind bei Einhaltung der Fundamenteinbindetiefen von $\geq 1,0 \text{ m}$ für Einzel- und Streifenfundamente nicht erforderlich.

Hinweise:

Die o.g. Parameter gelten für einen mittigen Lastangriff. Bei außermittigem Lastangriff ist die Fundamentfläche auf die Teilfläche A' zu reduzieren, deren Schwerpunkt der Lastangriffspunkt ist. Bei Lastresultierenden, die unter einem Winkel δR gegen die Lotrechte geneigt sind, ist die o.a. Sohlpressung mit dem Faktor $a = (1 - \tan \delta R)^2$ abzumindern. Aufgrund möglicher unterschiedlicher Fundamentabmessungen sind in der Statik mögliche Setzungsdifferenzen ($\leq 0,5 \text{ cm}$) zu berücksichtigen.

Die Bemessung von nebeneinander liegenden Fundamenten sollte möglichst so erfolgen, dass die Fundamente die gleichen Belastungen auf den Baugrund ausüben. Damit wird gewährleistet, dass es nicht zu Schäden infolge ungleichmäßiger Setzungen einzelner Bauwerksteile kommt.

Die Gewährleistung der berechneten zulässigen Gründungsparameter setzt voraus, dass die Gründungssohle nicht aufgelockert wird und/oder durch Starkniederschlagseinflüsse deren Tragfähigkeit negativ beeinflusst wird.

Eine abschließende Bewertung der Gründungskonzeption im Hinblick auf konkrete lastabhängige Setzungen und Setzungsunterschiede kann nur auf der Grundlage einer Setzungsrechnung unter Ansatz der tatsächlichen Bauwerkslasten erfolgen. Die errechneten Setzungen sind dann aufgrund der Setzungsempfindlichkeit des Gebäudes den aufnehmbaren Setzungen der Konstruktion gegenüberzustellen. Für eine Vorbemessung können allerdings die o.g. orientierenden Gründungsparameter herangezogen werden.

Sollten sich die den Berechnungen zugrunde gelegten Randbedingungen ändern, wie erhebliche Abweichungen der Fundamentierung, Erhöhungen oder Reduzierungen des Bodenaustausches ist eine Überprüfung der Setzungsangaben notwendig.

10. Verkehrsflächen (RKS 1, 2, 9)

10.1 Frostempfindlichkeit der Böden

Bei einem Verkehrsflächenaufbau im Umfeld des geplanten Verkaufsgebäudes ist für die im Auflagebereich des Straßenoberbaus anstehenden Böden die Frostempfindlichkeitsklasse **F3 (sehr frostempfindlich)** anzusetzen.

10.2 Hydrologische Verhältnisse

Im Bereich der geplanten Verkehrs- und Parkplatzflächen wurde, wie in Kap. 6.3 beschrieben, kein Wasseranschnitt erkundet. Aufgrund der Lokalität sind nach ZTV E-StB 2017 die **Grundwasserverhältnisse** für den gesamten Baustandort in Bezug auf den Verkehrsflächenaufbau als „**günstig**“ zu bezeichnen (ZTV E-StB 2017: Grundwasser-/ Schichtwasser-Spiegel > 1,5 m u. Planum).

10.3 Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

Für die im unmittelbaren Umfeld des geplanten Verkaufsgebäudes vorgesehenen Zufahrtsstraßen und Parkplatzflächen kann nach der RStO12, Tab. 4 und Tab. 5 folgende Belastungsklasse (Bk) zugeordnet werden:

Tabelle 8: Belastungsklassen

Verkehrsart	Belastungsklasse
PKW-Verkehr einschließlich geringen Schwerverkehrsanteil	Bk0,3 bis Bk1,8
Nicht ständig vom Schwerverkehr genutzte Flächen	Bk1,0 / Bk1,8

Folgende Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist gemäß RStO 12 im Baubereich oberhalb von anstehendem F3-Boden erforderlich:

Tabelle 9: Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (F3-Boden)

Frostempfindlichkeitsklasse Schicht		F3 sehr frostempfindlich
Ausgangswert für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (RStO-12, Tab. 6) [cm]		50
Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (RStO-12, Tab. 7) [cm]	Frosteinwirkungszone Zone II	+ 5
	kleinräumige Klimaunterschiede keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0
	Wasserverhältnisse im Untergrund kein Grund-/Schichtwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m u. Planum	± 0
	Lage der Gradiente Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m	± 0
	Entwässerung der Fahrbahn / Ausführung der Randbereiche Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	- 5
Ergebnis [cm]		50

10.4 Anforderungen an den Oberbau

Der Oberbau für die zu befestigenden Außen-/Verkehrsflächen ist nach den Vorgaben der RStO 12 zu konzipieren.

Das geplante „Erdplanum“ befindet sich im Bereich der Schicht S1 oder S2. Das gesamte Erdplanum wird statisch verdichtet. Auf der Oberkante des „Erdplanums“ (Auflageplanum Straßenoberbau) ist ein Verformungsmodul von

$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (bindiger Boden) oder $E_{v2} \geq 80-100 \text{ MN/m}^2$ (rolliger Boden) nachzuweisen. Bindige breiige bis weiche Schichten sind zu entfernen und durch z.B. Mineralstoffgemisch 0/32 bzw. 0/45 in einer Mindestdicke von 0,3 m zu ersetzen.

Sollten die nachgewiesenen Werte des Verformungsmoduls $E_{v2} < 45 \text{ MN/m}^2$ liegen, sind zusätzliche geeignete Maßnahmen zur Stabilisierung des Erdplans durchzuführen.

Folgende Varianten wären denkbar:

- Bodenaustausch bzw. Erhöhung der Frostschutzschichtmächtigkeit

Einbau eines gut verdichtbaren, weitgestuften Brechkorngemisches oder eines gleichwertigen Beton-Recyclates mit einer Körnung von 0/32 bis 0/45 mm in einer Mindestdicke von 0,3 m unterhalb der Frostschutzschicht (Erhöhung der Gesamtdicke des Oberbaus).

- Einbau eines Geokunststoffes (z.B. Geovlies+Geogitter) unterhalb des frostsicheren Straßenaufbaus.

Einbau eines Geovlies+Geogitter unter Beibehaltung der Gesamtdicke des frostsicheren Straßenaufbaus.

Die Dimensionierung der o.g. Tragfähigkeitsverbesserungen im Gründungsohlenbereich ist vom Baugrundgutachter nach Vorlage der Messergebnisse entsprechender statischer Lastplattendruckversuche (mind. 2 Stück) vorzugeben.

Der Einbau der Frostschutz- und Tragschichten ist lagenweise bei optimaler Verdichtung vorzunehmen. Der fachgerechte Nachweis der Verdichtung ist mittels statischen Plattendruckversuchen zu erbringen.

Der nachzuweisende Verformungsmodul auf der Oberkante der Frostschutzschicht sollte in der Größenordnung von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (Wiederbelastungswert) bei einem Verhältniswert $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$ liegen.

Bei der Planung und Ausführung von Entwässerungseinrichtungen sind die Vorgaben der RAS-EW bzw. die Ausführungen der einschlägigen DIN-Normen zu beachten.

11. Bautechnische Hinweise

11.1 Trockenhaltung der Bauwerke

Wie bereits im Kap. 6.3 ausgeführt, ist im Bereich der geplanten Gebäude im Rahmen der aktuellen Erkundung kein Grundwasser bis 3,9 m u. GOK angetroffen worden. Der anstehende Boden hat eine Durchlässigkeit $k_f < 10^{-4}$ m/s. Es ist zumindest zeitweise mit aufstauendem Sickerwasser zu rechnen.

Ohne Sicherungsdränagen sind erdberührende Bauteile gegen aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18 533 (W2.1-E bis 3,0 m Einbindung des Gebäudes in den Untergrund) abzudichten oder mit von wasserundurchlässigem Beton (Wu-Beton nach Betonrichtlinie) herzustellen.

Beim Einbau von Sicherungsdränagen mit dauerhaftem Anschluss an eine freie Vorflut ist für erdeinbindende Bauteile oberhalb der Dränage eine Abdichtung gegen nichtstauendes Sickerwasser entsprechend DIN 18 533 (WE1.2-E mit Dränung) ausreichend.

Der Einbau von Dränagen und der Anschluss an eine freie Vorflut sind genehmigungspflichtig. Die Genehmigungsfähigkeit und die damit verbundenen Auflagen sind im Zuge der Planung mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

11.2 Herstellung von Baugruben

Gemäß DIN 4124 dürfen Fundamentgruben als Gräben bis zu einer Tiefe von 1,25 m u. GOK (1,75 m mit 0,5 m Kantensicherung) senkrecht ohne durchgehenden Verbau hergestellt werden. Dabei sind die Angaben der DIN 4123 zu beachten.

Tiefere Baugruben müssen in jedem Fall verbaut oder abgeböschet werden. Für Baugrubenböschungen mit Böschungshöhen $1,25 \text{ m} \leq H \leq 5 \text{ m}$ ist wegen der ungünstigen Verformungseigenschaften des Bodens nach DIN 4124 die Einhaltung folgender Böschungswinkel erforderlich:

$\beta \leq 45^\circ$ (nichtbindiger sowie bindiger Boden, weiche Konsistenz),

$\beta \leq 60^\circ$ (bindiger Boden, mind. steife Konsistenz).

Zu beachten ist, dass bei Einhaltung der o.g. Böschungswinkel keine zusätzlichen standsicherheitsmindernden Einwirkungen, wie z. B. äußere Auflast auf der Böschungsschulter oder Wassereinfluss (z.B. Grundwasserführungen über Baugrubensohle) zulässig sind.

Wasseransammlungen in der Nähe der geplanten Gründungsbereiche können zu setzungsschädlichen Veränderungen des Baugrundes führen (wasserempfindlicher Baugrund unterhalb Gründungspolster) und sind deshalb zu verhindern.

11.3 Versickerung von Oberflächen- und Dachflächenwasser

Gemäß ATV-DVWK-A 138 - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - kommen für Versickerungsanlagen nur Lockergesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-6} m/s liegen. Darüber hinaus ist zur Sicherung der hydraulischen Funktionsfähigkeit ein Sohlabstand zur höchstmöglichen Grundwasseroberfläche von 1,0 m einzuhalten.

Gemäß des o.g. Regelwerkes ist eine Versickerung des anfallenden Oberflächenwassers am Baustandort nach derzeitigen Kenntnisstand aus folgenden Gründen nicht oder nur in größeren Tiefen (Schicht S4) möglich:

- die Schichten S1, S2 und S3 weisen nur geringe Durchlässigkeiten auf ($k_f \approx 1,0 \times 10^{-7}$ m/s bis $1,0 \times 10^{-9}$ m/s)
- die Schicht S4 weist gute Durchlässigkeiten auf ($k_f \approx 1,0 \times 10^{-2}$ m/s bis $1,0 \times 10^{-3}$ m/s)

11.4 Verfüllung von Arbeitsräumen und Baugruben

Für die Verfüllung von Baugruben, Arbeitsräumen oder Leitungsgräben ist ein gut verdichtbares Mineralgemisch zu verwenden. Die Verfüllung ist lagenweise unter optimaler Verdichtung gemäß den Vorgaben der ZTV E-StB 2017 vorzunehmen.

12. Schlussbemerkung

Baugrunduntersuchungen beruhen auf punktförmigen Aufschlüssen. Abweichungen der tatsächlichen Baugrundverhältnisse in den Bereichen zwischen den Bohransatzpunkten von den Beschreibungen des Baugrundgutachtens können daher nicht ausgeschlossen werden. Werden bei Baumaßnahmen Abweichungen von den festgestellten Baugrundverhältnissen festgestellt, ist der Baugrundgutachter zu informieren. Vom Gutachter werden in diesem Fall die Auswirkungen auf die Empfehlungen des Gutachtens geprüft und diese bei Bedarf überarbeitet.

Es wird empfohlen, dem Baugrundgutachter vor Baubeginn die endgültigen Bauwerkspläne bzw. Planungsunterlagen zur Bewertung vorzulegen. Bei Bedarf sollten ergänzende Grundbruch- und Setzungsberechnungen im Rahmen einer Gründungsberatung durchgeführt werden.

Alle Gründungssohlen und Planien sind auf der Grundlage der Vorgaben im Baugrundgutachten durch einen Baugrundgutachter abzunehmen.

Beim Antreffen einer abweichenden Schichtenfolge ist der Gutachter sofort zu einer Baugrubenabnahme heranzuziehen.

Sämtliche Tragfähigkeitsprüfungen (Verdichtungsnachweise) können bei Bedarf durch die HPC AG durchgeführt werden.

HPC AG

i. A. Lorenz/Arndt

M.Sc. Josefine Lorenz-Arndt
Abteilung Geotechnik

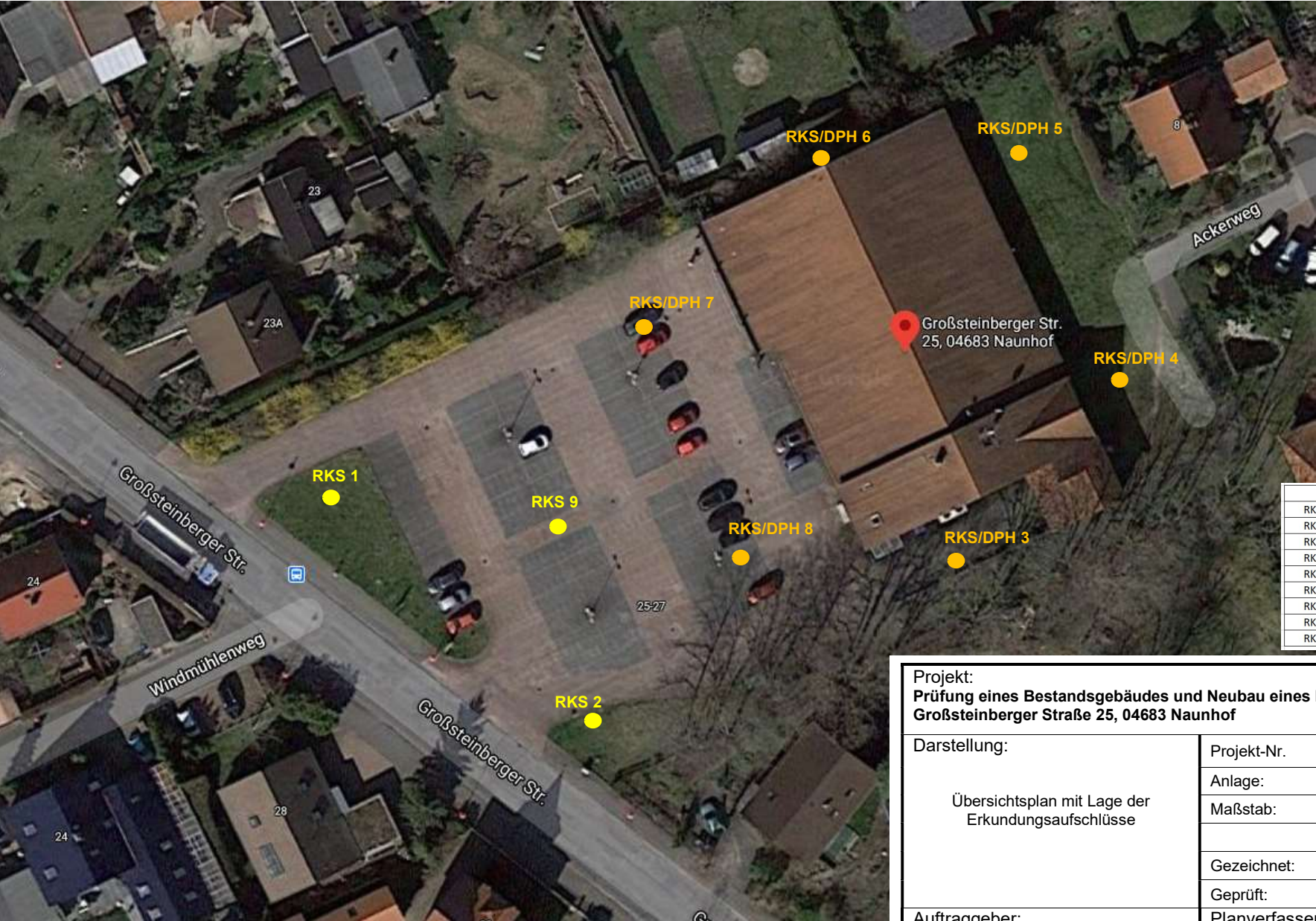
i. A. L. Walther

Dipl.-Geol. Luise Walther
Projektleiterin

Anlage

Anlage 1

Erkundung: Großsteinberger Str. 25, 04683 Naunhof



- Rammkernsondierungen
- Rammkern- und Schwere Rammsondierungen

	x	y	z
RKS 1	32751106,41	5686466,10	134,81
RKS 2	32751138,27	5686440,67	134,64
RKS 3	32751177,28	5686461,95	134,52
RKS 4	32751198,33	5686484,64	134,53
RKS 5	32751184,61	5686511,60	134,63
RKS 6	32751162,10	5686511,22	134,42
RKS 7	32751138,42	5686484,33	134,60
RKS 8	32751151,42	5686456,15	134,52
RKS 9	32751133,16	5686466,65	134,57

Projekt:
Prüfung eines Bestandsgebäudes und Neubau eines Lebensmittel-Marktes
Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof

Darstellung:

Übersichtsplan mit Lage der
Erkundungsaufschlüsse

Projekt-Nr.
Anlage:
Maßstab:

Gezeichnet:
Geprüft:

2211739
1
ohne
Datum:
Name:
04/21
LW
04/21
JLO

Auftraggeber:
DPDHL Corporate Real Estate Ma-
nagement GmbH
Fritz-Erler-Straße 5
53113 Bonn

Planverfasser:
HPC AG
Am Stadtweg 8
06217 Merseburg
Tel.: 03461 341 0
Fax: 03461 341 332

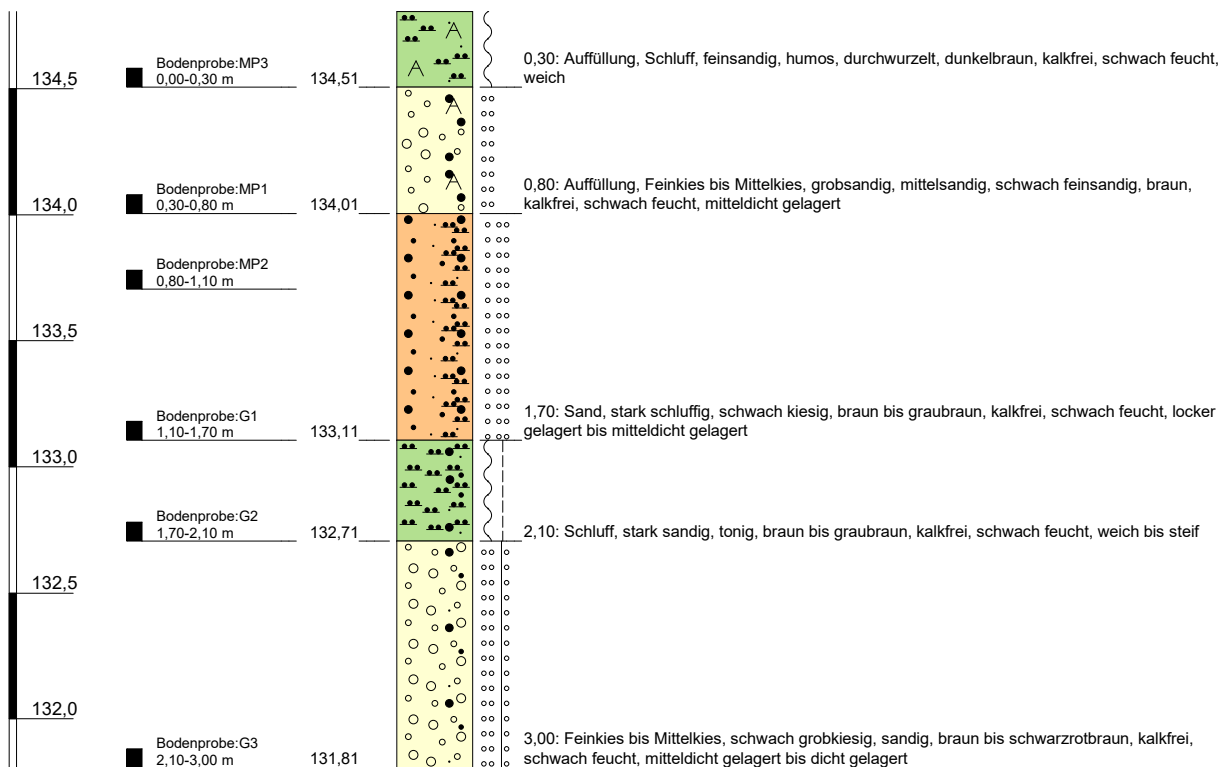

Für die Umwelt. Für die Menschen.

Anhänge

Anhang 1

RKS 1

+ m NHN



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: REWE/Penny Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof	
Bohrung: RKS 1	
Auftraggeber:	REWE Group
Bohrfirma:	HPC AG
Bearbeiter:	Walther (HPC AG)
Datum:	08.04.2021
Rechtswert:	32751106,41
Hochwert:	5686466,10
Ansatzhöhe:	+134,81 m NHN
Endtiefe:	3,00 m

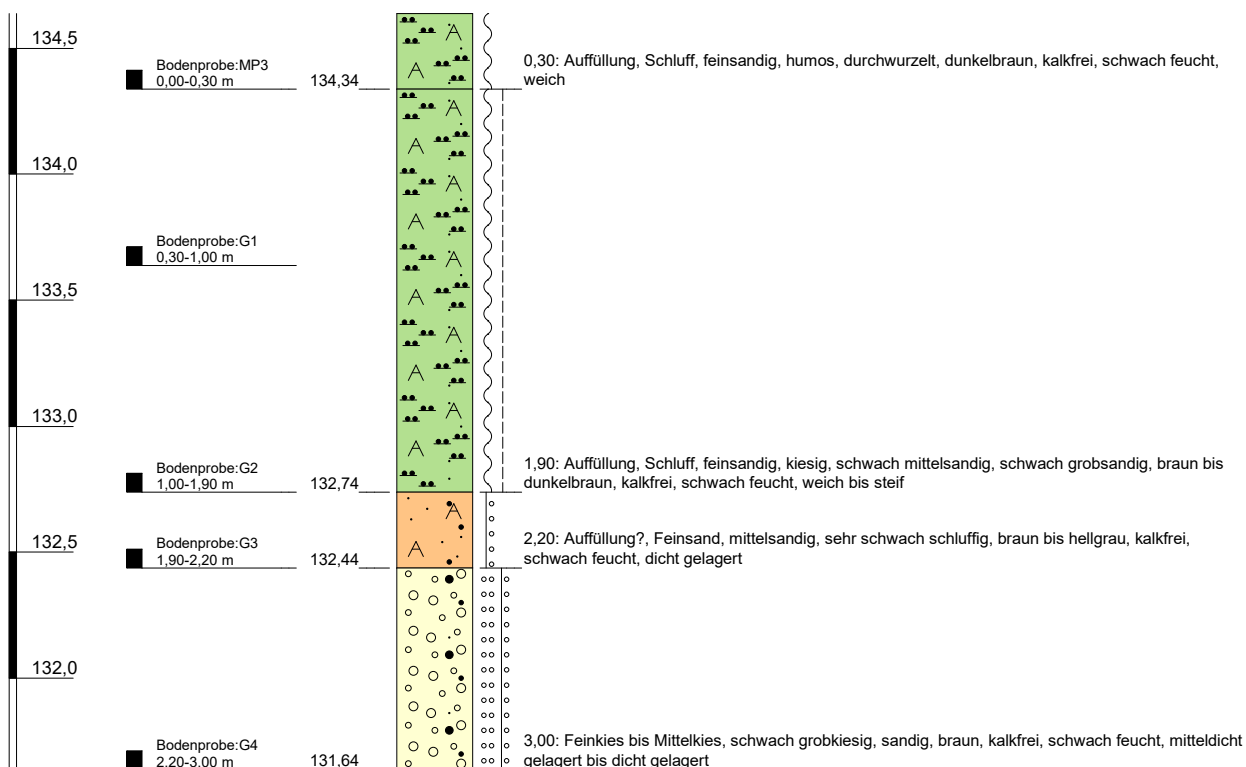
HPC



Für die Umwelt. Für die Menschen.

RKS 2

+ m NHN



Höhenmaßstab: 1:30

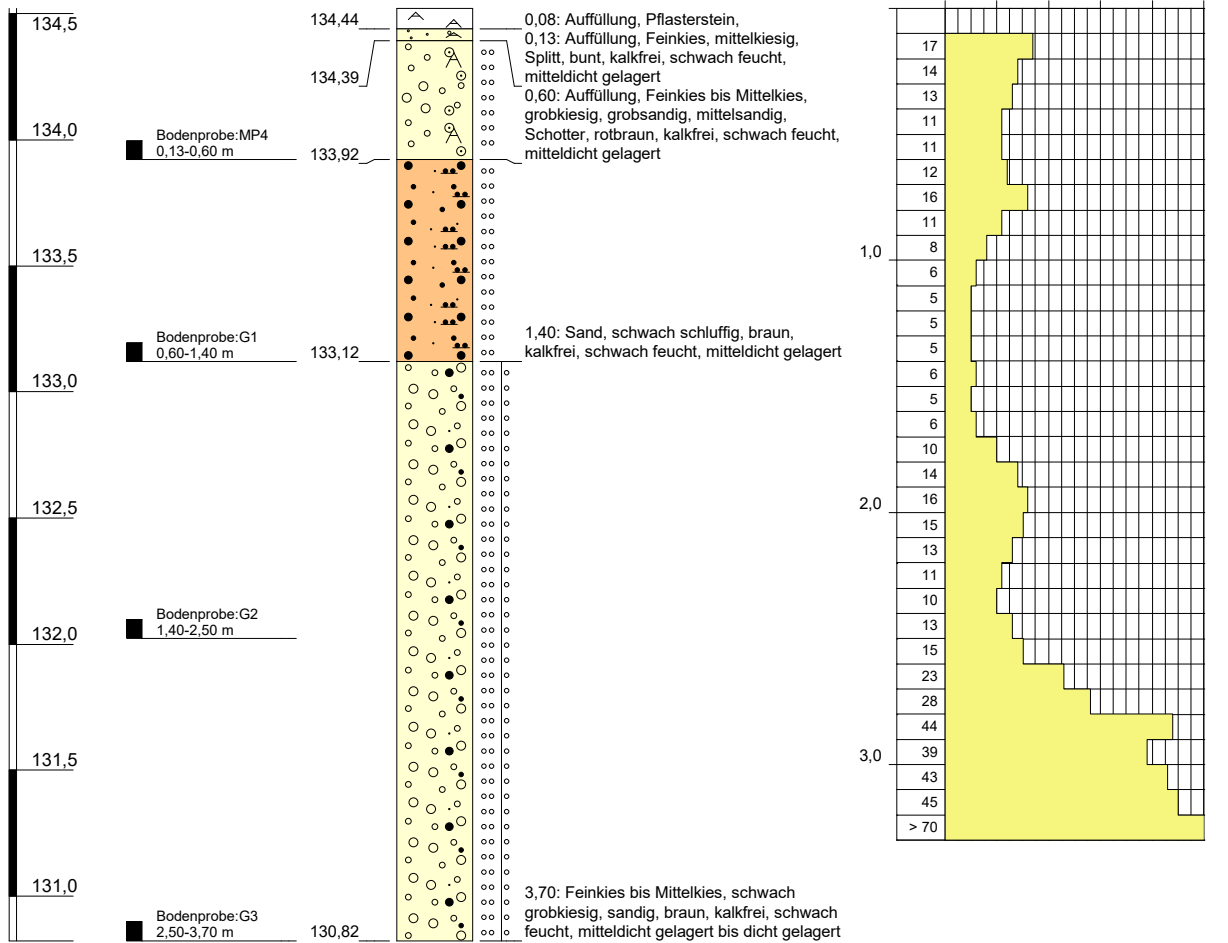
Blatt 1 von 1

Projekt: REWE/Penny Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof	
Bohrung: RKS 2	
Auftraggeber:	REWE Group
Bohrfirma:	HPC AG
Bearbeiter:	Walther (HPC AG)
Datum:	08.04.2021
Rechtswert:	32751138,27
Hochwert:	5686440,67
Ansatzhöhe:	+134,64 m NHN
Endtiefe:	3,00 m

<

RKS/DPH 3

+ m NHN



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: REWE/Penny Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof	
Bohrung: RKS/DPH 3	
Auftraggeber: REWE Group	Rechtswert: 32751177,28
Bohrfirma: HPC AG	Hochwert: 5686461,95
Bearbeiter: Walther (HPC AG)	Ansatzhöhe: +134,52 m NHN
Datum: 08.04.2021	Endtiefe: 3,70 m

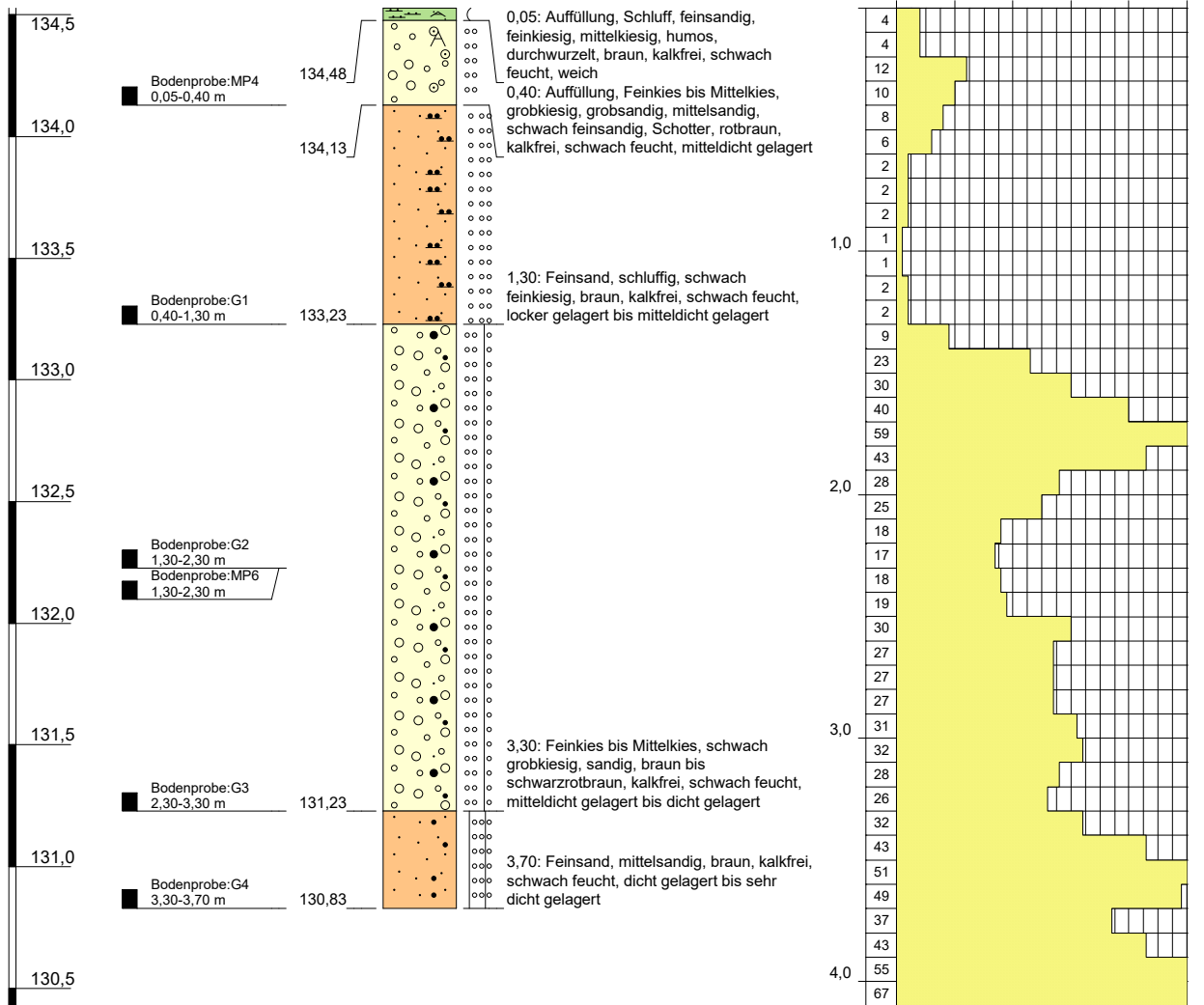


HPC

Für die Umwelt. Für die Menschen.

RKS/DPH 4

+ m NHN



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: REWE/Penny Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof

Bohrung: RKS/DPH 4

Auftraggeber: REWE Group

Rechtswert: 32751198,33

Bohrfirma: HPC AG

Hochwert: 5686484,64

Bearbeiter: Walther (HPC AG)

Ansatzhöhe: +134,53 m NHN

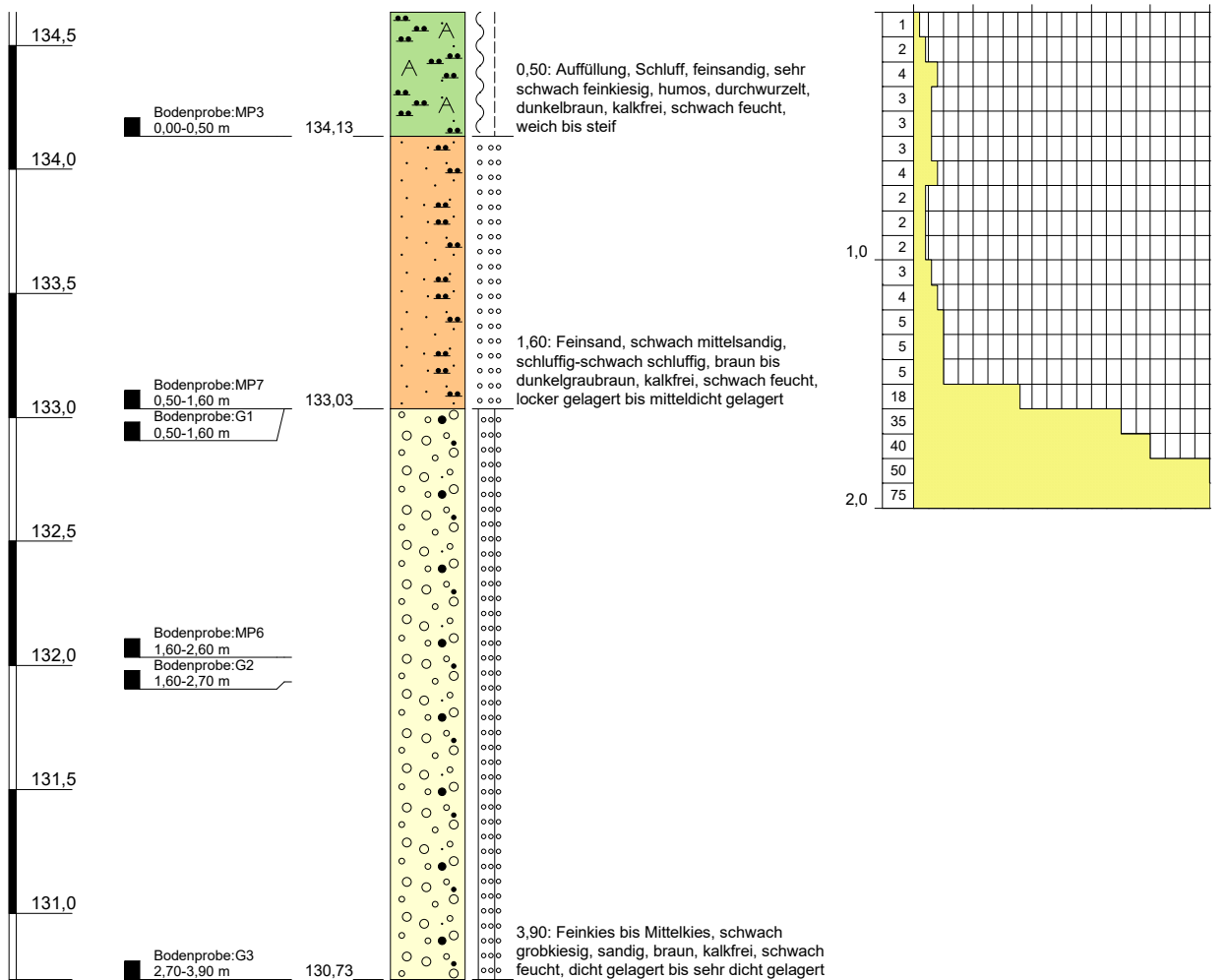
Datum: 08.04.2021

Endtiefe: 3,70 m



RKS/DPH 5

+ m NHN



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

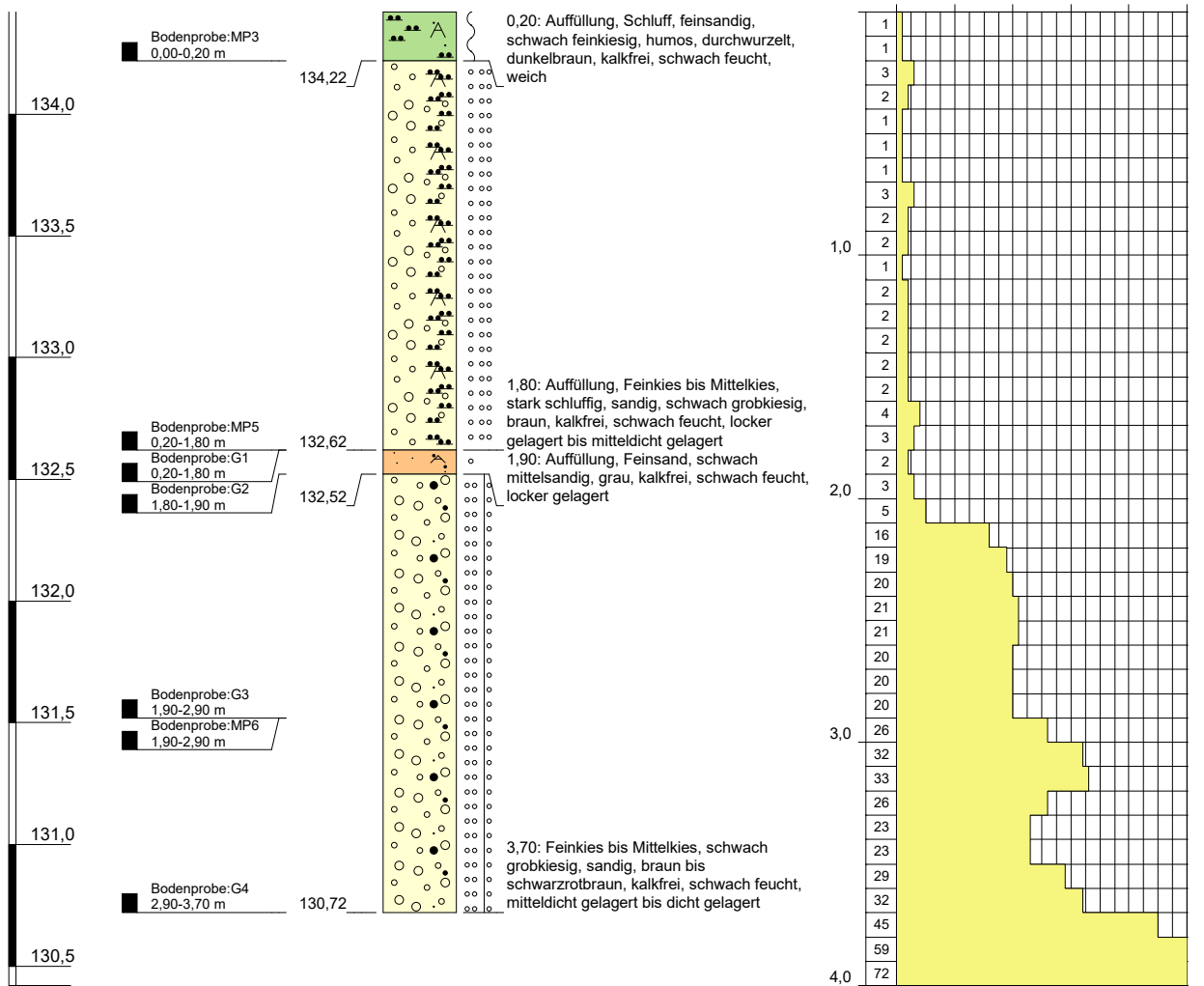
Projekt: REWE/Penny Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof	
Bohrung: RKS/DPH 5	
Auftraggeber: REWE Group	Rechtswert: 32751184,61
Bohrfirma: HPC AG	Hochwert: 5686511,60
Bearbeiter: Walther (HPC AG)	Ansatzhöhe: +134,63 m NHN
Datum: 08.04.2021	Endtiefe: 3,90 m



Für die Umwelt. Für die Menschen.

RKS/DPH 6

+ m NHN



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

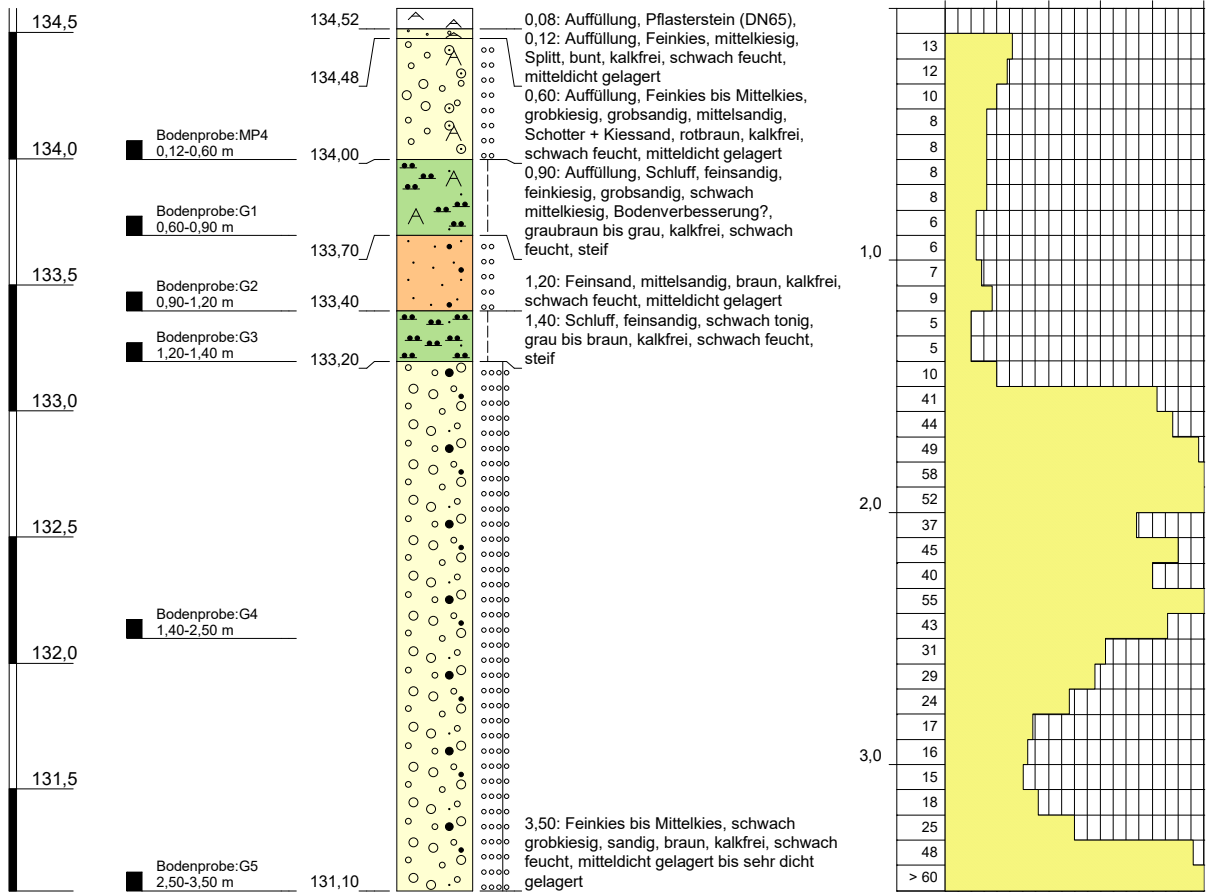
Projekt: REWE/Penny Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof	
Bohrung: RKS/DPH 6	
Auftraggeber:	REWE Group
Bohrfirma:	HPC AG
Bearbeiter:	Walther (HPC AG)
Datum:	08.04.2021
Rechtswert:	32751162,09
Hochwert:	5686511,22
Ansatzhöhe:	+134,42 m NHN
Endtiefe:	3,70 m



Für die Umwelt. Für die Menschen.

RKS/DPH 7

+ m NHN



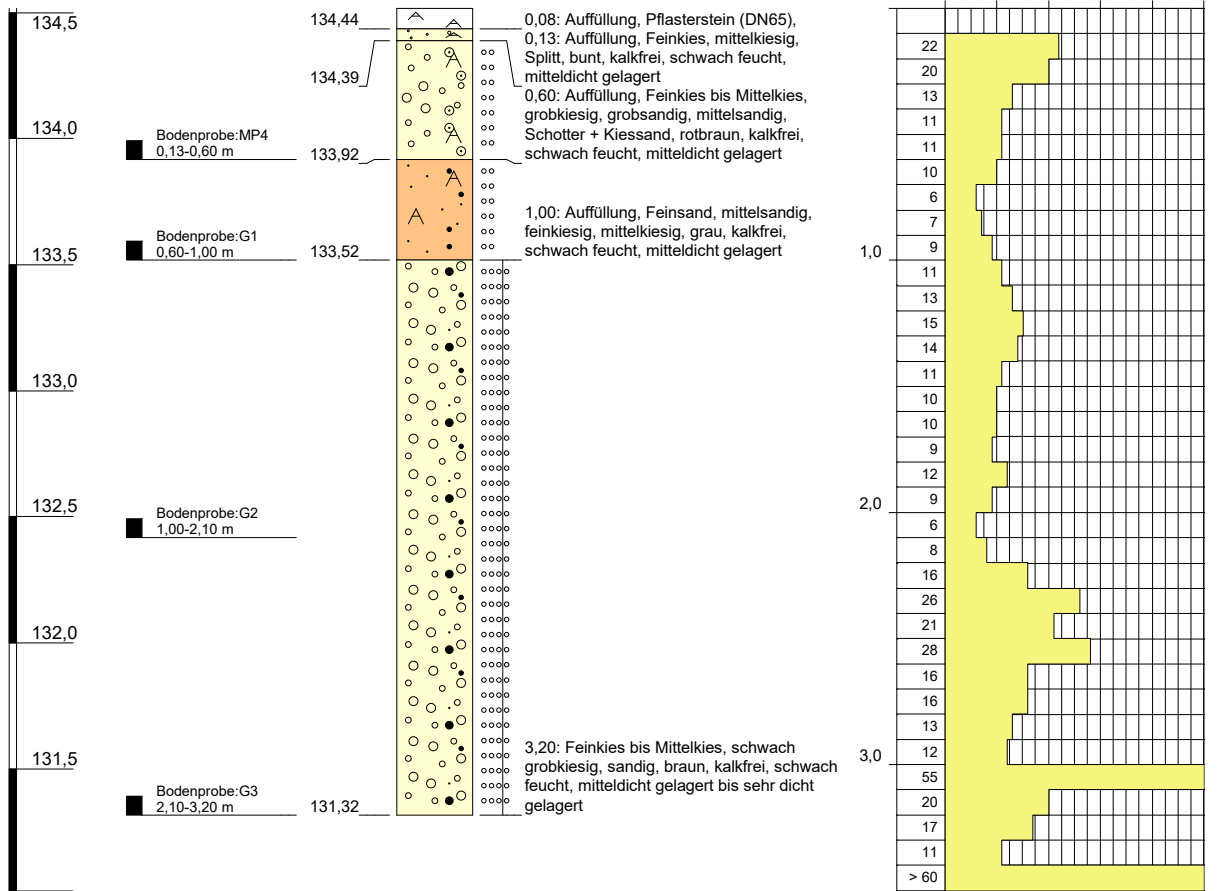
Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: REWE/Penny Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof		 Für die Umwelt. Für die Menschen.
Bohrung: RKS/DPH 7		
Auftraggeber: REWE Group	Rechtswert: 32751138,42	
Bohrfirma: HPC AG	Hochwert: 5686484,33	
Bearbeiter: Walther (HPC AG)	Ansatzhöhe: +134,60 m NHN	
Datum: 08.04.2021	Endtiefe: 3,50 m	

RKS/DPH 8

+ m NHN



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

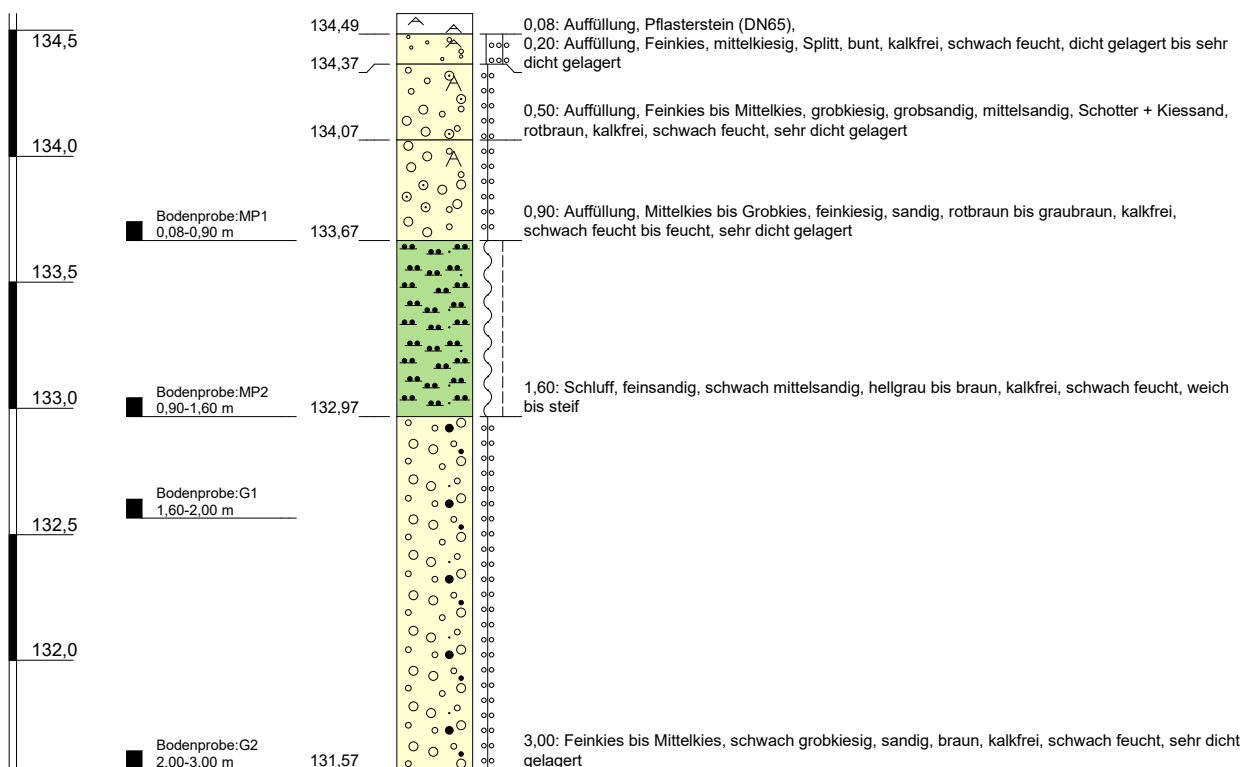
Projekt: REWE/Penny Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof	
Bohrung: RKS/DPH 8	
Auftraggeber: REWE Group	Rechtswert: 32751151,42
Bohrfirma: HPC AG	Hochwert: 5686456,15
Bearbeiter: Walther (HPC AG)	Ansatzhöhe: +134,52 m NHN
Datum: 08.04.2021	Endtiefe: 3,20 m



Für die Umwelt. Für die Menschen.

RKS 9

+ m NHN



Höhenmaßstab: 1:30

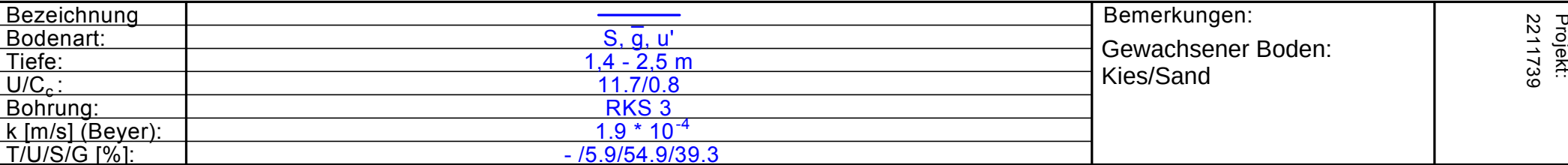
Blatt 1 von 1

Projekt: REWE/Penny Großsteinberger Straße 25, 04683 Naunhof		 Für die Umwelt. Für die Menschen.		
Bohrung: RKS 9				
Auftraggeber:	REWE Group		Rechtswert:	32751133,16
Bohrfirma:	HPC AG		Hochwert:	5686466,65
Bearbeiter:	Walther (HPC AG)		Ansatzhöhe:	+134,57 m NHN
Datum:	08.04.2021		Endtiefe:	3,00 m

Anhang 2

Datum: 16.04.2021

DIN EN ISO 17892-4
Labornummer: 1
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung



GEOTECH Baugrundlabor
Gottschedstraße 28
06246 Bad Lauchstädt
Tel. (034635) 20748

Bearbeiter: Schöpe

Datum: 16.04.2021

Körnungslinie

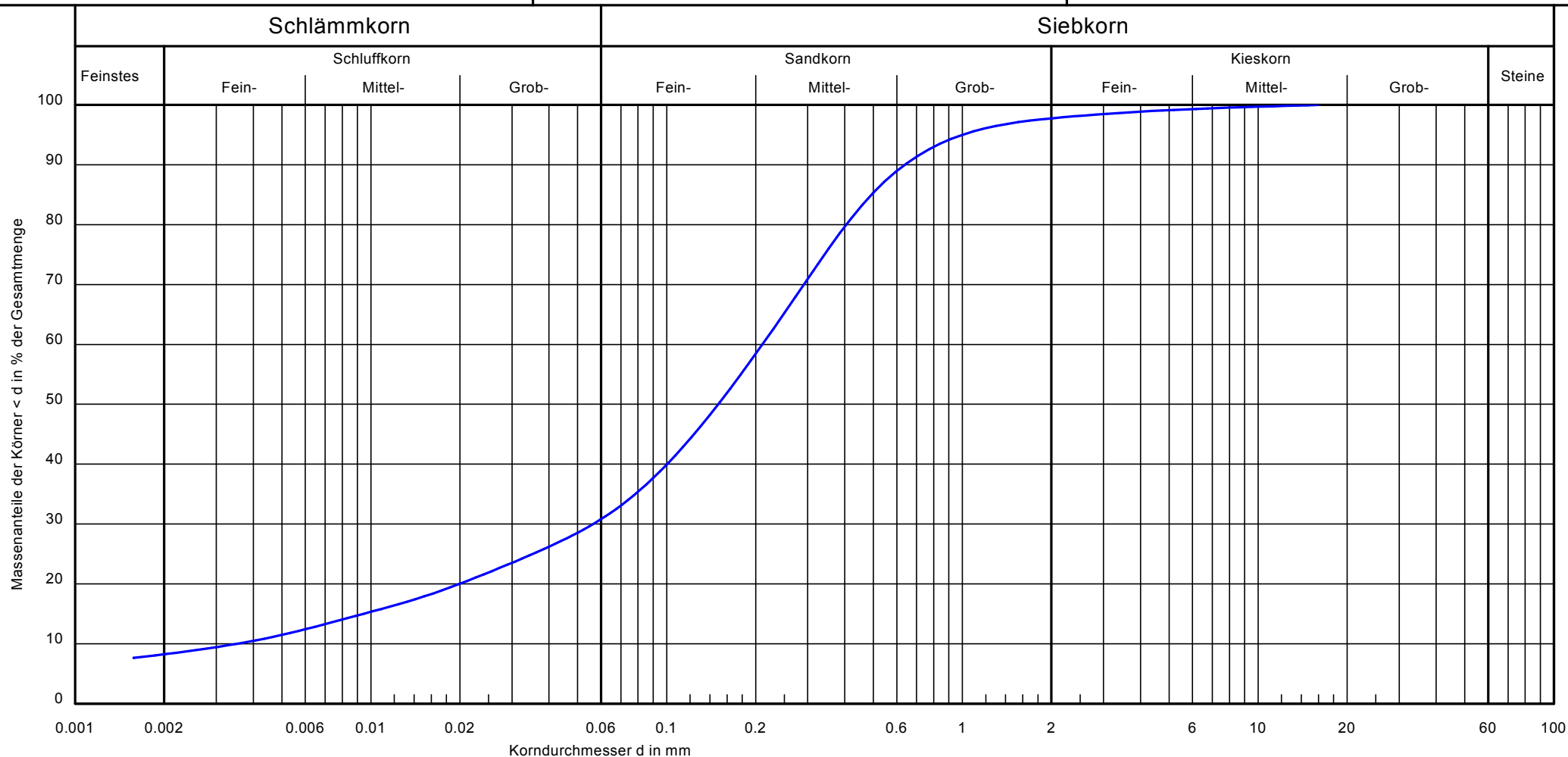
REWE Naunhof
Grobsteinberger Straße 25

DIN EN ISO 17892-4

Labornummer: 2

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung und Sedimentation



Bezeichnung

Bodenart:

Tiefe:

U/C_c:

Bohrung:

k [m/s] (Beyer):

T/U/S/G [%]:

S, u, t'

0,5 - 1,6 m

59.6/4.3

RKS 5

7.8 * 10⁻⁸

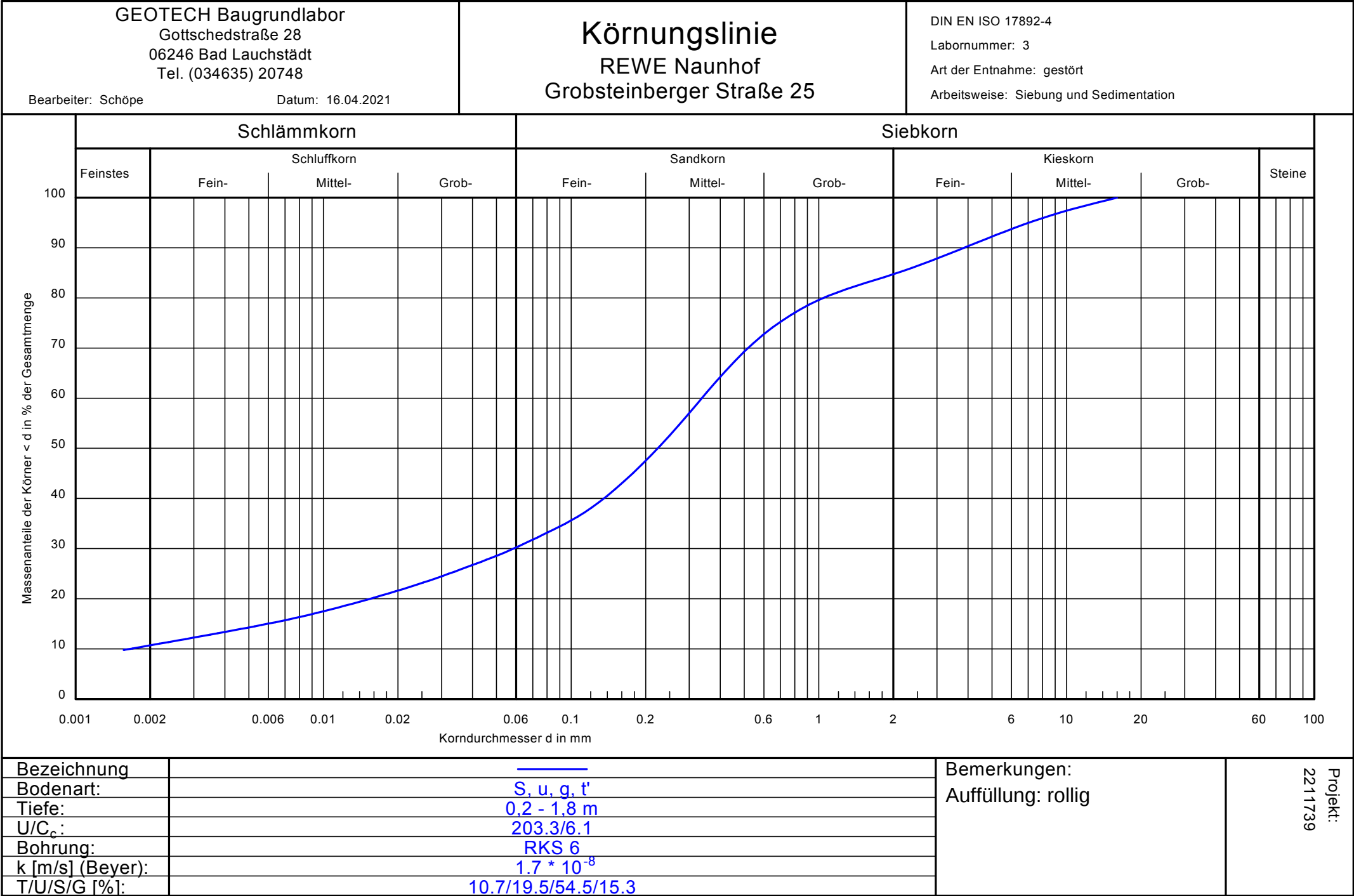
8.2/22.6/66.9/2.2

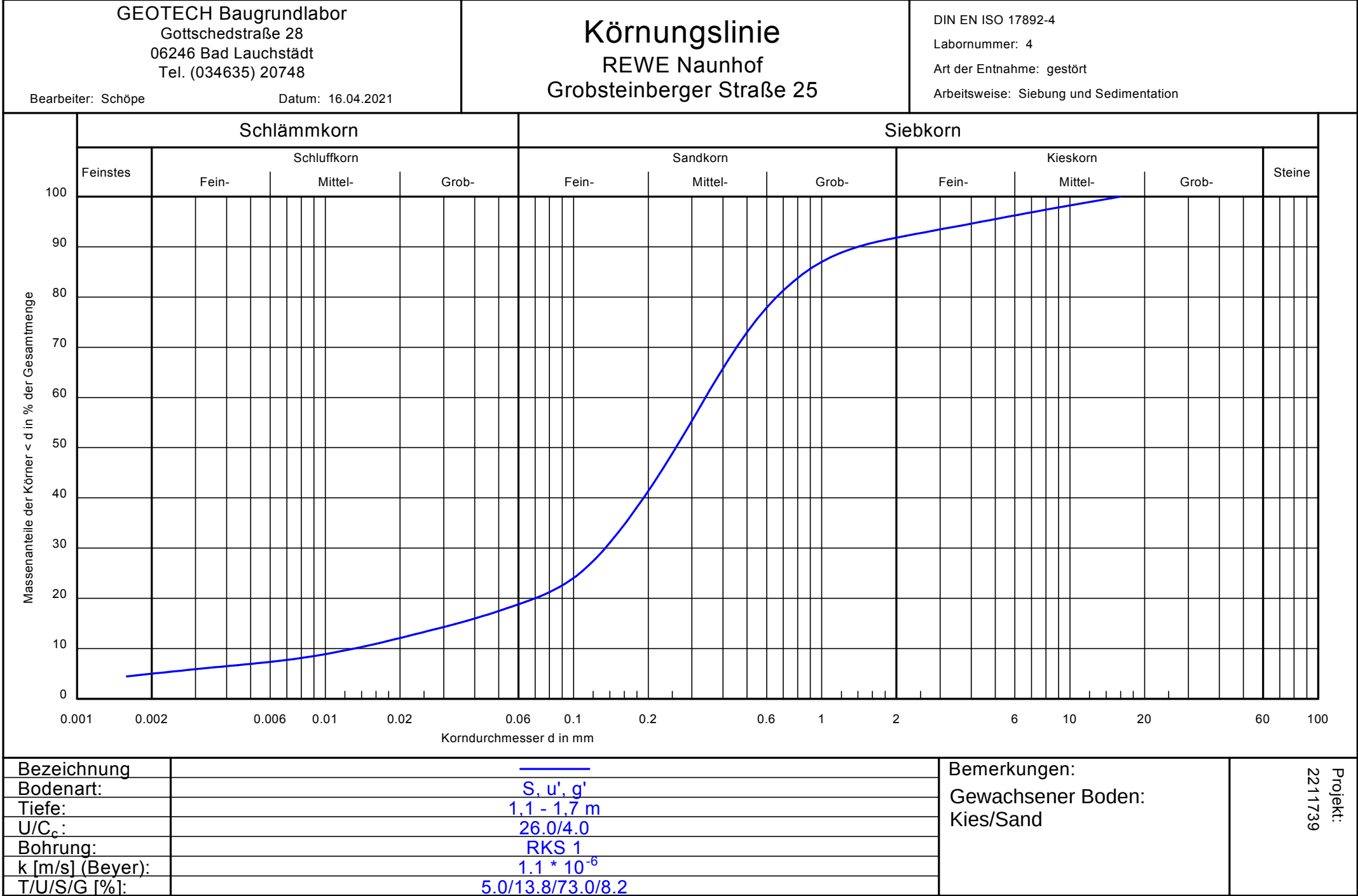
Bemerkungen:

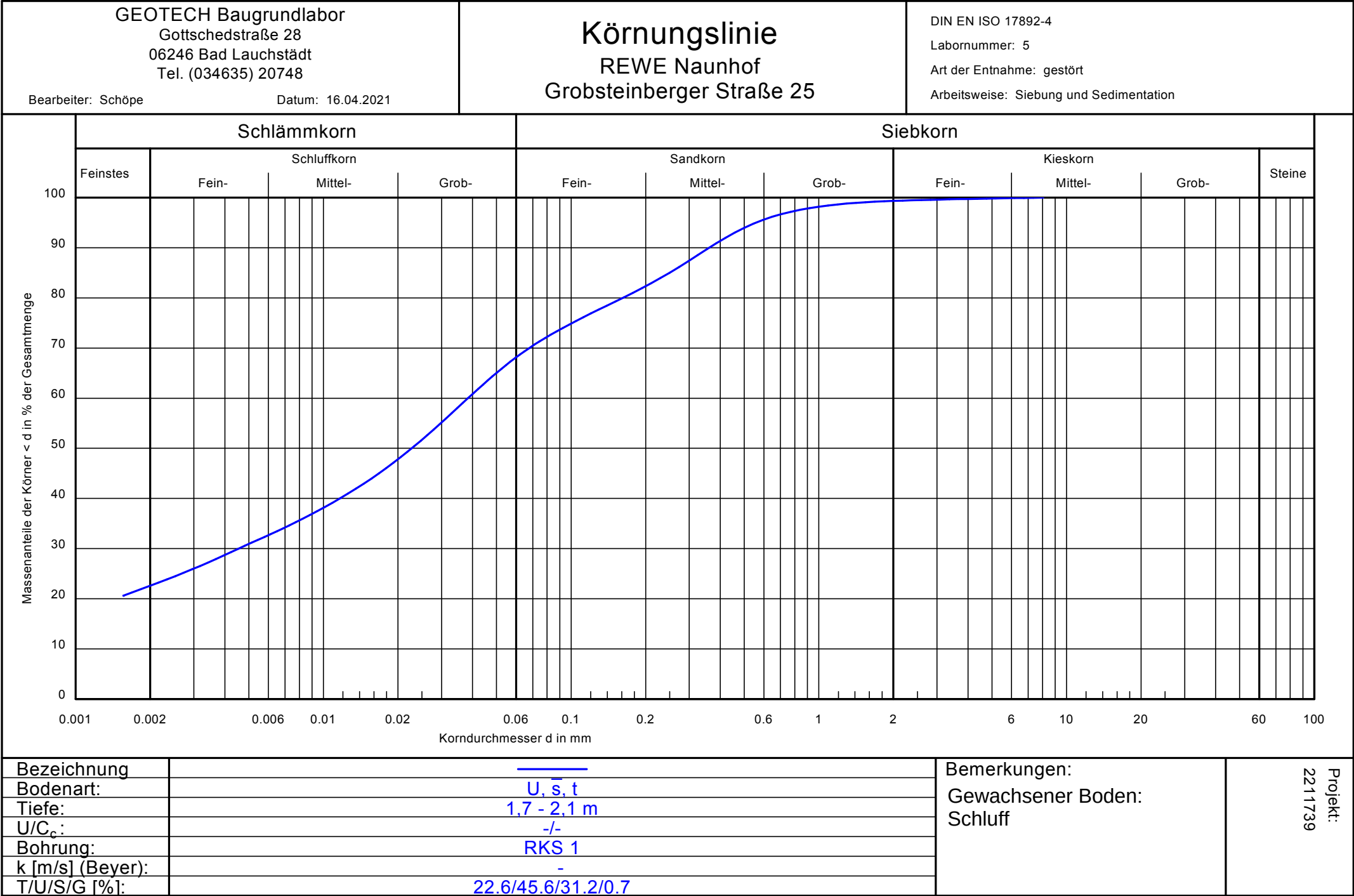
Gewachsener Boden:

Kies/Sand

Projekt:
2211739







Zustandsgrenzen DIN EN ISO 17892-12

REWE Naunhof
Grobsteinberger Straße 25

Bearbeiter: Schöpe

Datum: 16.04.2021

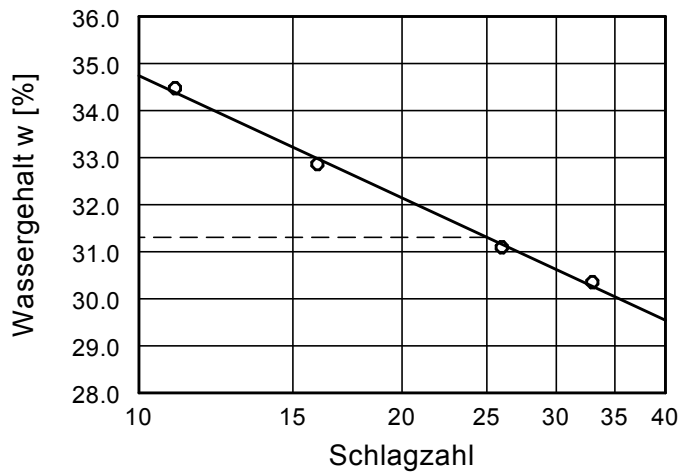
Labornummer: 5

Bohrung: RKS 1

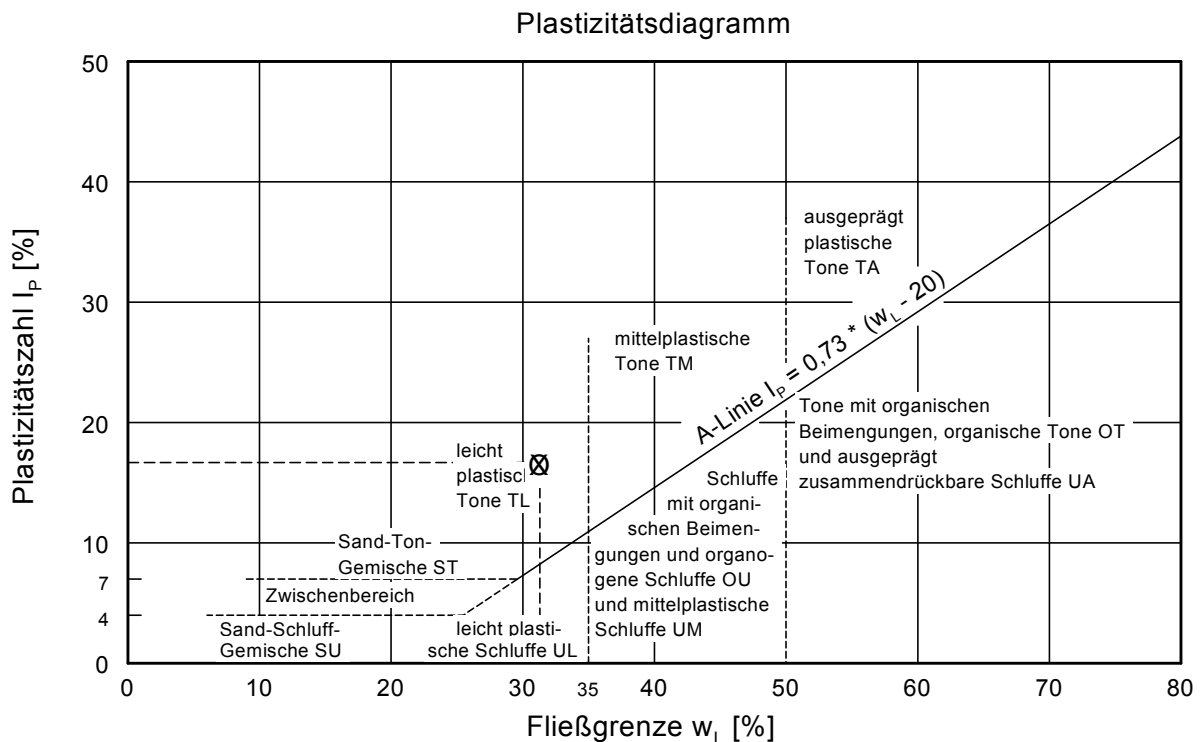
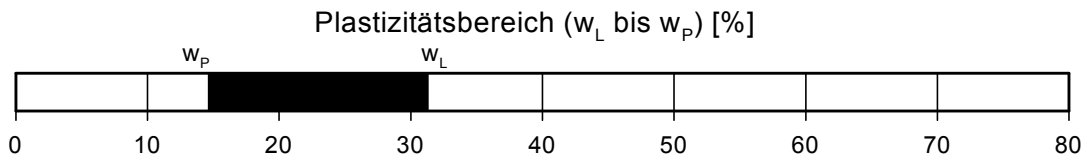
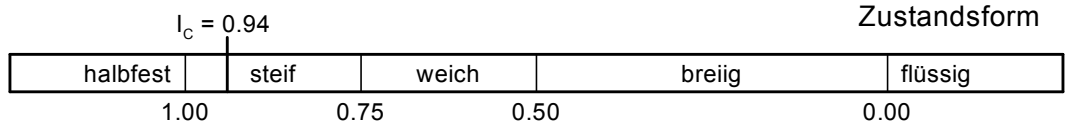
Tiefe: 1,7 - 2,1 m

Bodenart: U, S, t

Art der Entnahme: gestört



Wassergehalt $w = 14.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 31.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 14.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 16.7 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.94$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 9.0 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 2.0 \%$
 Korr. Wassergehalt $= 15.6 \%$





Untersuchungsbericht

Bestimmung des **Glühverlustes** nach DIN 18128

Projekt: **2211739 – REWE Naunhof, Grobsteinberger Straße 25**
 Datum: 16.04.2021
 Bearbeiter: Schöpe

Ergebnisse:

Probe	RKS 3 1,4 - 2,5 m (Labornr. 1)		
Versuch Nr.	1	2	3
Masse der ungeglüht. Probe + Behälter m_d+m_B (g)	46,60	50,30	46,68
Masse der geglühten Probe + Behälter $m_{gl}+m_B$ (g)	46,45	50,14	46,55
Masse des Behälters m_B (g)	29,21	32,60	30,47
Massenverlust $(m_d+m_B) - (m_{gl}+m_B)$ Δm_{gl} (g)	0,15	0,16	0,13
Trockenmasse d. Bodens vor dem Glühen m_d (g)	17,39	17,70	16,21
Glühverlust V_{gl} (%)	0,9	0,9	0,8
Glühverlust: Mittelwert V_{gl}	0,9 %		

Probe	RKS 5 0,5 - 1,6 m (Labornr. 2)		
Versuch Nr.	1	2	3
Masse der ungeglüht. Probe + Behälter m_d+m_B (g)	45,21	45,38	46,37
Masse der geglühten Probe + Behälter $m_{gl}+m_B$ (g)	45,00	45,11	46,08
Masse des Behälters m_B (g)	29,39	28,80	29,08
Massenverlust $(m_d+m_B) - (m_{gl}+m_B)$ Δm_{gl} (g)	0,21	0,27	0,29
Trockenmasse d. Bodens vor dem Glühen m_d (g)	15,82	16,58	17,29
Glühverlust V_{gl} (%)	1,3	1,6	1,7
Glühverlust: Mittelwert V_{gl}	1,5 %		



Untersuchungsbericht

Bestimmung des **Glühverlustes** nach DIN 18128

Projekt: **2211739 – REWE Naunhof, Grobsteinberger Straße 25**
 Datum: 16.04.2021
 Bearbeiter: Schöpe

Ergebnisse:

Probe	RKS 6 0,2 - 1,8 m (Labornr. 3)		
Versuch Nr.	1	2	3
Masse der ungeglüht. Probe + Behälter m_d+m_B (g)	45,18	46,05	49,45
Masse der geglühten Probe + Behälter $m_{gl}+m_B$ (g)	44,87	45,72	49,12
Masse des Behälters m_B (g)	29,88	30,09	31,73
Massenverlust $(m_d+m_B) - (m_{gl}+m_B)$ Δm_{gl} (g)	0,31	0,33	0,33
Trockenmasse d. Bodens vor dem Glühen m_d (g)	15,30	15,96	17,72
Glühverlust V_{gl} (%)	2,0	2,1	1,9
Glühverlust: Mittelwert V_{gl}	2,0 %		

Probe	RKS 1 1,1 - 1,7 m (Labornr. 4)		
Versuch Nr.	1	2	3
Masse der ungeglüht. Probe + Behälter m_d+m_B (g)	46,44	46,65	47,61
Masse der geglühten Probe + Behälter $m_{gl}+m_B$ (g)	46,21	46,39	47,36
Masse des Behälters m_B (g)	29,37	27,54	29,78
Massenverlust $(m_d+m_B) - (m_{gl}+m_B)$ Δm_{gl} (g)	0,23	0,26	0,25
Trockenmasse d. Bodens vor dem Glühen m_d (g)	17,07	19,11	17,83
Glühverlust V_{gl} (%)	1,3	1,4	1,4
Glühverlust: Mittelwert V_{gl}	1,4 %		