



**GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo-
und Umwelttechnik mbH & Co. KG**

GEOTECHNISCHES UND UMWELTTECHNISCHES GUTACHTEN

BAUVORHABEN Neubau eines Hornbach Bau- und
Gartenmarktes mit Drive-In
Paderborn

AUFTRAGGEBER Hornbach Baumarkt AG
Hornbachstraße 11
76871 Bornheim

AUFTRAG-NR. 16-0295

DATUM 11.10.2016
ds / Ga / Hin

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	4
2	Unterlagen	4
3	Projektstandort und geplante Baumaßnahme	5
3.1	Allgemeine Baugrundverhältnisse	5
3.2	Erdbeben	6
3.3	Kampfmittel	6
3.4	Wasserschutzgebiet	6
3.5	Hochwasserrisiko	6
3.6	Geplante Baumaßnahme	6
3.7	Geotechnische Kategorie	7
4	Untersuchungsprogramm	7
5	Baugrund	7
5.1	Baugrunderkundung	7
5.2	Untergrundaufbau	8
5.3	Baugrundmodell, charakteristische Kennwerte	10
5.4	Grundwasser / Schichtenwasser	12
6	Umwelttechnische Untersuchungen	12
7	Allgemeiner Hinweise zur Geländevorbereitung und Bebauung	16
8	Gründung	18
9	Tragschichten	23
10	Hinweise und Empfehlungen	24
11	Zusammenfassung	27

Verteiler: 1-fach: Hornbach Baumarkt AG, Herr Christian Adam,
Hornbachstraße 11, 76871 Bornheim
sowie als pdf an: christian.adam@hornbach.com

1-fach: Kubus Architektur + Stadtplanung, Herr Jörg Daus,
Altenberger Straße 5, 35576 Wetzlar
sowie als pdf an: j.daus@kubus-group.com

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Baugrundmodell – Lockergestein / Boden
Tabelle 2	Abfallrechtliche Einstufung
Tabelle 3	Rechenwerte für quadratische Einzelfundamente
Tabelle 4	Rechenwerte für Streifenfundamente
Tabelle 5	Rechenwerte für quadratische Einzelfundamente TF Drive-In
Tabelle 6	Rechenwerte für Streifenfundamente TF Drive-In

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 1.1	Stadtplanausschnitt Karte mit Projektstandort
Anlage 1.2	Luftbilaausschnitt mit Projektstandort und Blickrichtung Foto's
Anlage 1.3	Fotodokumentation zur aktuellen Grundstückssituation
Anlage 1.4	Lageplan mit geplanter Baumaßnahme und Aufschlusspunkten
Anlage 2	Bohrprofile, Rammdiagramme, Pegelausbauskitze
Anlage 2.1	Bohrprofile, Rammdiagramme, Pegelausbauskitze (Gebäude)
Anlage 2.2	Bohrprofile, Rammdiagramme (Außenanlagen)
Anlage 3	Bodenmechanische Laborversuche
Anlage 3.1	Körnungskurven
Anlage 3.2	Plastizitätsdiagramme
Anlage 3.3	Drucksetzungskurven
Anlage 3.4	Zusammenstellung Laborversuche
Anlage 4	Umwelttechnische Untersuchungen
Anlage 4.1	Probenzusammenstellung
Anlage 4.2	Prüfbericht der SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell
Anlage 5	Grundbruch- und Setzungsberechnungen
Anlage 5.1	Einzelfundamente, Einbindetiefe 0,8 m
Anlage 5.2	Streifenfundamente, Einbindetiefe 0,8 m

1 Auftrag

Die Hornbach Baumarkt AG plant in Paderborn im Bereich Almeaue / Am Hoppenhof den Neubau eines Hornbach Bau- und Gartenmarktes mit Drive-In (Typ 6). Das Grundstück wird derzeit größtenteils als Ackerfläche genutzt. Eine Teilfläche in der östlichen Grundstücksecke ist als Parkfläche eingeschottert (ca. 20 % der Gesamtgrundstücksfläche).

Unser Büro wurde beauftragt, den Baugrund geotechnisch und umwelttechnisch zu erkunden und die Ergebnisse in einem geo- und umwelttechnischen Gutachten darzustellen.

2 Unterlagen

Dem Gutachten liegen folgende Unterlagen zu Grunde:

- [2.1] Layoutplan V6A, M 1:1000, Hornbach Bornheim, Planstand 28.06.2016
- [2.2] Ergebnisse von 17 Rammkernsondierungen sowie 15 Rammsondierungen, ausgeführt durch GHJ Ingenieurgesellschaft, Karlsruhe, 06.06. – 09.06.2016
- [2.3] Ergebnisse von bodenmechanischen Laborversuchen, durchgeführt durch die GHJ-Ingenieurgesellschaft
- [2.4] Ergebnisse von umwelttechnischen Laboranalysen, SGS Institut Fresenius, Radolfzell, 12.06.2016
- [2.5] Geologische Übersichtskarte NRW, M 1:100.000, online Kartendienst des geologischen Dienstes NRW
- [2.6] Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Paderborn, Onlinedienst des GFZ-Potsdam
- [2.7] Grundwasserstände, Elwas – Karten Onlinedienst, Landesanstalt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen
- [2.8] Hochwassergefahrenkarte ME 5 Paderborn, Teilezugsgebiet Lippe /Alme HQ-extrem, Bezirksregierung Detmold, Onlinekartendienst des Landes NRW

- [2.9] Bebauungsplan Nr. SN 260 „Almeaue/Hoppenhof“, Stadtplanungsamt Paderborn, Stand 10.10.2012
- [2.10] Entwässerungsplan der Stadtentwässerungsbetriebe Paderborn, elektronischer Datenauszug, Stand 09.11.2015

3 Projektstandort und geplante Baumaßnahme

3.1 Allgemeine Baugrundverhältnisse

Nach den Angaben der geologischen Übersichtskarte [2.5] ist am Projektstandort mit quartären Ablagerungen zu rechnen. Diese bestehen in der Regel aus einer mehrere Meter mächtigen, bindigen Deckschicht (Löss), gefolgt von Niederterrassenablagerungen (quartäre Kiese und Sande mit bindigen Zwischenlagen).

Der Projektstandort befindet sich an der nordwestlichen Grenze des Stadtgebietes von Paderborn. Die Lage ist in **Anlage 1.1** in einem Staplanausschnitt markiert.

Das Baufeld wird im Norden und Westen durch die Almeaue und im Süden durch die zukünftige Stadionallee begrenzt. Auf der östlichen Grundstücksseite schließt die Straße „Stedener Feld“ sowie Bestandsbebauungen, und im Nordosten Grünflächen an.

Das Grundstück wird aktuell größtenteils als Ackerfläche genutzt. In der südöstlichen Grundstücksecke (ca. 20 % der Gesamtgrundstücksfläche) befindet sich ein Bestandsparkplatz. Die Parkplatzfläche ist eingeschottert und beleuchtet. Der Luftbildausschnitt in **Anlage 1.2** sowie die Fotodokumentation in der **Anlage 1.3** geben einen Überblick über die derzeitige Grundstückssituation. Die jeweilige Blickrichtung der Bilder ist im o. g. Luftbildausschnitt eingetragen.

Das Höhennivellement ergab für das Grundstück Geländehöhen von 105,62 m NHN (BS 3) bis 112,12 m NHN (BS 18). Damit ergibt sich ein Höhenunterschied von > 6 m zwischen Hoch- und Tiefpunkt. Das Gelände fällt hierbei generell von Südosten nach Nordwesten ab. An der westlichen Grenze des hoch gelegenen Bestandsparkplatz sowie der nördlich angrenzenden Bebauung verläuft zudem ein Geländesprung von bereichsweise > 3 m bis 4 m.

3.2 Erdbeben

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Paderborn [2.6] liegt der Standort außerhalb von Erdbebenzonen. Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 ist von der Baugrundklasse C auszugehen.

3.3 Kampfmittel

Nach dem Bebauungsplan [2.9] der Stadt Paderborn besteht für das Plangebiet kein Verdacht auf das Vorhandensein von Bombenblindgängern. Es wird dennoch auf Sorgfalt bei Erdarbeiten hingewiesen, da Kampfmittel niemals vollständig ausgeschlossen werden können.

3.4 Wasserschutzgebiet

Das Baufeld liegt außerhalb amtlich festgesetzter Wasserschutzgebiete.

3.5 Hochwasserrisiko

Die westliche Ecke des Baufeldes liegt nach der Hochwassergefahrenkarte [2.8] bei einem extremen Hochwasserereignis (HQ-extrem) im Überschwemmungsgebiet der Alme. Bezogen auf die aktuelle Geländehöhe liegt die zu erwartende Einstauhöhe nach den o. g. Unterlagen bei etwa 0,25 m bis 0,5 m.

3.6 Geplante Baumaßnahme

Auf dem Grundstück ist die Errichtung eines Hornbach Bau- und Gartenmarktes mit Drive-In geplant. Die Kundenzufahrt zum Grundstück soll über die noch in Planung befindliche Stadionallee erfolgen. Die Zufahrt für die Anlieferung ist vorerst über die Almeaue geplant. Eine Übersicht über die vorläufig geplante Baumaßnahme ist dem Lageplan in der **Anlage 1.4** zu entnehmen. Das Baunull liegt nach bisheriger Planung bei einem Niveau von mindestens 108,00 m NHN (ggf. auch höher). Hierfür ist demnach eine großräumige Materialumlagerung erforderlich.

3.7 Geotechnische Kategorie

Das Bauvorhaben ist aufgrund seiner konventionellen Gründung und der einheitlich zu erfassenden Baugrund- und Belastungsverhältnisse in die Geotechnische Kategorie 2 einzuordnen.

4 Untersuchungsprogramm

Zur Erkundung bzw. Untersuchung des Baugrundes wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- 18 Rammkernsondierungen
- 15 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde
- Kornverteilungen, Wassergehalte, Plastizitätsgrenzen, Glühverluste sowie Ödometerversuche
- 4 Mischproben (MP) nach LAGA M20

5 Baugrund

5.1 Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden durch die GHJ-Ingenieurgesellschaft insgesamt 18 Rammkernsondierungen (BS 1 bis BS 7 sowie BS 9 bis BS 19) bis in 1,5 - 6 m Tiefe abgeteuft (die flachen Bohrungen liegen im Bereich des Bestandsparkplatzes und dienen lediglich Erkundung des Parkplatzaufbaus). Zur Feststellung der Lagerungsdichte der angetroffenen Böden wurden zudem 15 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1 bis DPH 19) bis in 3 m bis maximal 10 m Tiefe durchgeführt. Zur Beobachtung des Grundwasserspiegels wurde die Bohrung BS 3 zur temporären Grundwassermessstelle (GWM 3) ausgebaut. Die Lage der Ansatzpunkte ist im Übersichtslageplan in **Anlage 1.4** dargestellt. Die geplante Bohrung BS 8 musste aufgrund von Unzugänglichkeit entfallen.

Das Höhenniveau der Aufschlusspunkte liegt zwischen 105,62 m NHN (BS/DPH 3) und 112,12 m NHN (BS/DPH 18). Das Aufmaß nach Lage und Höhe erfolgte durch unser Büro. Als Höhenbezugspunkte dienten 5 Kanalschächte aus dem Stadtentwässerungsplan [2.10]. Die Lage der Kanalschächte ist im Lageplan in der **Anlage 1.4** eingetragen.

In der **Anlage 2** sind die Ergebnisse der Bohrsondierungen als Bohrprofile nach DIN 4023 aufgezeichnet, die Rammsondierungen in Form von Widerstandslinien nach EN ISO 22476-2 ausgewertet sowie die Ausbauskinne der Grundwassermessstelle dargestellt. In den Rammdiagrammen ist die erforderliche Anzahl an Schlägen N_{10} je 10 cm Sondeneindringung über der Tiefe aufgetragen.

Zur genaueren Ansprache und Klassifizierung der angetroffenen Böden wurden an 27 Bodenproben Körnungskurven ermittelt sowie an 15 Bodenproben die Wassergehalte bestimmt. Weiterhin wurden an 2 Bodenproben die Zustandsgrenzen nach Atterberg und an 1 Bodenprobe der organische Anteil mittels Glühverlust bestimmt. An 2 Bodenproben wurde zudem das Setzungsverhalten über die Zeit untersucht.

Die Ergebnisse der Korngrößenverteilungen sind in **Anlage 3.1** als Körnungskurven nach DIN 18123 dargestellt. Die Plastizitätsdiagramme aus der Bestimmung der Zustandsgrenzen sind als **Anlage 3.2** beigelegt. Die Ergebnisse der Untersuchungen zum Setzungsverhalten sind als Drucksetzungskurven in der **Anlage 3.3** beigelegt. Eine Zusammenstellung der Laborversuche mit Wassergehalten und Glühverlusten enthält die **Anlage 3.4**.

5.2 Untergrunderbau

In den Bohrungen wurde (ausgenommen die Bohrungen im Bereich des Bestandsparkplatzes, BS 13, BS 14, BS 16, BS 17) ab Geländeoberkante zunächst eine etwa 0,2 m bis 0,4 m mächtige Mutterbodendecke angetroffen. Diese Böden enthalten zum Teil bodenfremde Beimengungen (z. B. Ziegelreste) in geringem Umfang und wurden in den Bohrprofilen daher als aufgefüllt (A) gekennzeichnet. Unter der Mutterbodendecke folgen bindig dominierte Böden. Die Schichtstärke liegt zwischen etwa 2,5 m > 4 m (im Bereich des höher gelegenen Bestandsparkplatzes auch bis zu 7,5 m). Die Schichtunterkante variiert je nach Bohransatzhöhe zwischen etwa 102 m NHN und 106 m NHN. Im Übergangsbereich zum überlagernden Mutterboden wurden bereichsweise noch Hinweise auf Umlagerung sowie in geringem Umfang noch die oben

beschriebenen Beimengungen gefunden. Daher sind die Böden bereichsweise noch als aufgefüllt (A) bzw. eventuell aufgefüllt (A?) gekennzeichnet.

Nach den Körnungskurven in der **Anlage 3.1** weisen die Böden Schluffgehalte von etwa 50 – 70 % auf. Die Sandanteile liegen entsprechend bei ca. 25 – 45 %. Die Rohtongehalte liegen zwischen etwa 3 % und 10 %. Nach den Plastizitätsdiagrammen in der **Anlage 3.2** sind die untersuchten Böden als leicht plastische Schluffe (UL), teils als Sand-Schluff-Gemische (SU) einzustufen. Die Konsistenz der Böden ist meist steif bis halbfest. Die Wassergehalte (s. **Anlage 3.4**) lagen meist zwischen etwa 14 % und 20 %.

Unter den bindigen Böden folgen bis zum Bohrende bei 5 m bis 6 m vorwiegend sandige Kiese (Kiesanteil ≥ 60 %) mit bindigen Anteilen von im Mittel etwa 5 % bis 15 %. Am Übergang zu den überlagernden bindigen Böden wurden bereichsweise auch stark schluffige Feinsandlagen angetroffen.

In der Bohrung BS 18 wurde im Bereich des Bohrtiefsten bei 5,5 m bis 6 m ein schwach organischer Ton angetroffen. Der Rohtonanteil liegt hier bei etwa 55 % (s. **Anlage 3.1**). Der organische Anteil wurde mittels Glühverlust (s. **Anlage 3.4**) zu 5,4 % bestimmt. Die Konsistenz war fest.

In den Bohrungen, die im befestigten Parkplatzbereich liegen (BS 13, BS 14, BS 16, BS 17), wurden ab Gelände zunächst Kies-Sand-Gemische (Tragschichtschotter) bis in etwa 0,4 m bis 0,9 m Tiefe erkundet. Darunter folgen ebenfalls die oben beschriebenen bindigen Böden gefolgt von den sandigen Kiesen. Die bindigen Böden unmittelbar unter der eingebauten Schotterschicht wiesen zudem häufig einen starken Kalkgeruch auf, was auf eine Bodenvergütung mit Kalk oder Kalkzement im Zuge der Geländeauffüllung und Parkplatzherstellung schließen lässt.

Die Rammsondierungen ergaben für die bindige Deckschicht Schlagzahlen von etwa $N_{10} = 1 - 4$ (N_{10} : Anzahl der Schläge je 10 cm Sondeneindringtiefe). Dies entspricht einer meist steifen Konsistenz.

Der Übergang von den bindigen Böden zu den unterlagernden Kiesen zeichnet sich durch einen deutlichen Anstieg der Schlagzahlen auf Werte von $N_{10} \geq 10 - 20$, teils auch darüber, aus. Dies lässt auf eine mindestens mitteldichte bis dichte Lagerung der Kiese schließen.

Bei den Rammsondierungen im Bereich des Bestandsparkplatzes (höher gelegener Bereich) liegt der Übergang zu den Kiesen aufgrund der mächtigeren bindigen Deckschicht meist deutlich tiefer (bereichsweise bis zu 7 m unter Gelände).

Im Bereich der bei BS 18 angetroffenen, schwach organischen Tone gehen die Schlagzahlen auf Werte von etwa $N_{10} = 5 - 8$ zurück. Dieser Rückgang der Schlagzahlen ist bei den übrigen Rammsondierungen ebenfalls häufig ab Tiefen von etwa 6 m bis 7 m unter Gelände (d. h. unterhalb der Bohrsohle der jeweils zugehörigen Bohrungen) zu beobachten. Dies lässt auch hier auf das Vorhandensein von bindigen Böden schließen. Bei den meisten Rammsondierungen erstreckt sich der oben beschriebene Rückgang der Schlagzahlen meist nur auf wenige Dezimeter, so dass hier vom Vorhandensein von dünnen bindigen Zwischenlagen ausgegangen werden kann. Diese Einschnürungen tauchen bei einigen Rammsondierungen (z. B. DPH 6) wiederkehrend auf, so dass hier mit mehreren bindigen Zwischenlagen zu rechnen ist.

5.3 Baugrundmodell, charakteristische Kennwerte

Aus den durchgeführten Untersuchungen wurde das in **Tabelle 1** (Lockergestein) angegebene Baugrundmodell (ohne Auffüllungen) abgeleitet. Die Schichteinteilung dient als Grundlage für die Beschreibung von Homogenbereichen nach DIN 18300 und DIN 18301, VOB Teil C, Ergänzungsband 2015. Diese sind im Zuge der Ausschreibung auf das jeweilige Gewerk bezogen festzulegen. Die angegebenen Bandbreiten der Kennwerte sind als Orientierungswerte zu verstehen. In den durchgeführten Nachweisen werden für den jeweiligen Fall zutreffende Rechenwerte ausgewählt und in den Berechnungen angesetzt.

Tabelle 1 Baugrundmodell - HB Paderborn - Lockergestein/Boden

Homogenbereich		1	2	3 ^a	4 ^b
Bezeichnung nach DIN 4023		Bindige Deckschicht (Schluffe, Schluff- Sand-Gemische)	Kiese, sandig, schwach schluffig bis schluffig, teils Feinsandlagen	Ton, schwach organisch (Zwischen- schichten)	Kiese, sandig (Schottertrag- schicht)
Schichtunterkante [m NHN]		≈ 102 – 106	< 98	--	--
Schichtmächtigkeit [m]		≈ 2 – 7,5	≈ 6 bis > 10	≈ 0,5 - 3	≈ 0,4 – 0,9
Bodengruppen DIN 18196		SU* / SU, UL, UM,	GU / GU*, GW, GI, SU / SU*, SW, SI,	TM, TA, TL, ST*	GU, GW, GI
Konsistenz bei mechanischer Beanspruchung		steif bis halbfest, teils weich breiig-flüssig		halbfest bis fest	--
Massen- anteil [Gew.-%]	Steine d = 63 – 200 mm	< 10	< 10	< 10	< 20
	Blöcke d = 200 – 630 mm	< 5	< 5	< 5	< 5
Dichte ρ [t/m ³]		1,8 – 2,0	1,9 – 2,2	1,8 – 2,0	2,0 – 2,2
Wassergehalt w [Gew.-%]		10 – 25	5 – 15	15 – 25	3 – 15
Plastizitätszahl I_p [%]		0 – 5	--	15 – 30	--
Konsistenzzahl I_C [-] bei mechanischer Beanspruchung		0,5 – 1 < 0,5	--	0,75 – 1,5	--
Lagerungsdichte I_D [%]		--	40 – 80	--	30 – 80
undrÄnirte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]		20 – 100	--	30 – 150	--
organischer Anteil [Gew.-%]		< 5	< 2	5 – 10	< 2
Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09		F3	meist F2, teils F1, F3	F3	meist F2, teils F1, F3
Reibungswinkel φ [°]		28 – 30	32,5 – 37,5	25 – 28	35 – 37,5
Kohäsion c [kN/m ²]		0 – 5	0	10 – 20	0
Steifemodul E_S [MN/m ²]		10 – 20	25 – 100	8 – 25	50 – 80
Wichte γ [kN/m ³]		18 – 20	19 – 22	18 – 20	20 – 22
Wichte u. Auftrieb γ' [kN/m ³]		8 – 10	10 – 13	8 – 10	11 – 13
Durchlässigkeit k [m/s]		ca. 10^{-8} – 10^{-6}	ca. 10^{-6} – 10^{-3}	< 10^{-8}	ca. 10^{-5} – 10^{-3}

^a = nur in BS 18 direkt aufgeschlossen^b = nur im Bereich der befestigten Parkplatzfläche

5.4 Grundwasser / Schichtenwasser

Bei den Bohrarbeiten konnte in allen tiefer liegenden Bohrungen ein Grundwasserstand festgestellt werden. Dieser lag je nach Bohransatzhöhe bei etwa 4 – 5,3 m unter Gelände. Dies entspricht in etwa einem Niveau von 101,5 – 101,8 m NHN. Bei den angegebenen Wasserständen handelt es sich um den Ruhewasserspiegel nach Beendigung der Bohrarbeiten. Zur weiteren Überprüfung der Grundwasserstände wurde die Bohrung BS 3 zur temporären Grundwassermessstelle (GWM 3) ausgebaut. In der Grundwassermessstelle (Sohlhöhe = 99,76 m NHN) wurde ein Ruhewasserspiegel von 4,06 m unter Gelände ($\equiv$ 101,56 m NHN) festgestellt.

Nach [2.7] ist für den Standort eine genauere Interpolation der Grundwasserhöchststände nur eingeschränkt möglich, da die für die Auswertung zugrunde liegenden Grundwassermessstellen weiter entfernt liegen.

Da für die geplante Baumaßnahme keine Untergeschosse oder sonstige tiefere Eingriffe in den Untergrund geplant sind und zudem eine deutliche Geländeanhebung angedacht wird, ist das Grundwasser nur für den Ausführungsfall des Sprinklerbehälters als Erdtank mit entsprechend tiefer Sohlage von Belang. Für diesen Fall sind detailliertere Recherchen bzw. Messungen erforderlich.

Allerdings ist festzuhalten, dass das Bohrgut bereits meist ab 1 m bis 2,5 m unter Gelände nass war, was auf das Vorhandensein von Schichtenwasser schließen lässt. Dies ist im Hinblick auf mögliche Zustandsänderungen des Bodens (Aufweichungen) im Zuge der Befahrung des Geländes z. B. bei den Bodenvergütungsarbeiten, sowie möglicher Schichtwasseraustritte, insbesondere im Bereich der Böschungseinschnitte (Straße, Bestandsgrundstücke etc.) zu beachten. Der Einbau von Flächendrainagen für die Bauarbeiten sowie dauerhafter Drainagen im Bereich von Böschungsfüßen muss eingeplant werden.

6 Umwelttechnische Untersuchungen

Zur Überprüfung des Baugrunds auf eventuelle Schadstoffbelastungen wurden vier Mischproben (1 x Oberboden, 1 x Schotter, 1 x vergütete bindige Deckschicht und 1 x natürliche bindige Deckschicht) gebildet und jeweils auf den Parameterumfang entsprechend LAGA M20, TR Boden, Tabelle II.1.2-2 und II.1.2-3, untersucht.

Details zur Probenzusammensetzung sind in Form einer tabellarischen Aufstellung als **Anlage 4.1** aufgeführt.

Die Analyseergebnisse und die angewandten Analyseverfahren können dem Prüfbericht der SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell, in **Anlage 4.2** entnommen werden.

Wie dem o. g. Prüfbericht zu entnehmen ist, wurde in der Probe „MP ObBo“ aus dem Oberboden ein erhöhter TOC-Gehalt ermittelt. Dieser Gehalt resultiert aus den oberbodenspezifischen Anteilen an Wurzeln und Humus und erlaubt keine Rückschlüsse auf Schadstoffbelastungen. Ansonsten ergaben sich im Oberboden keine erhöhten Analysebefunde.

In den Proben „MP Schotter“ und „MP bindige Deckschicht 2, vergütet“ aus dem Bereich der bestehenden Parkplatzfläche wurden bei unauffälligen Feststoffgehalten erhöhte Eluatkonzentrationen an Kupfer und Nickel sowie erhöhte Werte bei den Parametern pH-Wert und der elektrischen Leitfähigkeit festgestellt. Die erhöhten pH-Werte und die erhöhten elektrischen Leitfähigkeiten sind unseres Erachtens auf das hydraulische Bindemittel zurückzuführen, wobei eine Erhöhung des pH-Werts eine erhöhte Löslichkeit bei einzelnen Schwermetallen zur Folge haben kann. Dieser Effekt kann verstärkt werden, wenn eine hydraulisch gebundene Probe zu Analysezwecken frisch gebrochen wird und dadurch neue Reaktionsflächen entstehen.

Die Probe „MP bindige Deckschicht 1“ aus der natürlichen bindigen Deckschicht weist keine analytischen Auffälligkeiten auf.

Überschreitungen der Prüfwerte der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) wurden nicht festgestellt. Aus altlastenrechtlicher Sicht ist daher kein weiterer Handlungsbedarf zu erkennen.

Bei Baumaßnahmen kann der Oberboden unter Berücksichtigung der geringen Analysebefunde nach derzeitigem Kenntnisstand einer Verwertung als unbelastetes Oberbodensubstrat zugeführt werden.

Die übrigen Bodenproben sind aus abfallrechtlicher Sicht wie folgt einzustufen:

Tabelle 2 Abfallrechtliche Einstufung der entnommenen Bodenproben

Probe	abfallr. Einstufung n. LAGA M20 TR Boden	maßgeblicher Parameter	überschrittener Zuordnungswert
MP Schotter	Z1.2	Kupfer i. E. = 34 µg/l pH-Wert = 11,9 el. Leitf. = 1.000 µS/cm	Z1.1 = 20 µg/l Z1.1 = 6,5 – 9,5 Z1.1 = 250 µS/cm
MP bind. Deckschicht 2; (vergütet)	> Z2	pH-Wert = 12,1	Z2 = 12
MP bind. Deckschicht 1	Z0	—	—

i. E.: im Eluat

Wie dem beiliegenden Prüfbericht und der o. g. Tabelle zu entnehmen ist, weist die Probe „MP Schotter“ Z1.2-Qualität nach LAGA auf.

Bei der Probe aus der vergüteten Deckschicht überschreitet der pH-Wert den Zuordnungswert Z2 nach LAGA. Ansonsten ist auch diese Probe wegen einer erhöhten elektrischen Leitfähigkeit und erhöhten Kupfer- und Nickel-Konzentrationen im Eluat der Einbauklasse Z1.2 zuzuordnen.

Die Probe aus der natürlichen bindigen Deckschicht aus dem übrigen Baufeld ist als Z0-Material bzw. als frei verwertbar einzustufen.

Die umwelttechnischen Ergebnisse - und dabei insbesondere die abfallrechtlich relevanten Analysebefunde der Chargen „MP Schotter“ und „MP bindige Deckschicht 2, vergütet“ - sind bei der Planung, Ausschreibung und Ausführung der Erdarbeiten zu beachten.

Generell sollte bei Aushubarbeiten darauf geachtet werden, dass die unterschiedlichen Chargen (Oberboden, Schotter, vergütete bindige Deckschicht und natürliche bindige Deckschicht) im Sinne einer möglichst wirtschaftlichen Entsorgung bzw. Verwertung sorgfältig voneinander getrennt werden.

Bei den Chargen „Schotter“ und „vergütete Deckschicht“ ist zu beachten, dass in diesen zwar abfallrechtlich relevante Analysewerte zu erwarten sind, aber nach derzeitigem Kenntnisstand keine Prüfwerte der BBodSchV überschritten werden und demnach auch keine Gefährdungen von Schutzgütern zu erkennen sind. Wir halten es daher für vertretbar, diese Materialien bei einer baulichen Umnutzung des Geländes vor Ort zu

belassen bzw. in vergleichbarer Lage zu verwerten, zumal davon auszugehen ist, dass die bindigen, bislang nicht vergüteten Deckschichten bei der geplanten flächenhaften Überbauung analog zur Vorgehensweise, die bei der Herstellung der Parkplatzfläche gewählt wurde, zur Verbesserung der Tragfähigkeit ebenfalls mit einem hydraulischen Bindemittel versetzt werden.

Wir empfehlen, die Möglichkeiten einer Vor-Ort-Verwertung des Schotters und der vergüteten Deckschicht möglichst frühzeitig mit der zuständigen Unteren Bodenschutz- und Altlastenbehörde abzustimmen.

Bei einer Abfuhr und Entsorgung des Schotters und der vergüteten Deckschicht ist aber davon auszugehen, dass das Material extern nur noch eingeschränkt verwertet werden kann. Dies setzt eine verbindliche abfallrechtliche Deklaration des abzufahrenden Materials voraus.

Nach der derzeitigen, von allen Entsorgungsstellen akzeptierten Vorgehensweise, ist Aushubmaterial, das nicht frei verwertbar ist, in Anlehnung an die Vorgaben der Deponieverordnung (DepV) chargenweise innerhalb des Baugeländes bereitzustellen und zur abschließenden, rechtlich verbindlichen Deklaration nach den Richtlinien der LAGA PN98 zu beproben und chemisch-analytisch zu untersuchen. Die Entsorgung des Aushubmaterials erfolgt dann auf Basis der daraus resultierenden Klassifizierung.

Bei vergleichsweise gering belastetem, bautechnisch noch verwertbarem Material - d. h. bei Material bis maximal Z2-Qualität - ist auch eine Vorabbeprobung mittels geeigneter, mehr oder weniger engmaschig angeordneter Baugrundaufschlüsse denkbar. Wir empfehlen daher, die Möglichkeiten einer Vorabbeprobung auf Basis der bereits vorliegenden Untersuchungsergebnisse im Vorfeld der Baumaßnahme mit den in Frage kommenden Erdbauunternehmen und/oder den in Frage kommenden Entsorgungsstellen zu prüfen.

Schließlich ist zu beachten, dass zwischen den Aufschlusspunkten generell auch Material mit bislang nicht festgestellten Belastungsklassen anstehen kann. In die Ausschreibung von Erdarbeiten sollten daher neben Positionen für die Separierung und Bereitstellung von Aushubmaterial auch Positionen für die Entsorgung von Aushubmaterial mit allen gängigen Belastungsklassen aufgenommen werden (Einbauklassen Z0, Z0*, Z1.1, Z1.2 und Z2 nach LAGA, und Deponieklassen DK 0, DK I, DK II und DK III nach Deponieverordnung). Bezüglich der Massen für die einzelnen Positionen kann mit unserem Büro bei Bedarf Rücksprache genommen werden.

Die genaue Vorgehensweise sollte - wenn möglich - bereits im Rahmen der Vergabegespräche geklärt werden.

7 Allgemeiner Hinweise zur Geländevorbereitung und Bebauung

Zum jetzigen Zeitpunkt liegt ein Plankonzept [2.1] vor, das von einer Baunullhöhe von mindestens 108,0 m NHN (OK FFB) ausgeht. Das Gelände weist aktuell deutliche Höhenunterschiede auf. Der zukünftige Bau- und Gartenmarkt sowie der größte Teil des geplanten Drive-In liegen im tiefen Gelände (aktuelle Geländehöhe ca. 105,6 bis 106,9 m NHN). Das bedeutet, dass im Zuge der Baureifmachung das Gelände nach dem Mutterbodenabtrag hier um etwa 1,5 m bis knapp 2,5 m aufgefüllt werden muss. Entlang der nordwestlichen Grundstückseite (Umfahrung / Anlieferung) ergibt sich dann ein Höhensprung zur bestehenden Almeaue von etwa 2 m, der mit einer Stützwand gesichert werden soll.

Der höher gelegene Bestandsparkplatz wird rückgebaut. Der zukünftige Hornbach Parkplatz soll mit gleichmäßigem Gefälle von etwa 110,7 m NHN (östliche Parkplatzecke) auf 107,9 m NHN (westliche Parkplatzseite) angelegt werden. Dadurch entstehen entlang der zum Teil bebauten Bestandsgrundstücke Geländeeinschnitte von bereichsweise > 2 m.

Es ist vorgesehen, das freiwerdende Bodenmaterial von der östlichen Geländeseite (höherer Teil / befestigter Bestandsparkplatz) auf die westliche Grundstücksseite (tiefer liegender Bereich) umzulagern. Ein qualifizierter Wiedereinbau ist nach unserer Auffassung nur mittels einer entsprechenden Bodenvergütung möglich. Da die Bearbeitung und Umlagerung bindiger Böden sehr witterungsabhängig ist, können genaue Festlegungen erst im Vorfeld der Baumaßnahme getroffen werden. Für die Kalkulation sollte davon ausgegangen werden, dass die Zugabe von etwa 5 % Mischbindemittel (z. B. DOROSOL C50) erforderlich ist. Die Zugabe des Bindemittels und das Fräsen können entweder vor dem Ausbau im höher gelegenen Baufeld oder nach dem Auftrag erfolgen. Die Verdichtung muss mit einem möglichst schweren Verdichtungsgerät ausgeführt werden (z. B. Schafffußwalze, Gewicht > 17 to). Die Lagenstärke darf ein Maß von 30 cm im eingebauten Zustand nicht überschreiten. Die Verdichtung muss $D_{Pr} \geq 100 \%$ erreichen; zusätzlich sind auf den vergüteten Böden im Plattendruckversuch Verformungsmodule von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ und Verhältnismodule von $E_{V2} / E_{V1} \leq 2,5$ nachzuweisen. Sowohl das Auftragsplanum, wie auch das Abtragsplanum sind in einer Stärke von mindestens 40 cm zu vergüten. Das Tragschichtmaterial des Bestandsparkplatzes kann vorab separiert und später im Unterbau der Verkehrsflächen

wieder verwendet werden. Es ist zu prüfen, ob bei dem gewählten Baunullniveau von 108,00 m NHN eine ausgeglichene Massenbilanz vorliegt oder ob Überschussmaterialien anfallen oder ggf. Liefermaterial benötigt wird. Falls ein Liefermaterial erforderlich ist, sollte es zur Vereinheitlichung der Gründungsebene aus vergleichbaren Böden bestehen und ebenfalls vergütet werden. Das Planum sollte mit entsprechendem Gefälle angelegt werden, damit Niederschlagswasser abfließen kann.

Wie in Kapitel 5.4 „Grundwasser / Schichtenwasser“ bereits beschrieben wurde, waren die bindigen Böden häufig bis nahe der Geländeoberfläche nass, was auf das Vorhandensein von Schichtenwasser zurückzuführen ist. Dies kann bei der Bearbeitung des Geländes zu folgenden Problemen führen:

Mechanische Beanspruchung (z. B. durch das Befahren) führt rasch zu starken Aufweichungen, so dass der Boden für die Umlagerungsarbeiten nicht mehr befahren werden kann. Hier empfiehlt sich der Vorabebau von Flächendrainagen um den Schichtwasserspiegel unter die Bearbeitungsebene abzusenken.

Weiterhin ist bei allen Geländeeinschnitten (insbesondere im Bereich des neuen Parkplatzes zu den höher gelegenen Bestandsgrundstücken) mit Schichtwasserzutritten zu rechnen, die den Einbau von dauerhaften Drainagen im Bereich der Böschungsfüße erforderlich machen. Die gilt auch für die geplante Stützwand zur Almeaue auf der nordwestlichen Grundstücksseite.

Ist bei zu geringem Abstand zur den Bestandsgrundstücken der Bau entsprechend flacher Böschungen nicht möglich, so kann es erforderlich sein, die Nachbargrundstücke durch Stützbauwerke (z. B. Gabionenwände, Stützmauern etc.) dauerhaft zu sichern.

Nach Vorlage detaillierter Planunterlagen (mit genauen Höhenangaben zur Planung und den angrenzenden Nachbargrundstücken sowie den jeweiligen Abständen) können Detailuntersuchungen und Vorschläge zur Bemessung der Stützbauwerke gemacht werden.

Wir empfehlen, das Baunullniveau so hoch wie möglich zu wählen (Wirtschaftlichkeit und Genehmigung seitens der Behörde vorausgesetzt) um die Geländeeinschnitte und den generellen Eingriff in die nassen Böden zu minimieren.

8 Gründung

Exakte Angaben bezüglich der anfallenden Lasten sind aktuell nicht vorhanden. Für die nachfolgenden Berechnungen wird von üblichen Gebäudelasten bei vergleichbaren Projekten ausgegangen. Diese werden in der Regel über Stützen abgetragen. Die Einzellasten liegen erfahrungsgemäß zwischen ca. 200 kN und ca. 2.000 kN (1,0-fach).

Einzel- und Streifenfundamente

Diese Lasten können hier über eine Flachgründung in den umgelagerten und vergüteten Böden mit Einzel- und Streifenfundamenten abgetragen werden. Zur Begrenzung des rechnerisch zu erwartenden Setzungsmaßes sind die Bodenpressungen jedoch bereichsweise zu reduzieren. Üblicherweise sind je nach anfallenden Lasten Fundamenteinbindetiefen von 0,8 m bis 1,2 m Tiefe vorgesehen.

Nachfolgend wird die empfohlene Flachgründung bei einem Baunullniveau von 108,00 m NHN rechnerisch untersucht. Hierzu werden die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes ermittelt und die zu erwartenden Setzungen abgeschätzt.

Für den Nachweis der Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 sowie die Setzungsberechnungen nach DIN 4019 werden folgende bodenmechanische Kennwerte angesetzt:

Boden umgelagert, (vergütet)	bis 104,9 – 106,1 m NHN $\gamma_k / \gamma'_k = 19 / 9 \text{ kN/m}^3$ $\phi'_k = 30^\circ$ $c'_k = 10 \text{ kN/m}^2$ $E_S = 35 \text{ MN/m}^2$
Schluff, Sand-Schluff-Gemisch (bindige Deckschicht)	bis 102,5 m NHN $\gamma_k / \gamma'_k = 19 / 9 \text{ kN/m}^3$ $\phi'_k = 27,5^\circ$ $c'_k = 2 \text{ kN/m}^2$ $E_S = 12,0 \text{ MN/m}^2$

Kies, sandig	ab 102,5 m NHN
mitteldicht bis dicht	$\gamma_k / \gamma'_k = 21 / 12 \text{ kN/m}^3$
	$\varphi'_k = 35^\circ$
	$c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$
	$E_S = 60 - 100 \text{ MN/m}^2$
Ton, sandig, fest	Mächtigkeit <1 bis 3 m
(Zwischenschicht)	$\gamma_k / \gamma'_k = 19 / 19 \text{ kN/m}^3$
	$\varphi'_k = 27,5^\circ$
	$c'_k = 15 \text{ kN/m}^2$
	$E_S = 20 \text{ MN/m}^2$

Die Berechnungsergebnisse für quadratische Einzelfundamente (Einbindetiefe $t = 0,8 \text{ m}$) liegen als **Anlage 5.1** und für Streifenfundamente (Einbindetiefe $t = 0,8 \text{ m}$) als **Anlage 5.2** bei.

In den nachfolgenden Tabellen ist auf Grundlage der ungünstigeren Bodenprofile (BS 1 / DPH 1 und BS 4 / DPH 4) für quadratische Einzelfundamente mit einer Einbindetiefe von $t = 0,8 \text{ m}$ und verschiedenen Kantenlängen (**Tabelle 3**) sowie für Streifenfundamente mit einer Einbindetiefe von $t = 0,8 \text{ m}$ mit verschiedenen Breiten (**Tabelle 4**) der Bemessungswert des Sohldruckes ($\sigma_{R,d}$), der aufnehmbare Sohldruck ($\sigma_{E,k} \equiv \text{zul } \sigma \text{ nach alter Normung}$) sowie die rechnerisch ermittelte Setzung unter voller Ausnutzung des aufnehmbaren Sohldruckes angegeben. Für eine Begrenzung des Setzungsmaßes auf $s \approx 2 \text{ cm}$ sind in den Tabellen außerdem die entsprechenden Bemessungswerte des Sohldruckes sowie die aufnehmbaren Sohldrücke als Klammerwerte angegeben. Kennwerte für nicht angegebene Fundamentbreiten können aus den Grafiken der **Anlage 5.1** bzw. **Anlage 5.2** interpoliert werden.

Tabelle 3 Rechenergebnisse für quadr. Einzelfundamente

Kantenlänge [m]	0,6	1,0	1,6	2,0	3,0
Bemessungswert des Sohldruckes $\sigma_{R,d} [\text{kN/m}^2]$	686	538	504	506 (390)	539 (266)
Zulässige Bodenpressung $\sigma_{E,k} [\text{kN/m}^2]$	481	378	353	355 (275)	378 (190)
Setzung $s [\text{cm}]$	0,85	1,2	2,0	2,65 (2,0)	4,1 (2,0)

Tabelle 4 Rechenergebnisse für Streifenfundamente

Breite [m]	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0
Bemessungswert des Sohldruckes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	508	454 (425)	432 (355)	436 (270)	461 (230)
Zulässige Bodenpressung $\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	356	319 (300)	303 (250)	306 (190)	323 (163)
Setzung s [cm]	1,9	2,2 (2,0)	2,45 (2,0)	3,25 (2,0)	4,15 (2,0)

Danach ergibt sich z. B. für ein quadratisches Einzelfundament mit einer Kantenlänge von 1,6 m ein Bemessungswert des Sohldruckes ($\sigma_{R,d}$) von 506 kN/m². Bei voller Ausnutzung des aufnehmbaren Sohldrucks ($\sigma_{E,k}$) von 355 kN/m² sind rechnerische Setzungen von $s \approx 2,0$ cm zu erwarten.

Für ein quadratisches Einzelfundament mit einer Kantenlänge von 3,0 m liegt der Bemessungswert des Sohldruckes ($\sigma_{R,d}$) bei 539 kN/m². Die rechnerisch zu erwartenden Setzungen liegen hier aber bei $s \approx 4,1$ cm. Zur Begrenzung der Setzungen auf $s \approx 2$ cm ist der Bemessungswert des Sohldruckes entsprechend auf ($\sigma_{R,d}$) = 266 kN/m² zu reduzieren ($\sigma_{E,k}$ = 190 kN/m²).

Für ein Streifenfundament mit einer Breite von 0,6 m ergibt sich ein Bemessungswert des Sohldruckes ($\sigma_{R,d}$) von 508 kN/m². Bei voller Ausnutzung des aufnehmbaren Sohldrucks ($\sigma_{E,k}$) von 356 kN/m² sind rechnerische Setzungen von $s \approx 1,9$ cm zu erwarten.

Hier ist ab einer Fundamentbreite von 0,7 m eine Reduzierung des Bemessungswertes des Sohldruckes erforderlich, um die Setzung auf ein rechnerisches Maß von $s \approx 2$ cm zu begrenzen.

Die östliche Teilfläche des geplanten Drive-In liegt nach den Bohransatzhöhen (BS 13) im Bereich der aktuellen Hochfläche. Nach dem Geländeabtrag wird hier lediglich das Abtragsplanum vergütet, sodass die Fundamente in den natürlich abgelagerten, nicht vergüteten Böden zu liegen kommen, die gegenüber den vergüteten Böden eine geringere Tragfähigkeit aufweisen. Wird die Vergütung nicht bis auf das gleiche Niveau geführt wie in den übrigen Gebäudebereichen, muss mit den nachfolgend angegebenen, reduzierten Kennwerten gerechnet werden.

Tabelle 5 Rechenergebnisse für Einzelfundamente östl. Teilfläche Drive-In

Kantenlänge [m]	0,6	1,0	1,6	2,0	3,0
Bemessungswert des Sohldruckes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	312	338	376 (323)	402 (270)	465 (195)
Zulässige Bodenpressung $\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	219	237	264 (225)	282 (185)	326 (135)
Setzung s [cm]	0,8	1,4	2,4 (2,0)	3,15 (2,0)	5,0 (2,0)

Tabelle 6 Rechenergebnisse für Streifenfundamente östl. Teilfläche Drive-In

Kantenlänge [m]	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0
Bemessungswert des Sohldruckes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	245	265	284	330 (200)	376 (170)
Zulässige Bodenpressung $\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	172	186	199	232 (140)	263 (120)
Setzung s [cm]	1,35	1,8	2,3	3,45 (2,0)	4,6 (2,0)

Für die im Regelfall geringen Lasten im Drive-In sind die oben angegebenen Bodenpressungen vermutlich ausreichend. Sollen höhere Lasten abgetragen werden, können die zulässigen Bodenpressungen z. B. durch den Einbau einer Schottertragschicht (Stärke mind. 40 cm) erhöht werden.

Einzelfallbetrachtungen können nach Vorlage eines detaillierten Lastenplanes in einem Nachtrag zum Gutachten bzw. einer separaten Stellungnahme ausgeführt werden.

Vorab sollte in jedem Fall die genaue Grenze Abtrag/Auftrag ermittelt werden. Gegebenenfalls kann es zur Vereinheitlichung der Gründungssituation sinnvoll sein, auch die östliche Teilfläche des Drive-In bis auf das übrige Geländeniveau (z. B. BS 7 und BS 12) abzutragen und qualifiziert aufzubauen.

Alle Berechnungsergebnisse gelten für senkrechten, mittigen Lastangriff. Bei außermittigem oder nicht senkrechtem Lastangriff darf beim Grundbruchnachweis nur derjenige Teil der Sohlfläche angesetzt werden, für den die Resultierende der Einwirkungen im Schwerpunkt steht ($b' = b - 2 \cdot e$).

Die Setzungen sind zu etwa 30 % Sofortsetzungen. Weitere etwa 70 % der Setzungen werden sich im Verlauf von ca. 18 Monaten nach Lastaufbringung einstellen, die Restsetzungen dann innerhalb von etwa 5 Jahren. Die gegenseitige Beeinflussung der Fundamente ist nicht berücksichtigt.

Das insgesamt vertretbare Maß der Setzungen, Setzungsdifferenzen und Verdrehungen ist von der jeweiligen Konstruktion des Bauwerkes abhängig und vom Tragwerksplaner festzulegen.

Bodenplatten

Die Bodenplatte im Markt wird in der Regel für eine Flächenlast von 30 kN/m^2 ausgelegt. Es wird empfohlen, die Bodenplatte auf einer mindestens 30 cm starken Tragschicht aufzulagern. Hinweise zur Qualität des Tragschichtmaterials sind Kapitel 9 zu entnehmen.

Für die Bemessung einer Bodenplatte sind unterschiedliche Lastzustände zu betrachten.

Für punktuelle Belastungen, wie z. B. Stapler bzw. die lokale Betrachtung der Platte unter Regalfüßen kann ein Bettungsmodul von $k_s = 30 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Für begrenzte Lastflächen wie z. B. eine Regalreihe mit einer Breite von 4 m und einer mittleren Last von 50 kN/m^2 sind Setzungen von ca. 0,6 cm zu erwarten. Hieraus resultiert ein Bettungsmodul von $k_s = 8 \text{ MN/m}^3$.

Unter großflächigen Lasten (z. B. mittlere Last aus Lagermaterialien) bildet sich eine weitgehend gleichmäßige Setzungsmulde aus. Bei einer mittleren Last von ca. 30 kN/m^2 ergeben sich so Setzungen von etwa 0,5 cm ($k_s = 6 \text{ MN/m}^3$).

Die Setzungen aus großflächigen Lasten bewirken Mitnahmesetzungen an Fundamenten innerhalb dieser Flächen. Die Setzungsbeträge müssen deshalb zu den Fundamentsetzungen addiert werden.

Werbeturm

Aktuell liegen uns keine detaillierten Planungen für einen Werbeturm vor. Falls dennoch ein Werbeturm realisiert werden soll, sind separate Standsicherheitsnachweise zu führen. Je nach Höhe und Windbeanspruchung werden diese in Tiefen zwischen 1,5 m und 2 m auf Blockfundamenten mit Kantenlängen von 4 m bis 8 m gegründet.

Sofern eine Typenstatik für den hier geplanten Werbeturm vorliegt, kann auch darauf zurückgegriffen werden. Diese werden in der Regel für aufnehmbare Sohldrücke von $\sigma_{E,k} = 250 \text{ kN/m}^2$ aufgestellt, die anhand eines Grundbruchnachweises auch an diesem Standort angesetzt werden können. Die Setzungen und die evtl. Schiefstellung müssen aber anhand der Lastangaben überprüft werden, um ggf. Maßnahmen zur Reduzierung der Setzungen festlegen zu können.

9 Tragschichten

Bei einem Baunullniveau von 108,00 m NHN wird das Planum unterhalb der Tragschichten nach der Materialumlagerung größtenteils aus vergütetem bindigen Bodenmaterial (Frostempfindlichkeitsklasse F2 bzw. F3) bestehen. Da die Verkehrsflächen i. d. R. mit einem Gefälle von 1 – 2 % angelegt werden, können in den Tiefbereichen (insbesondere im Abtragsbereich, in dem nur das Abtragsplanum vergütet wird) zum Teil auch unvergütete bindige Böden (Schluffe) mit geringerer Tragfähigkeit anstehen (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Es ist daher sinnvoll, bei den Vergütungsarbeiten das zukünftige Parkplatzgefälle zu berücksichtigen.

Wir empfehlen in Anlehnung an die RStO 12 einen frostsicheren Aufbau aus güteüberwachten Tragschichtmaterialien (Feinanteil < 5 %) von mindestens 60 cm.

Für die Tragschichten im Bereich der Verkehrsflächen bzw. den Bodenplatten im Marktbereich gelten bzgl. der Verdichtungsanforderungen folgende Vorgaben:

Verkehrsflächen

$E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (Pflaster), Verhältnisswert $E_{V2} / E_{V1} \geq 2,2$

$E_{V2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ (Asphalt- bzw. Betonfahrbahn), Verhältnisswert $E_{V2} / E_{V1} \geq 2,2$

Bodenplatten

$E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ (Bodenplatte Markt), Verhältnisswert $E_{V2} / E_{V1} \geq 2,2$

$E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (Bodenplatte Gartenfreiland), Verhältnisswert $E_{V2} / E_{V1} \geq 2,2$.

Nach Erfahrung mit vergleichbaren Böden liegt der erreichbare Verformungsmodul bei den vergüteten Böden bei mindestens $E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$, so dass je nach Verdichtungsanforderung eine ca. 35 - 60 cm starke Tragschicht aus einem geeigneten Material erforderlich ist, um auf der OK Tragschicht die jeweils für die einzelnen Bauabschnitte

geforderten Werte von $E_{V2} \geq 100 - 150 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Die Tragschicht muss aus einem güteüberwachten, gebrochenen Tragschichtmaterial hergestellt werden (Empfehlung nach den Vorgaben der TL SoB-StB 04/07 mit einer Körnung von 0 / 32 mm bis 0 / 56 mm). Am besten eignen sich Naturschotter. Wenn Recyclingmaterialien verwendet werden, sollte der Anteil an Betonrecycling mindestens 90 % betragen. Die geotechnische Eignung des Materials sowie die Überprüfung der tatsächlich notwendigen Tragschichtstärken sind vor Baubeginn in mehreren Probefeldern nachzuweisen. Die umwelttechnische Eignung ist durch gültige Prüfzeugnisse nachzuweisen.

Eine stärkere Tragschicht kann erforderlich werden, wenn im Bereich des Erdplanums stark aufgeweichte Böden auftreten.

10 Hinweise und Empfehlungen

Herstellung der Baugruben

Baugrubenböschungen im vergüteten Boden dürfen bis 1,25 m Tiefe temporär senkrecht hergestellt werden. Die Böschung für den Sprinklertank (falls dieser als Erdtank ausgeführt wird) dürfen in den Schluffen unter maximal 30 ° (Schichtwasser) und im Bereich der Sande und Kiese oberhalb des Grundwassers unter maximal 45 ° hergestellt werden. Die Böschungen sind durch Abplanen vor Witterungseinflüssen zu schützen. Entlang der Böschungsschulter ist ein mindestens 1 m breiter Streifen lastfrei zu halten. Für größere Lasten wie z. B. Kran- oder Fahrzeuglasten in der Nähe der Böschungsschulter sind Standsicherheitsnachweise erforderlich. Die Vorgaben der DIN 4124 sind zu beachten. Ggf. kann es bei der tiefen Baugrube des Sprinklertanks erforderlich werden, anfallendes Schichtenwasser durch den Einbau von Sickerschlitzen und einer Ringdrainage um die Baugrube von der Baugrubenwand fernzuhalten

Wasserhaltung / Abdichtung Bauwerke

In den bindigen und vergüteten Böden kann Niederschlagswasser nicht versickern. Lokale Lenzmaßnahmen (z. B. im Bereich der Anlieferungsrampe bzw. Fundamentgruben) können in den anstehenden Böden erfahrungsgemäß mit einer offenen Wasserhaltung realisiert werden.

Erdberührende Bauteile sind entsprechend den Vorgaben der DIN 18195, Teil 6 gegen temporär drückendes Wasser abzudichten.

Falls der Sprinklertank als Erdtank ausgeführt wird, ist je nach Grundwasserstand und Sohlage des Erdtanks eine GW-Absenkung mit Schwerkraftbrunnen erforderlich. Für die Dimensionierung der Wasserhaltung sollte von einer mittleren Durchlässigkeit des Sande und Kiese von 5×10^{-4} - 3×10^{-5} m/s ausgegangen werden. Der Sprinklertank ist zudem auftriebssicher zu bemessen. Zum jetzigen Zeitpunkt liegen allerdings noch keine genauen Daten zu Festlegung eines Bemessungswasserstandes vor. Nach Vorlage einer Detailplanung (mit Lage auf dem Baufeld sowie Angabe der Sohlage können exaktere Angaben zur Wasserhaltung beim Bau des Sprinklertanks gegeben werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass für Wasserhaltungsmaßnahmen eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich ist.

Zur Beobachtung der Grund- und Schichtenwasserstände kann die von unserem Büro auf dem Baufeld errichtete Grundwassermessstelle herangezogen werden.

Versickerung

Eine Niederschlagswasserversickerung ist in den natürlich anstehenden Sanden und Kiesen unterhalb der bindigen Deckschicht ab etwa 102,5 m NHN (> 5 m unter geplantem Baunull) möglich. Wirtschaftlich sinnvoll ist hier demnach keine Flächenversickerung sondern die punktuelle Versickerung z. B. über Austauschbohrungen. Aufgrund der unterschiedlich hohen bindigen Anteile im Übergangsbereich zur Deckschicht und den Zwischenlagen aus Ton variiert die Durchlässigkeit lokal sehr stark zwischen etwa 3×10^{-4} m/s (geringe bindige Anteile) bis 1×10^{-8} m/s (höhere bindige Anteile). Aus diesem Grund empfehlen wir zur Dimensionierung einer Versickerungsanlage vorab die Durchführung von Schluckversuchen.

Vorbereiten der Gründungssohlen

Die Fundamentsohlen sind mit einem Baggerlöffel mit glatter Schneide freizulegen. Unmittelbar im Anschluss ist die Sauberkeitsschicht bzw. das Tragschichtmaterial (falls erforderlich) einzubauen (Verdichtung Tragschichtschotter $D_{Pr} \geq 100 \%$). Kommt Tragschichtmaterial zum Einsatz, muss dieses mit einem seitlichen Überstand, der einem Lastausbreitungswinkel von 45° entspricht, eingebaut werden (d. h. seitlicher Überstand $\equiv$ Austauschtiefe). Hierbei ergibt sich ein entsprechender Mehraushub.

Verfüllung der Arbeitsräume

Für die Arbeitsraumverfüllung (Fundamentgruben, Entwässerungsleitungen etc.) ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ erforderlich. Als Verfüllmaterial wird im nicht frostgefährdeten Bereich das vergütete Umlagerungsmaterial empfohlen, sofern es witterungsbedingt nicht aufgeweicht ist und in einem verdichtungsfähigen Zustand vorliegt.

Alle aneinander angrenzenden Böden müssen filterstabil sein. Sofern dies nicht der Fall ist, sind geeignete Trenngeotextilien einzubauen.

Baubegleitende Maßnahmen

Das Baugrundmodell resultiert aus punktuellen Aufschlüssen im Baufeld. Die Baugrundverhältnisse sind natürlichen Schwankungen unterworfen und können deshalb lokal von den Aufschlussergebnissen abweichen. Insbesondere über die genaue Ausdehnung und Zusammensetzung der auf dem Baufeld befindlichen Schuttmieten können auf Grundlage der bisher ausgeführten Untersuchungen keine detaillierten Aussagen getroffen werden.

Im Zuge der Bauausführung ist deshalb die Überprüfung der getroffenen Annahmen erforderlich. Es wird gebeten, den Unterzeichner rechtzeitig zu benachrichtigen, um die Planien, Gründungssohlen abzunehmen bzw. Verdichtungsprüfungen durchzuführen. Nach der Entfernung des Mutterbodens sollte eine generelle Inaugenscheinnahme des Grundstückes erfolgen.

11 Zusammenfassung

Die Hornbach Baumarkt AG plant in Paderborn (Bereich Almeaue / Hoppenhof) den Neubau eines Hornbach Bau- und Gartenmarktes mit Drive-In. Das Grundstück ist derzeit größtenteils Ackerland. Im östlichen Grundstücksteil befindet sich eine befestigte Parkplatzfläche.

Der Baugrund wurde durch 17 Rammkernsondierungen sowie 15 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde bis in maximal 6 m bzw. 10 m erkundet. Die Bohransatzpunkthöhen liegen zwischen 105,62 m NHN (BS 3) und 112,12 m NHN (BS 18). Das Gelände fällt insgesamt nach Nordwesten ab und weist westlich des Bestandsparkplatzes eine Böschng von bis zu 4 m auf.

In den Aufschlussbohrungen wurde außerhalb des Bestandsparkplatzes zunächst eine Mutterbodendecke (Stärke im Mittel ca. 30 cm) angetroffen, die in geringem Umfang mit Fremdbestandteilen wie Ziegelresten durchsetzt war. Im Bereich des Bestandsparkplatzes wurde eine Schottertragschicht bis etwa 40 cm bis 90 cm unter Gelände gefunden. In allen Bohrungen wurden unter dem Mutterboden bzw. der Schottertragschicht bindige Böden mit Mächtigkeiten von 2,5 m bis zu 7,5 m angetroffen, deren Konsistenz meist als steif einzuordnen ist. Bis zum Bohrtiefsten folgen in allen Bohrungen Kiese mit wechselnden schluffigen und sandigen Anteilen sowie tonigen Zwischenschichten.

Der Standort liegt außerhalb von Erdbebenzonen.

Die westliche Baufeldecke liegt, bezogen auf die aktuelle Geländehöhe im Fall eines extremen Hochwasserereignisses (HQ-extrem) überschwemmungsgefährdeten Gebiet der Alme. Die Gefährdung wird durch die geplante Geländeerhöhung um stark 2 m in diesem Bereich beseitigt.

Das Grundwasser wurde während der Erkundung bei etwa 101,5 – 101,8 m NHN festgestellt und hat somit mit Ausnahme einer Ausführung des Sprinklertanks als Erdtank keinen weiteren Einfluss auf das Bauvorhaben. Für die Angabe eines Bemessungswasserstandes ist derzeit aber keine ausreichende Datengrundlage vorhanden; eine detailliertere Recherche ist noch erforderlich. Die bindigen Böden waren zum Zeitpunkt der Erkundung häufig bis nahe der Geländeoberfläche nass, so dass von vorhandenem Schichtenwasser ausgegangen werden muss.

Das geplante Baunull liegt bei mindestens 108,00 m NHN. Hierzu ist eine Geländeauffüllung in der westlichen Baufeldhälfte und ein Abtrag in der östlichen Baufeldhälfte (Bestandsparkplatz) erforderlich. Das vor Ort anfallende bindige Abtragsmaterial kann für den Bodenauftrag genutzt werden. Hierfür ist allerdings eine Vergütung mit einem geeigneten Bindemittel notwendig. Auftrags- und Abtragsplanum müssen ebenfalls in einer Stärke von mindestens 40 cm vergütet werden.

Die Gründung kann flach über Einzel- und Streifenfundamente in den vergüteten Böden erfolgen. Die Fundamentgröße sollte so gewählt werden, dass die zu erwartenden Setzungen auf etwa 2 cm begrenzt bleiben.

Den umwelttechnischen Untersuchungen zufolge weisen die o. g. Schottertrageschicht im Bereich des Bestandsparkplatzes und die darunter folgende, offensichtlich vergütete Deckschicht erhöhte Eluatkonzentrationen an Kupfer und Nickel sowie erhöhte Werte bei den Parametern pH-Wert und der elektrischen Leitfähigkeit auf. Diese Befunde sind unseres Erachtens auf das verwendete Bindemittel zurückzuführen. Ansonsten ergaben sich nur unauffällige Schadstoffgehalte. Überschreitungen von Prüfwerten der BBodSchV wurden generell nicht festgestellt.

Auf Grundlage der vorliegenden Analysewerte und der vorliegenden Standortbedingungen halten wir es für vertretbar, die analytisch auffälligen Materialien „Schotter“ und „vergütete Deckschicht“ vor Ort zu belassen bzw. in vergleichbarer Lage vor Ort zu verwerten. Eine solche Verwertung sollte frühzeitig mit der zuständigen Unteren Bodenschutz- und Altlastenbehörde abgestimmt werden. Bei einer Abfuhr und Entsorgung von überschüssigem Bodenmaterial sind die festgestellten Bodenbelastungen ansonsten aus abfallrechtlicher Sicht zu beachten (Belastungen ggf. bis > Z 2 nach LAGA).

Eventuell auftretende Fragen können in einem Nachtrag zum Gutachten oder im Rahmen von Besprechungen geklärt werden.

i. A. Dipl.-Ing. D. Schwab

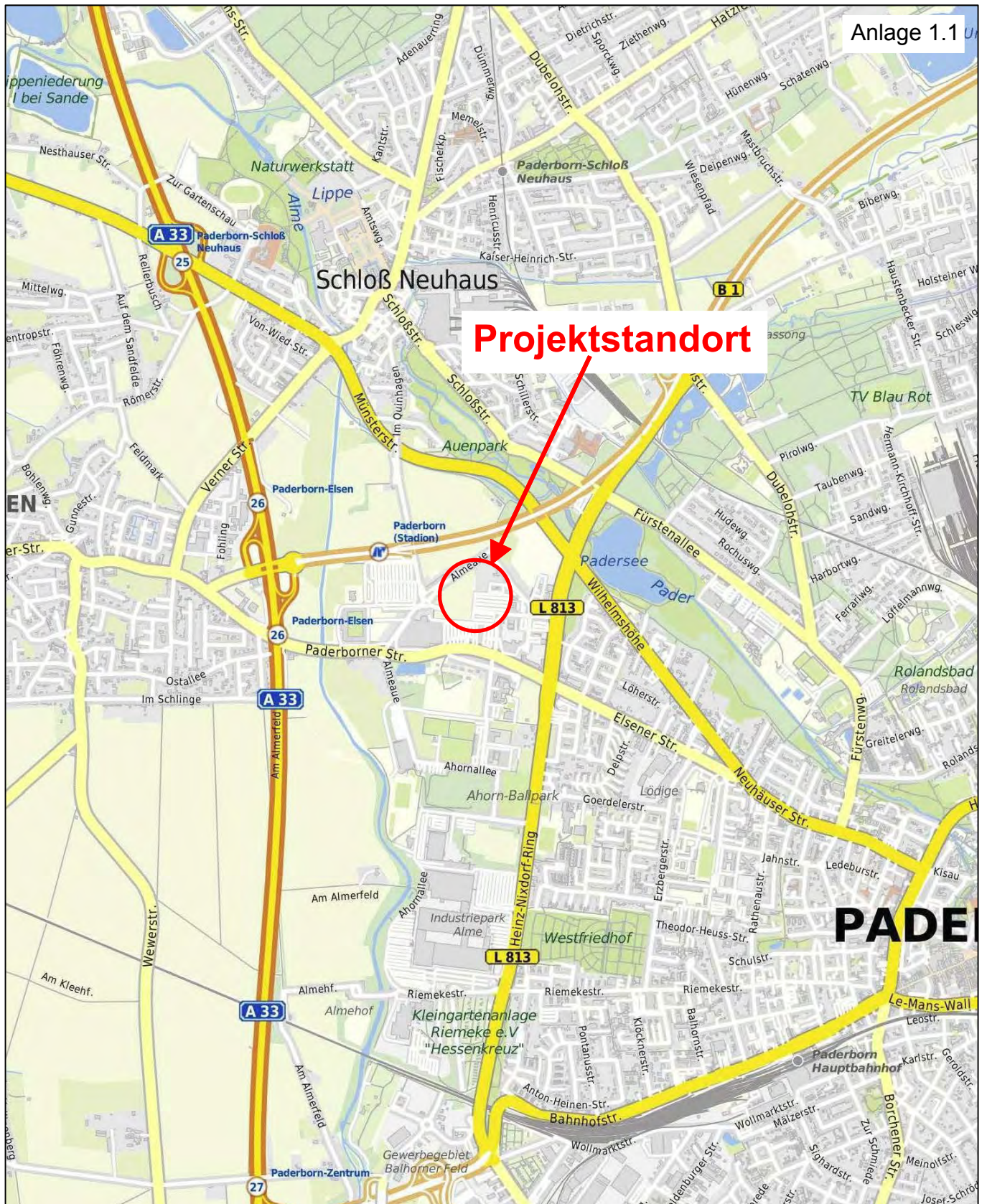
**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 1

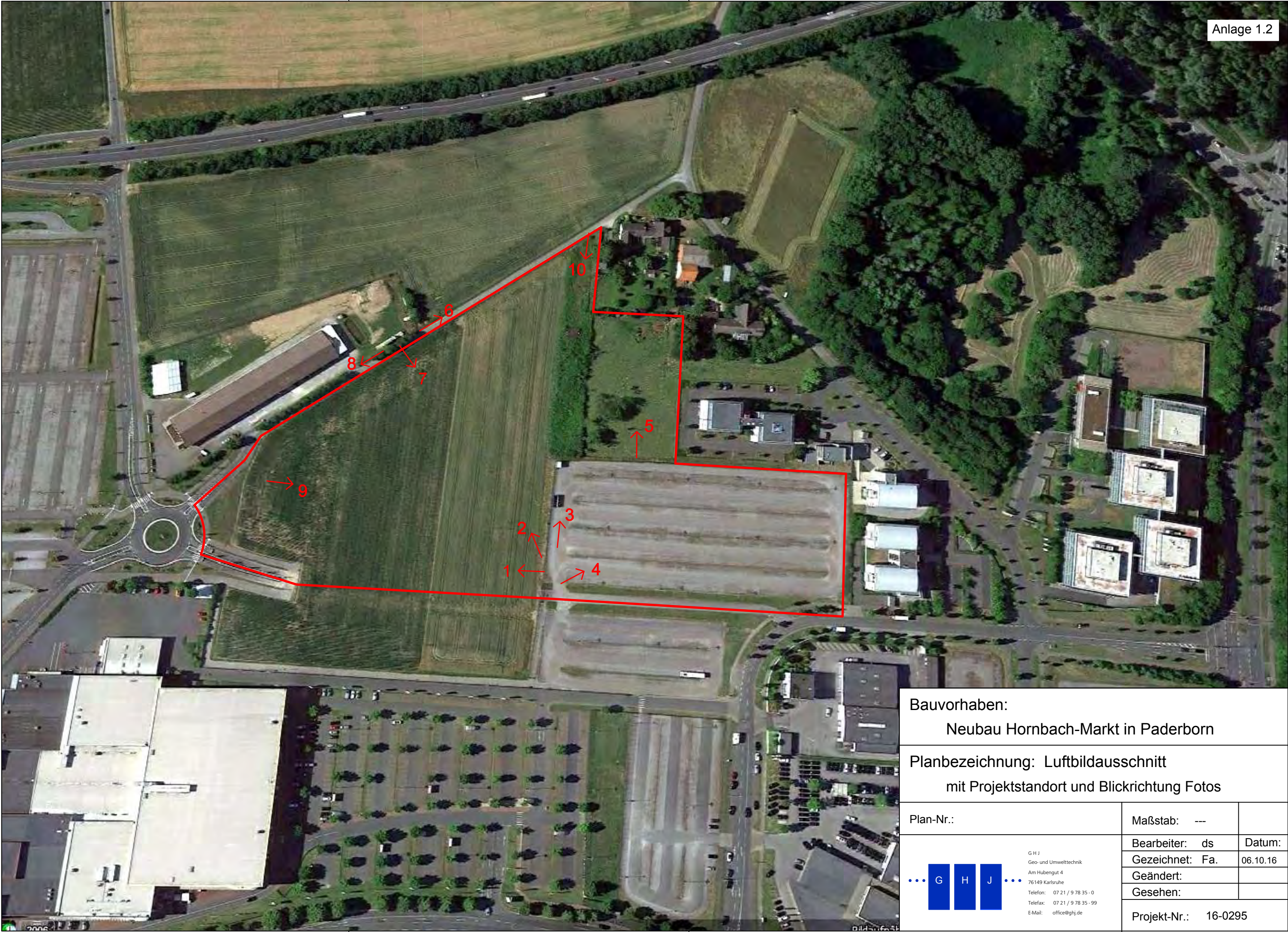
Neubau Hornbach Bau- u. Gartenmarkt
mit Drive-In in Paderborn

Lagepläne

- 1.1 Stadtplanausschnitt mit Projektstandort
- 1.2 Luftbildausschnitt mit Projektstandort und Blickrichtung Fotos
- 1.3 Fotodokumentation zur aktuellen Grundstückssituation
- 1.4 Lageplan mit geplanter Baumaßnahme und Aufschlusspunkten



Bauvorhaben:		Neubau Hornbach Bau- und Gartenmarkt mit Drive-In in Paderborn	
Planbezeichnung:		Stadtplanausschnitt mit Projektstandort	
... G H J ...		Maßstab:	
		Auftrag-Nr.: 16-0295	
		Bearbeiter: ds	
		Datum: 06.10.16	



Bauvorhaben:
Neubau Hornbach-Markt in Paderborn

Planbezeichnung: Luftbildausschnitt
mit Projektstandort und Blickrichtung Fotos

Plan-Nr.:	Maßstab: ---	
... G H J ... GHJ Geo- und Umwelttechnik Am Hubengut 4 76149 Karlsruhe Telefon: 07 21 / 9 78 35 - 0 Telefax: 07 21 / 9 78 35 - 99 E-Mail: office@ghj.de	Bearbeiter: ds	Datum:
	Gezeichnet: Fa.	06.10.16
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr.: 16-0295		

Fotodokumentation zur aktuellen Grundstückssituation

Bild 1



Bild 2



Bild 3



Bild 4



Bild 5



Bild 6



Bild 7



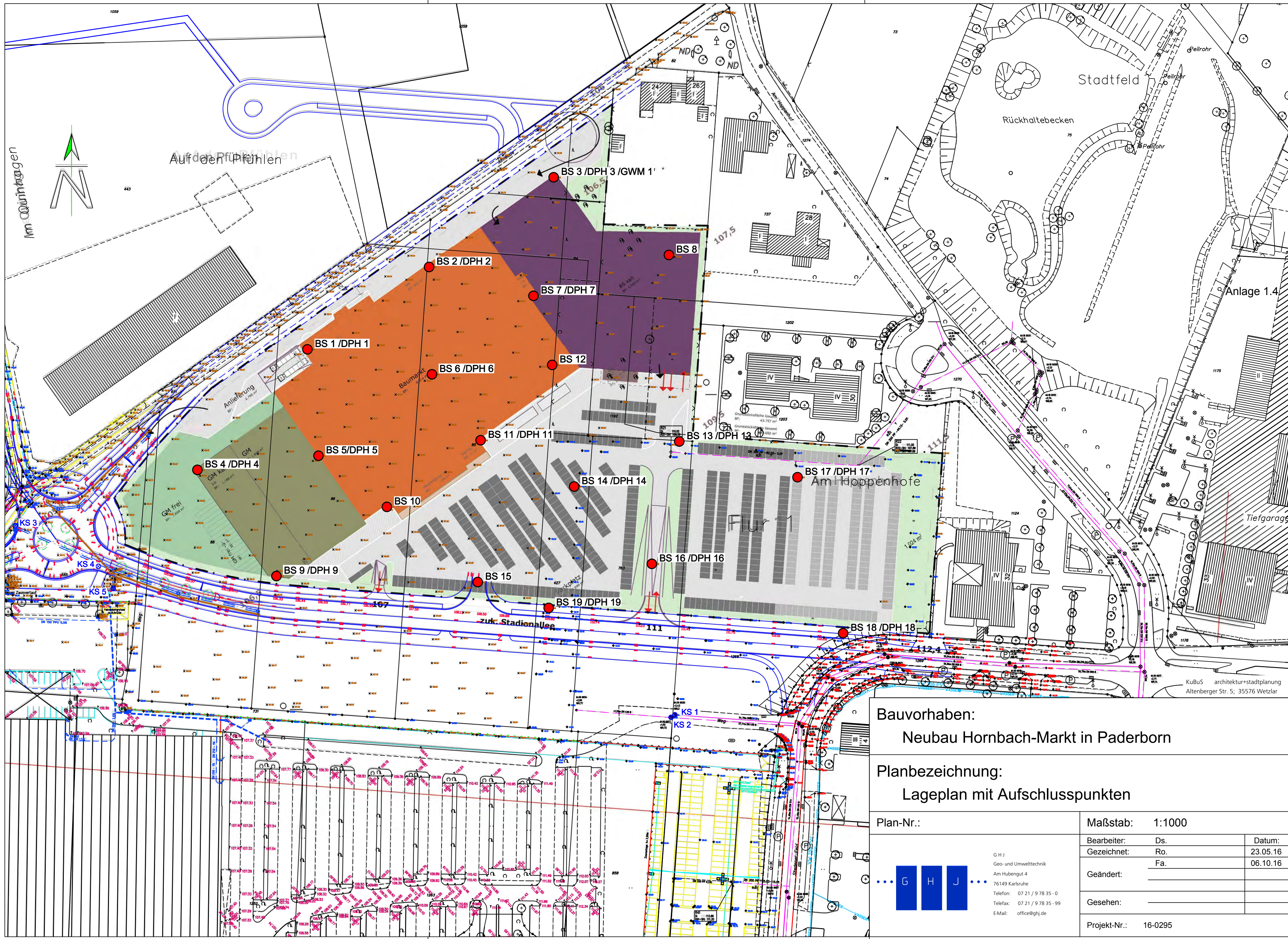
Bild 8



Bild 9



Bild 10



Bauvorhaben:
Neubau Hornbach-Markt in Paderborn

Planbezeichnung:
Lageplan mit Aufschlusspunkten

Plan-Nr.: .. G H J ..

G H J
Geo- und Umwelttechnik
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe
Telefon: 07 21 / 9 78 35 - 0
Telefax: 07 21 / 9 78 35 - 99
E-Mail: office@ghj.de

Maßstab: 1:1000	
Bearbeiter:	Ds.
Gezeichnet:	Ro.
Geändert:	Fa.
Gesehen:	
Projekt-Nr.:	16-0295
Datum: 23.05.16	
06.10.16	

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTECHNIK mbH & Co. KG**

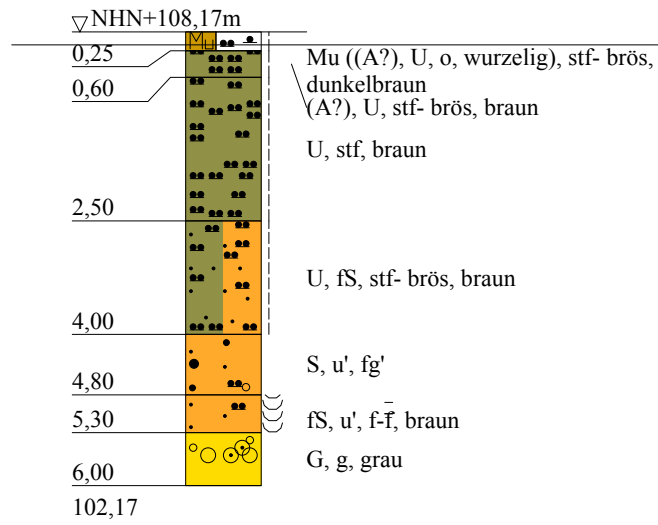
Anlage 2

Neubau Hornbach Bau- u. Gartenmarkt
mit Drive-In in Paderborn

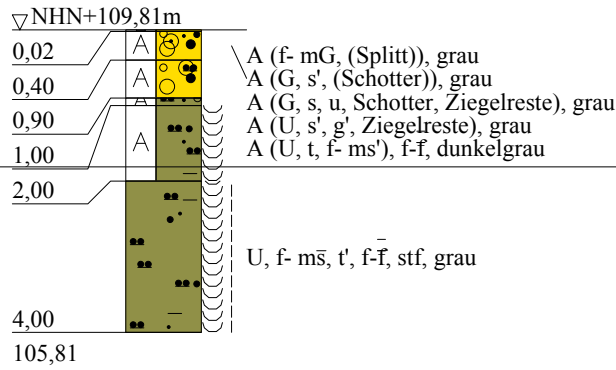
Bohrprofile, Rammdiagramme, Pegelausbauskinze

- 2.1 Bohrprofile, Rammdiagramme, Pegelausbauskinze (Gebäude)
- 2.2 Bohrprofile, Rammdiagramme (Außenanlagen)

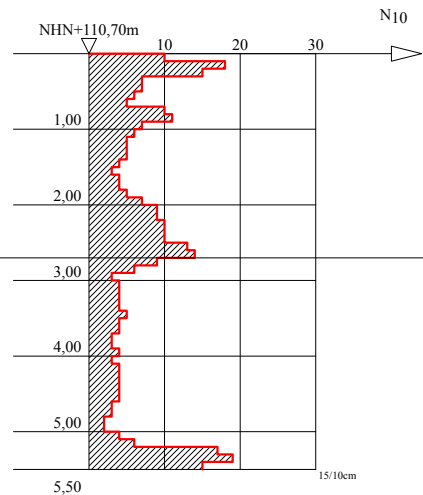
BS15



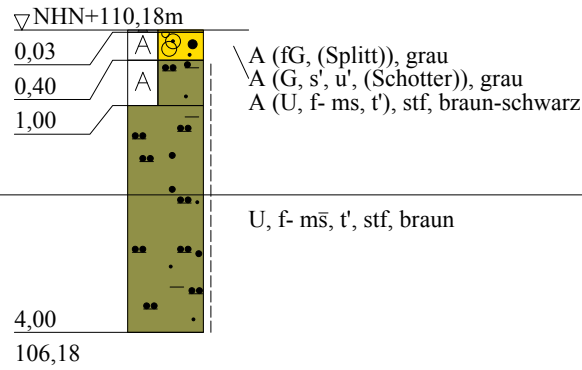
BS14



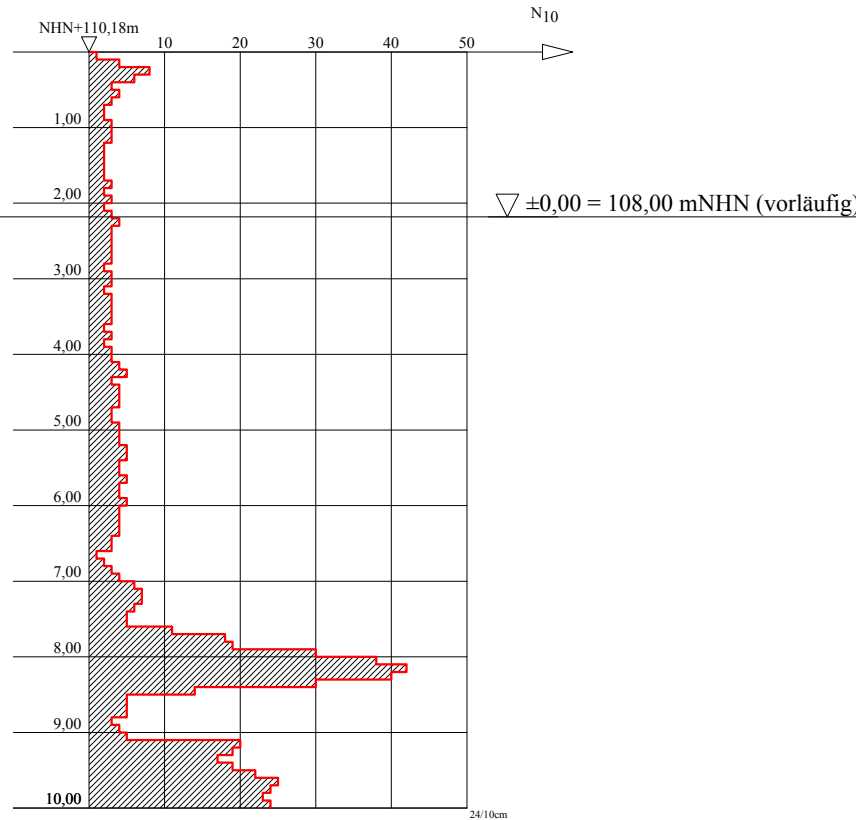
DPH14



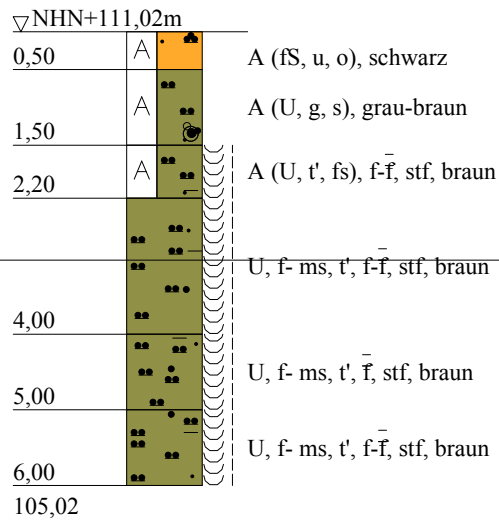
BS13



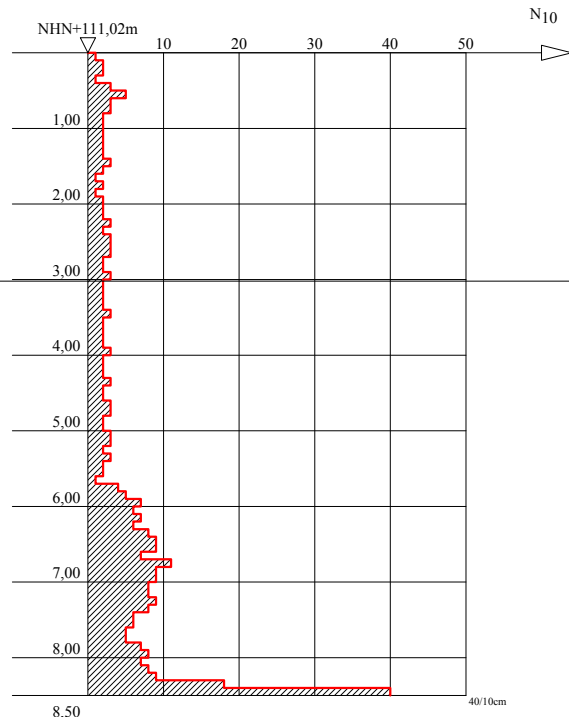
DPH13



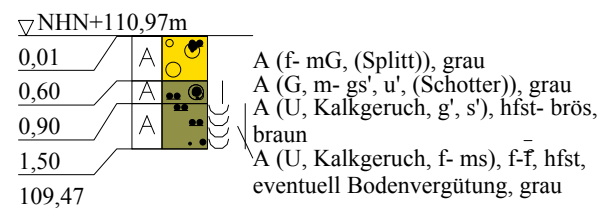
BS19



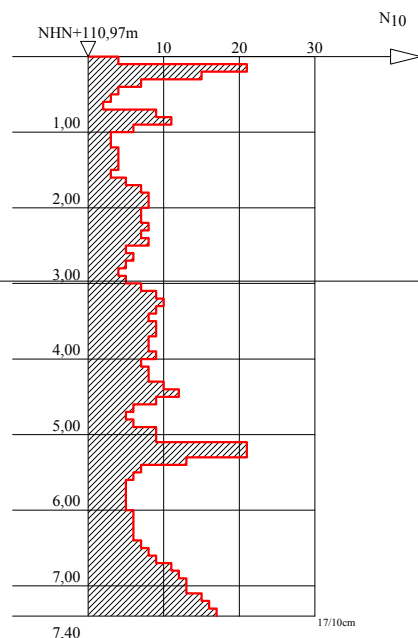
DPH19



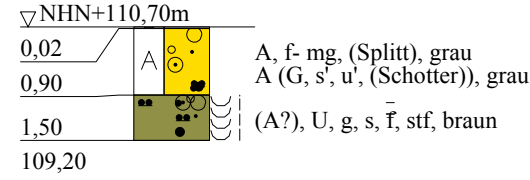
BS16



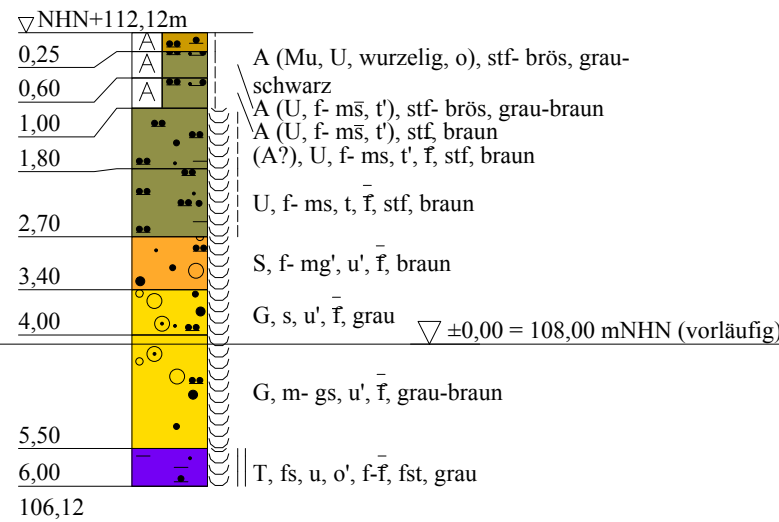
DPH16



BS17



BS18



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

○ DPH Rammsondierung Schwere Sonde ISO 22476-2

BODENARTEN

Auffüllung		A	
Kies	kiesig	G	g
Mudde	organisch	F	o
Mutterboden		Mu	
Sand	sandig	S	s
Schluff	schluffig	U	u
Ton	tonig	T	t

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

NEBENANTEILE

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

KONSISTENZ

stf	steif	hfst	halbfest
fst	fest	brös	bröselig

FEUCHTIGKEIT

f	feucht
f	naß

RAMMSONDIERUNG NACH ISO 22476-2 / DIN 4094-3

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe		leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	2.52 cm	3.56 cm	4.37 cm	
Spitzengeschwindigkeit	5.00 cm/s	10.00 cm/s	15.00 cm/s	
Gestängedurchmesser	2.20 cm	3.20 cm	3.20 cm	
Rammhämmergewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg	
Fallhöhe	50.0 cm	50.0 cm	50.0 cm	

BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2

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

Bauvorhaben:
Neubau Hornbach in Paderborn

Planbezeichnung:
Bohrprofile (Aussenanlagen)
Rammsondierungen (Aussenanlagen)

Plan-Nr:

Maßstab: 1 : 100

... G H J ...

Bearbeiter:	ds.	Datum:
Gezeichnet:	Ro.	21.06.16
Geändert:	Ea.	07.10.16
Gesehen:		
Projekt-Nr:	16-0295	

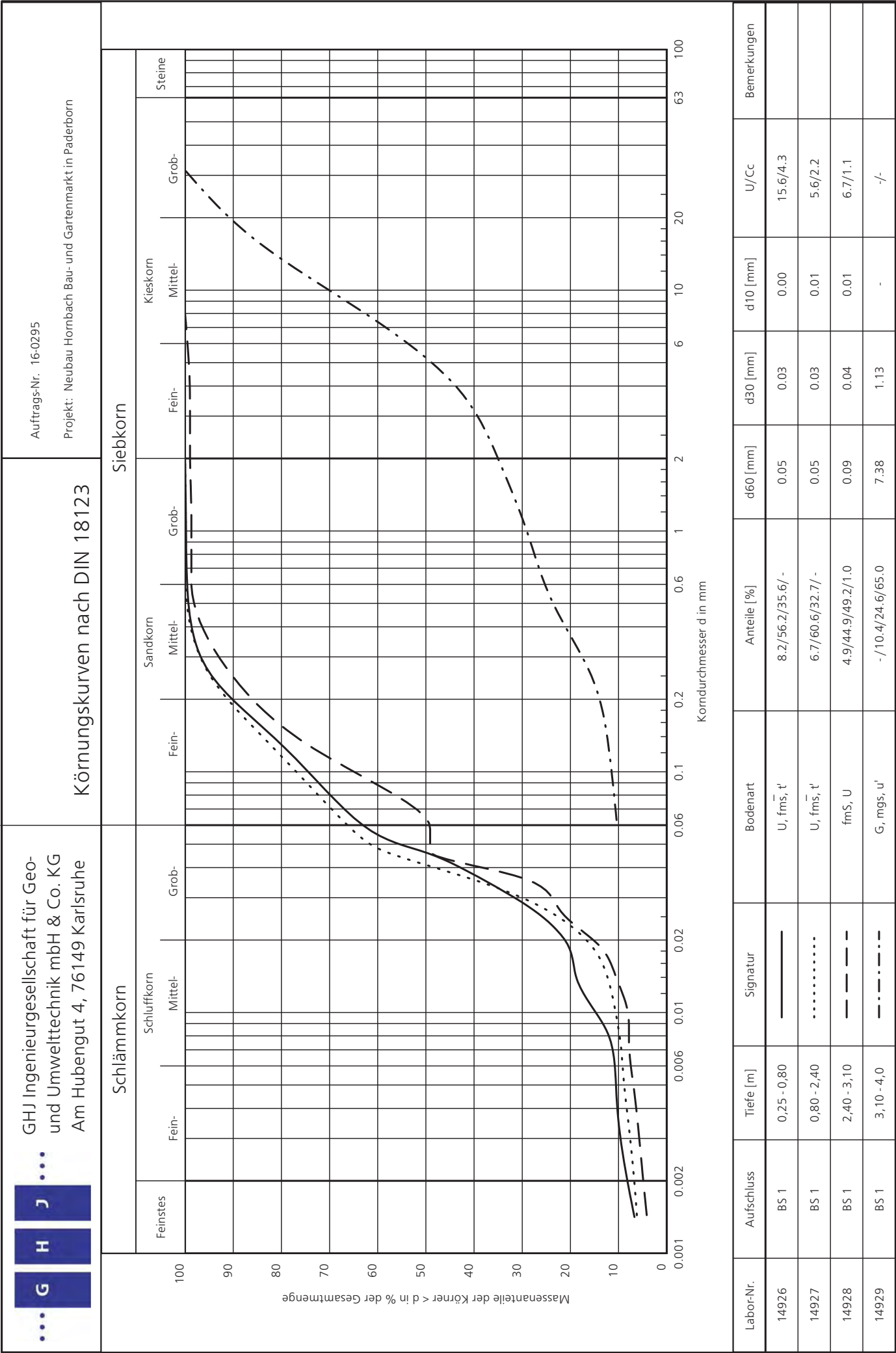
**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

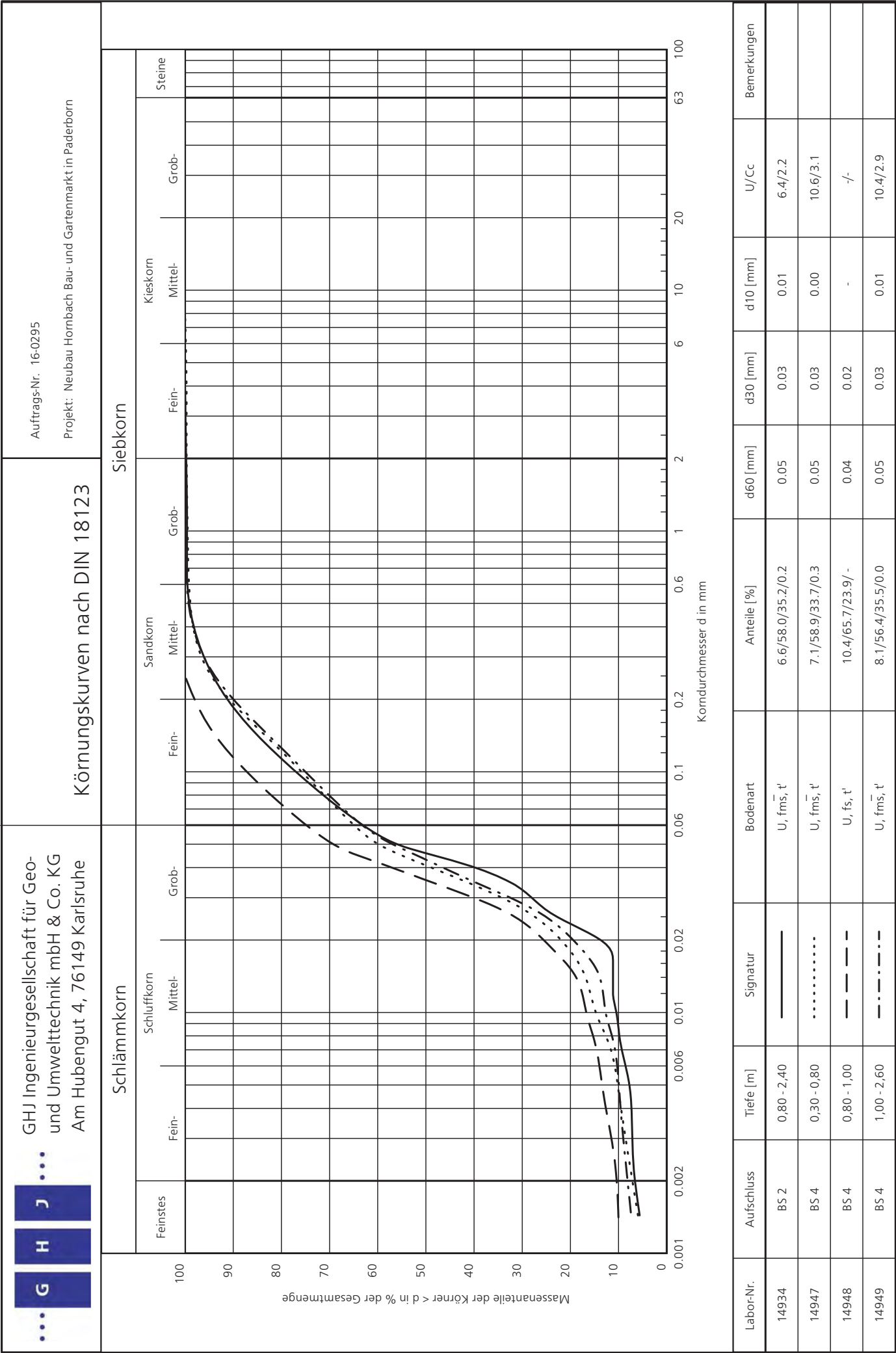
Anlage 3

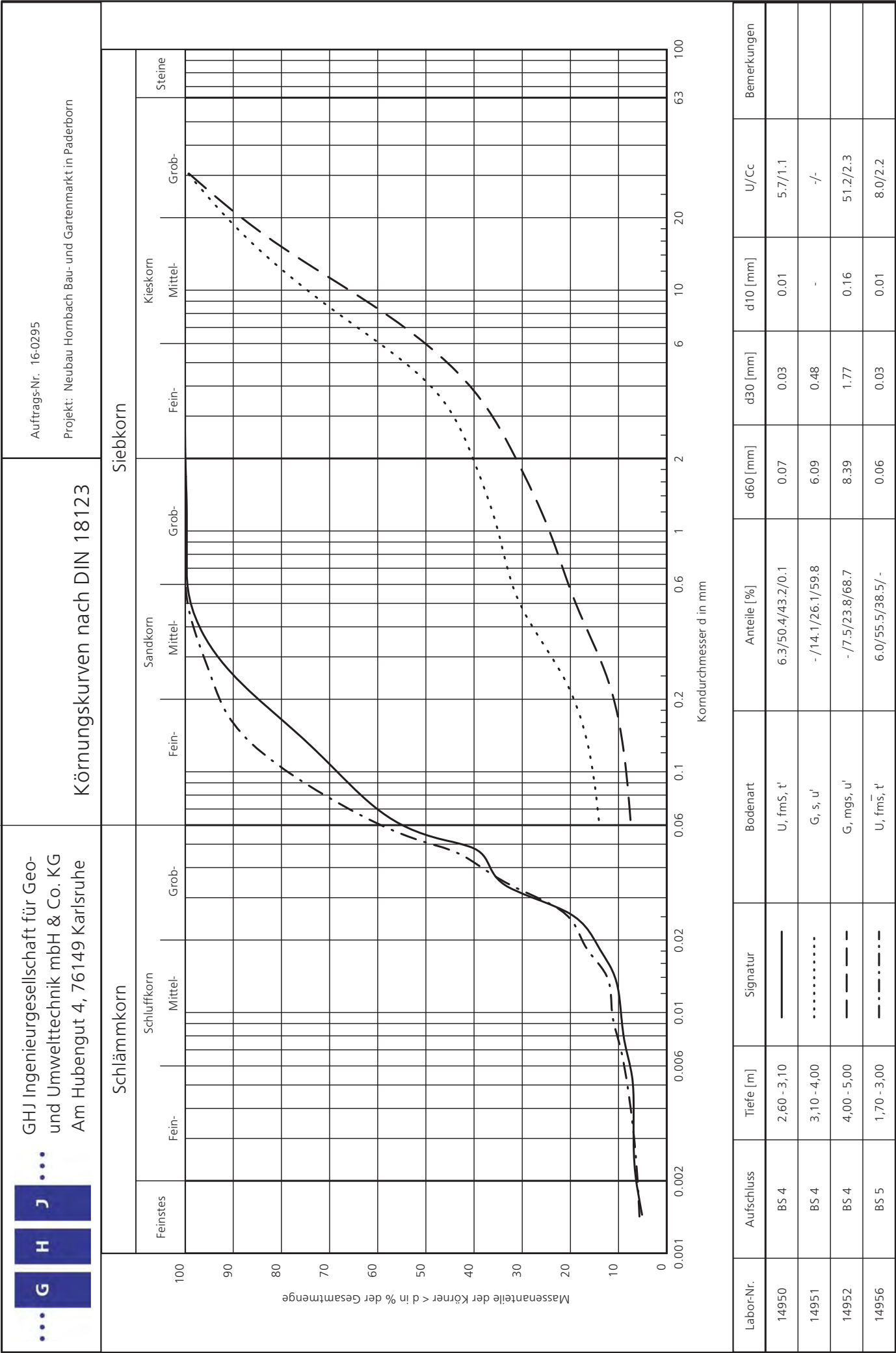
Neubau Hornbach Bau- u. Gartenmarkt
mit Drive-In in Paderborn

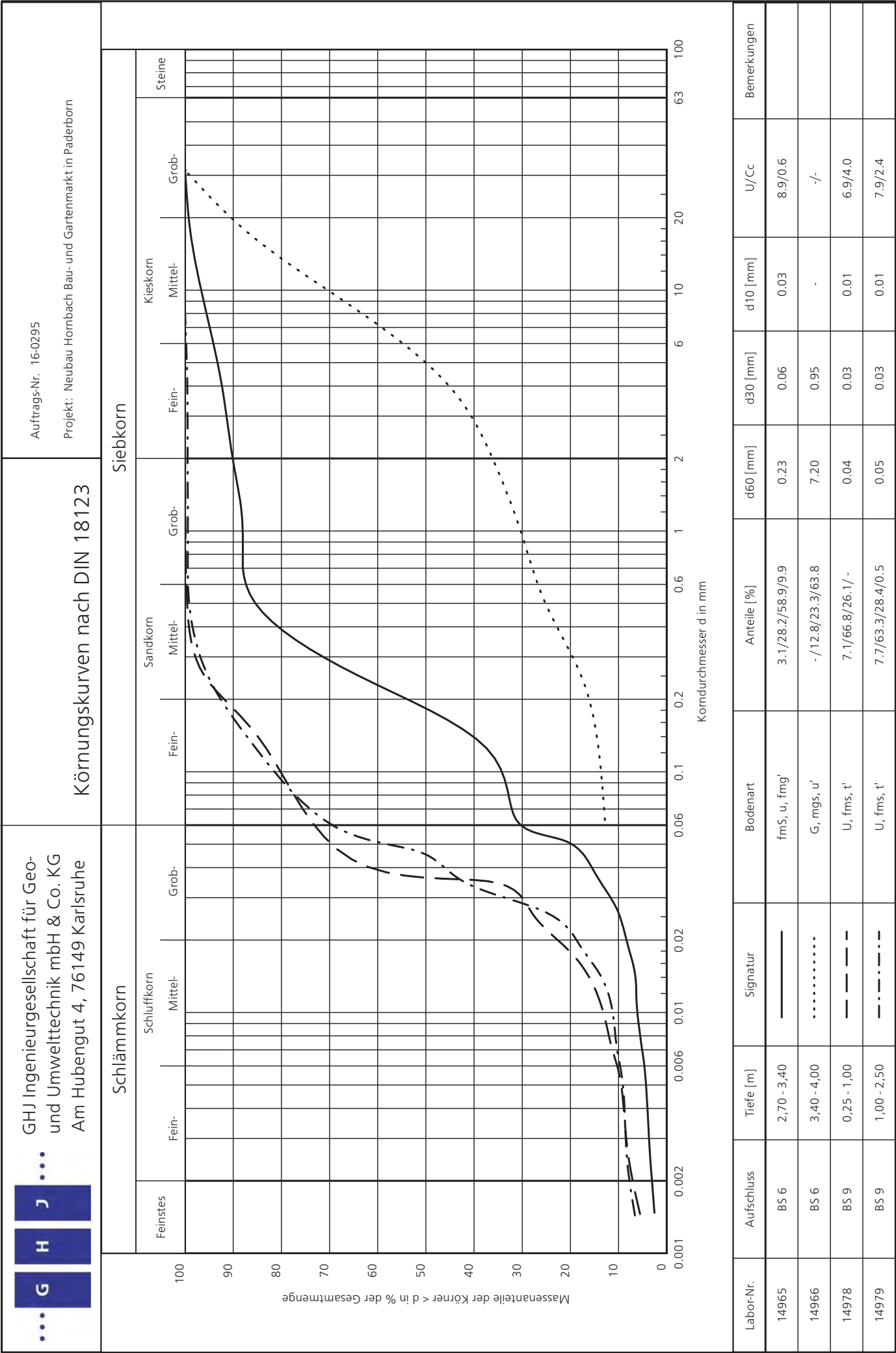
Bodenmechanische Laborversuche

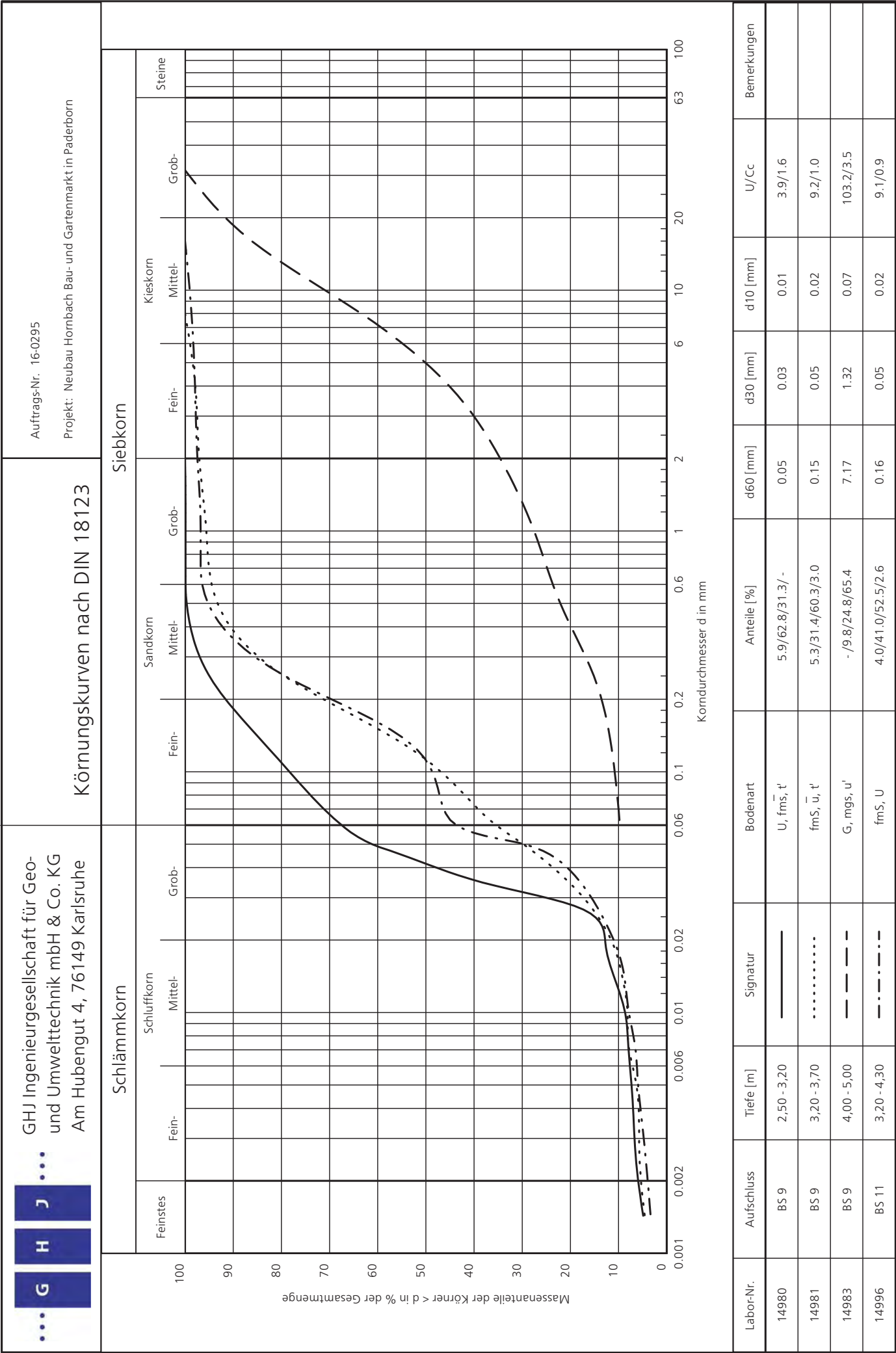
- 3.1 Körnungskurven
- 3.2 Plastizitätsdiagramme
- 3.3 Drucksetzungskurven
- 3.4 Zusammenstellung Laborversuche

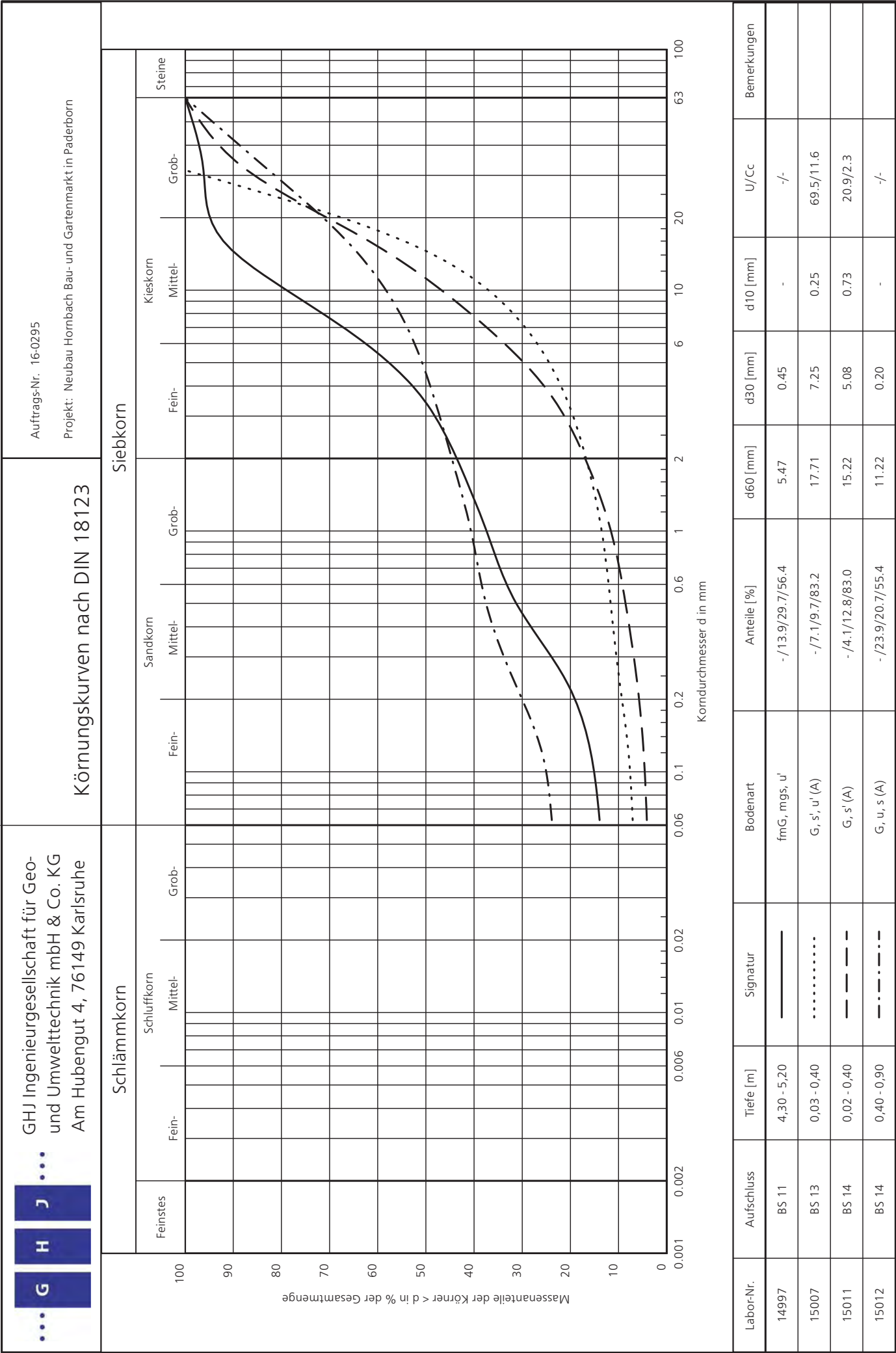


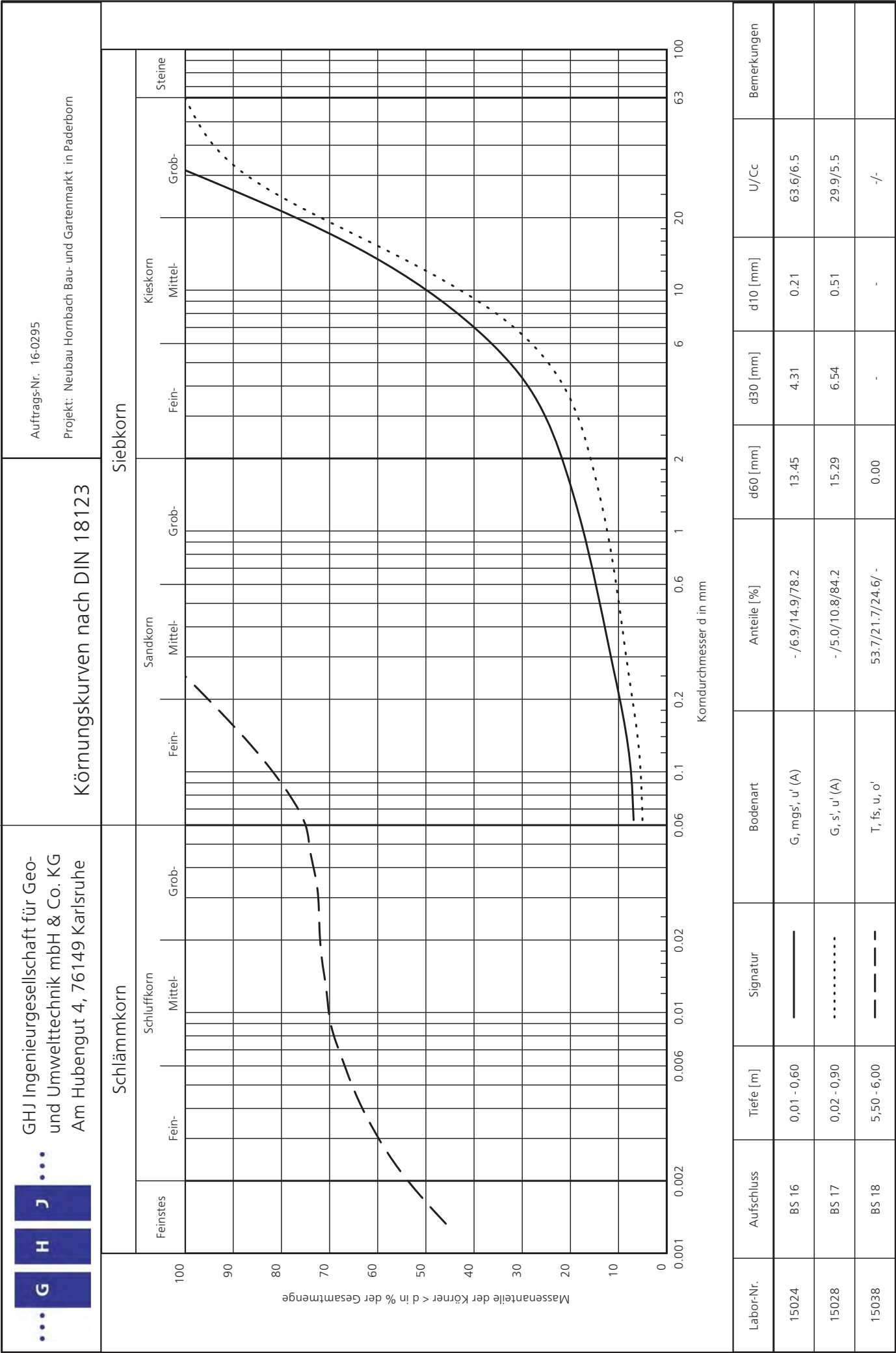












Projekt: Paderborn, Hornbach

Auftrag-Nr.: 16-0295

Labornummer: 14949 A

ausgeführt durch: La

Datum: 15.07.2016

Entnahmestelle: BS 4

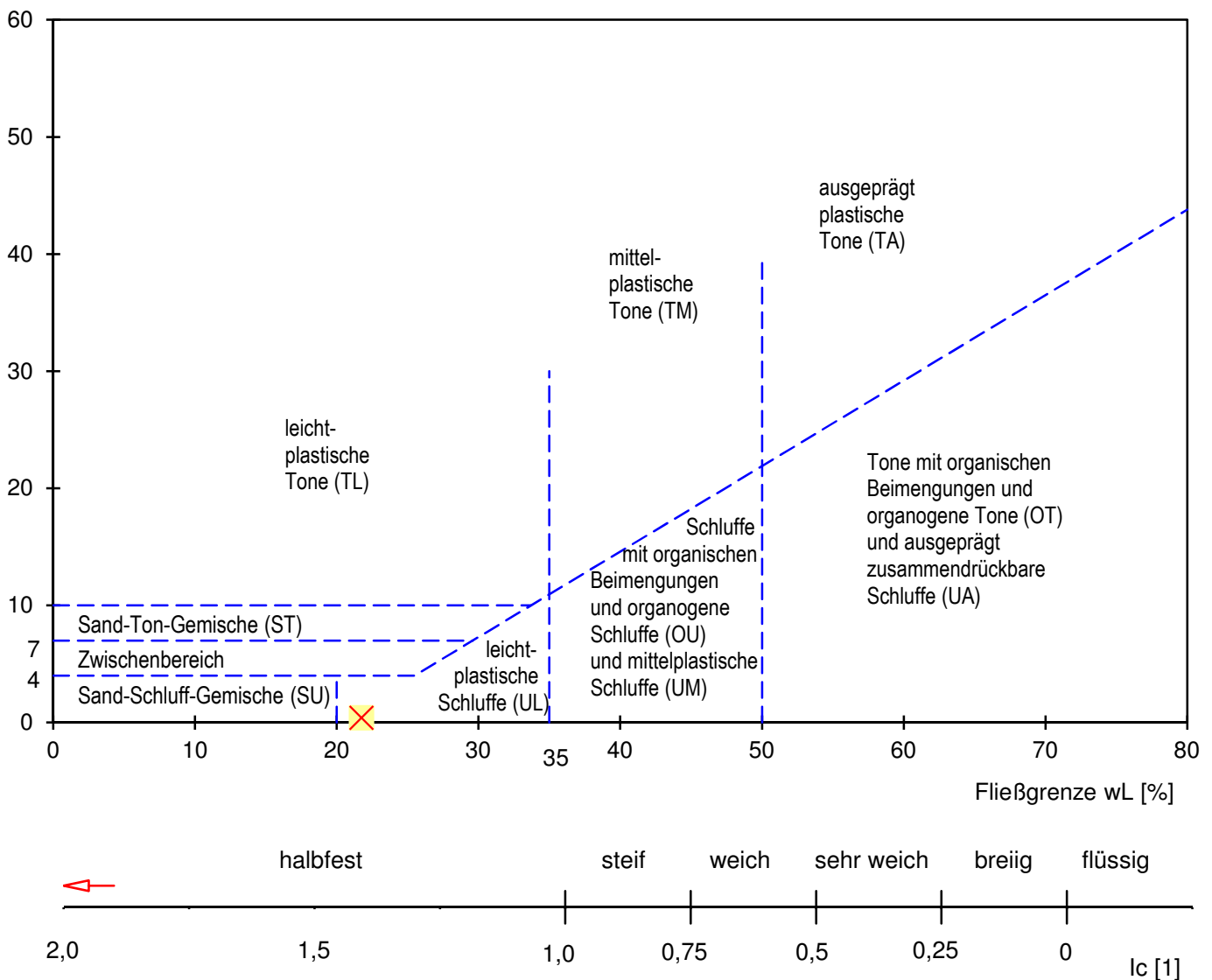
Entnahmetiefe: 1,0 - 2,6 m

Entnahmeart: GP

entnommen am: 06.-10.06.2016

entnommen durch: Pio, Jal

Ip [%]

Plastizitätsdiagramm / Atterbergsche Grenzen nach DIN 18122**Die Bodenart ist: Sand-Schluff-Gem. (SU)****Die Konsistenz ist: hf, organol.: steif**

Wassergehalt 17,37 [%]

Kornanteil > 0,4mm 1,54 [%]

Wassergehalt (Anteil >0,4mm) 5,00 [%]

Wassergehalt (Anteil <0,4mm) 17,56 [%]

Fließgrenze w_L 21,74 [%]Ausrollgrenze w_p 21,33 [%]Plastizitätszahl I_p 0,41 [%]Konsistenzzahl I_c 10,20 [1]

Projekt: Paderborn, Hornbach

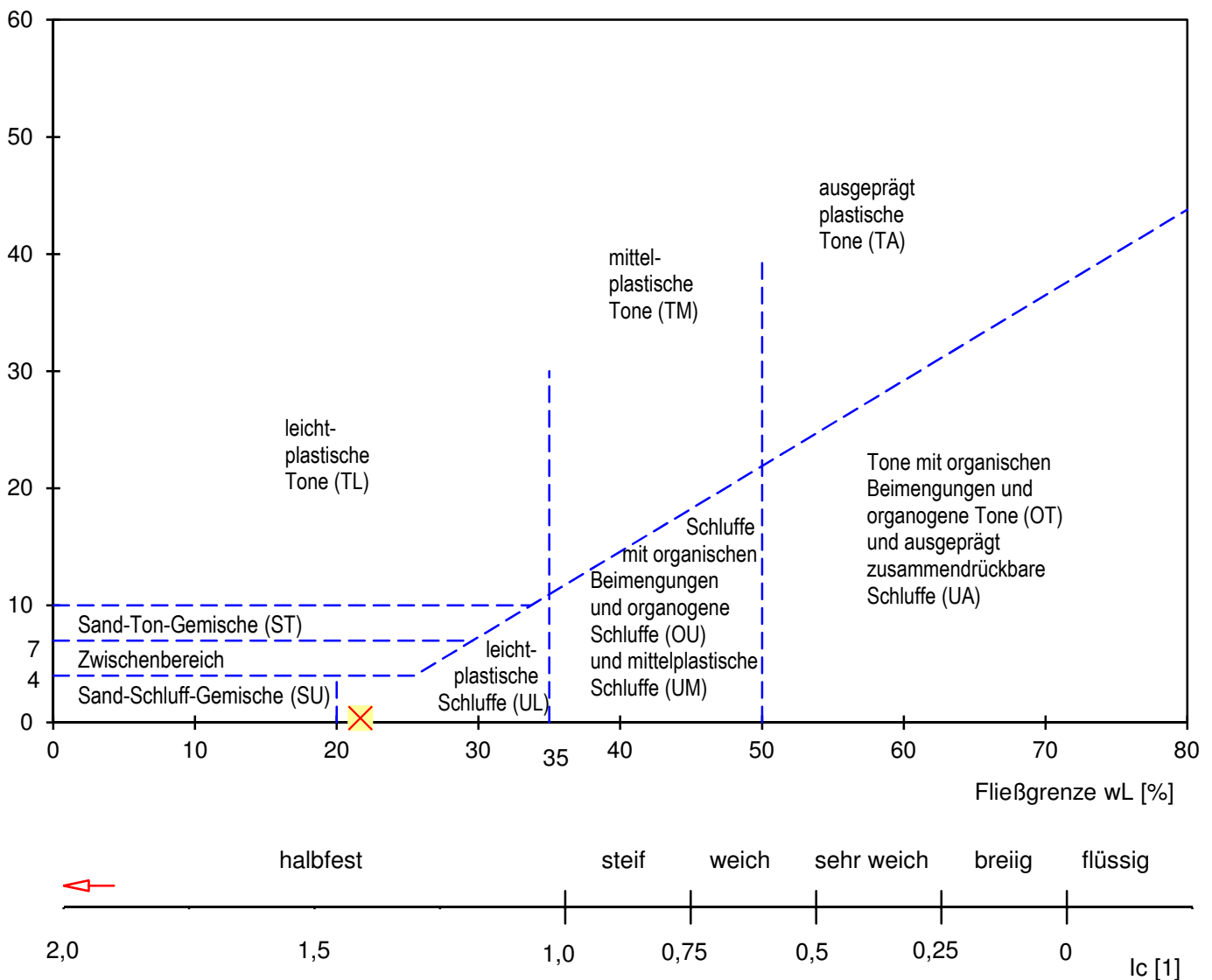
Auftrag-Nr.: 16-0295
ausgeführt durch: La

Labornummer: 14956 A
Datum: 15.07.2016

Entnahmestelle: BS 5
Entnahmetiefe: 1,7 - 3,0 m
entnommen am: 06.-10.06.2016

Entnahmeart: GP
entnommen durch: Pio, Jal

Ip [%]

Plastizitätsdiagramm / Atterbergsche Grenzen nach DIN 18122**Die Bodenart ist: Sand-Schluff-Gem. (SU)****Die Konsistenz ist: hf, organol.: steif**

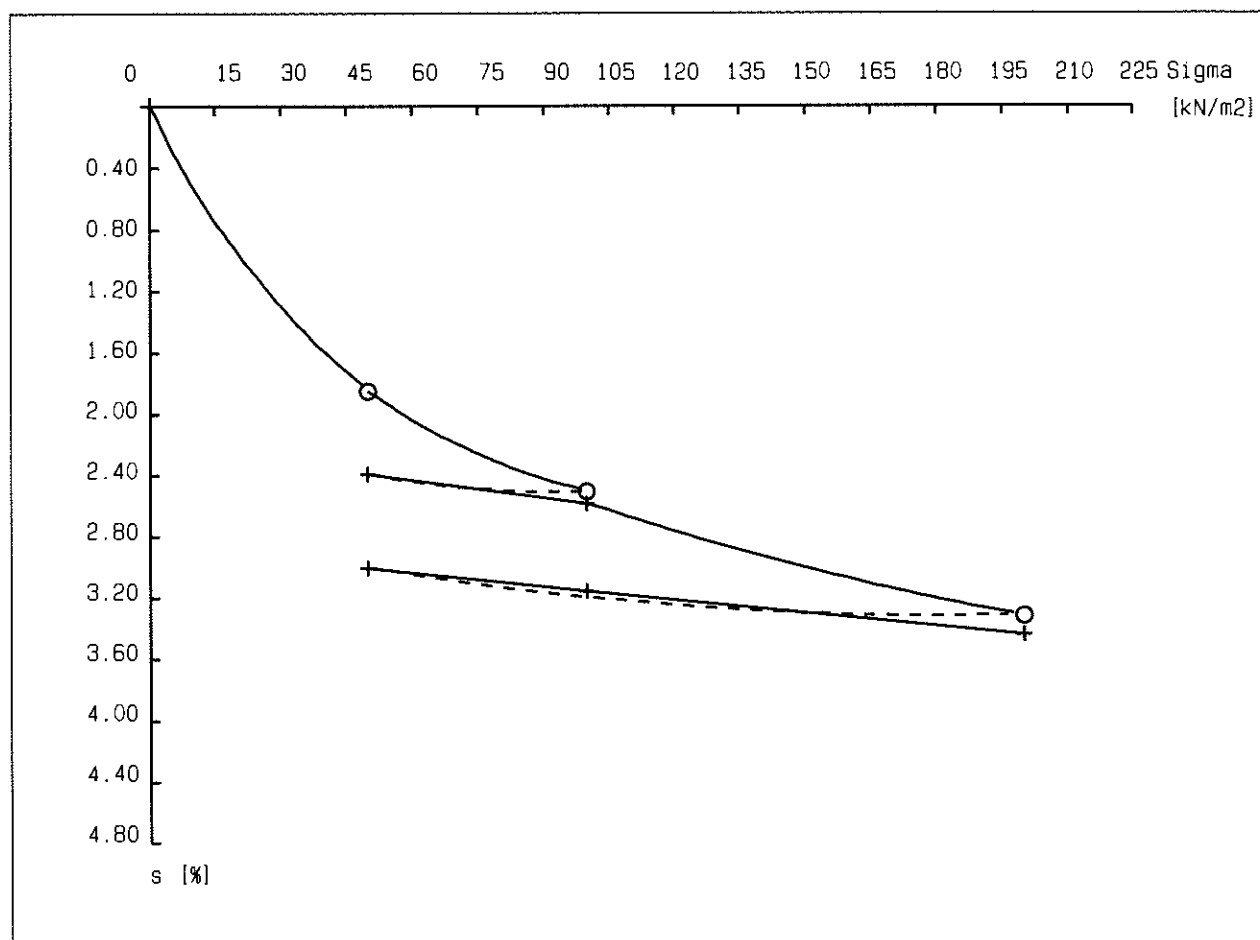
Wassergehalt 18,67 [%]
Kornanteil > 0,4mm 1,41 [%]
Wassergehalt (Anteil > 0,4mm) 5,00 [%]
Wassergehalt (Anteil < 0,4mm) 18,87 [%]

Fließgrenze w_L 21,66 [%]
Ausrollgrenze w_p 21,27 [%]
Plastizitätszahl I_p 0,39 [%]
Konsistenzzahl I_c 7,15 [1]

GHJ Ingenieurgesellschaft
 fuer Geo- und Umwelttechnik mbH & Co.KG
 76149 Karlsruhe

DRUCK - SETZUNGS - VERSUCH

BAUVORHABEN	: Neubau Hornbach Bau- und Gartenmarkt in Paderborn	DATUM	: 03.08.2016
AUSGEFUEHRT DURCH	: Ds.	ENTNAHMESTELLE	: BS 2
LABORNUMMER	: 14934	BODENART	: U, fm̄, t'
TIEFE [m]	: 0,80 - 2,40	HOEHE [cm]	: 2
DURCHMESSER [cm]	: 7	PORENVOLUMEN [%]	: 38.05
EINBAU	: GESTOERT	WASSERGEHALT VOR DEM VERSUCH [%]	: 19.94
WASSERGEHALT VOR DEM VERSUCH [%]	: 19.94	NACH DEM VERSUCH [%]	: 17.58



LASTSTUFE [kN/m²]

STEIFEZIFFER [kN/m²]

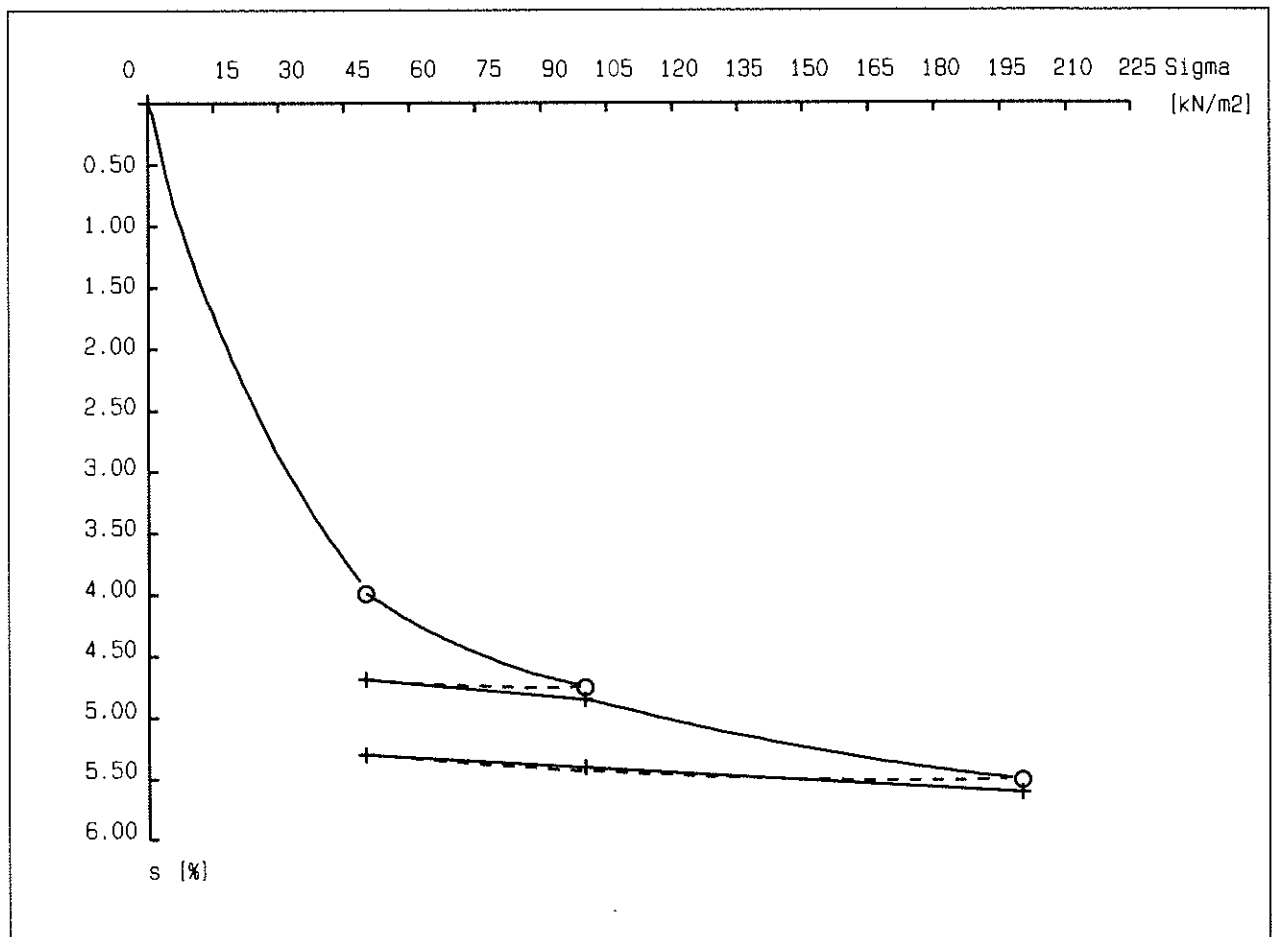
0 - 50	2700
50 - 100	7600
100 - 200	13600
50 - 100	25600 *
50 - 100	33300 *
100 - 200	34500 *

* NACH ENT- UND WIEDERBELASTUNG

GHJ Ingenieurgesellschaft
 fuer Geo- und Umwelttechnik mbH & Co.KG
 76149 Karlsruhe

DRUCK - SETZUNGS - VERSUCH

BAUVORHABEN	: Neubau Hornbach Bau- und Gartenmarkt in Paderborn	DATUM	: 03.08.2016
AUSGEFUEHRT DURCH	: Ds.	ENTNAHMESTELLE	: BS 5
LABORNUMMER	: 14956	BODENART	: U, fm̄, t'
TIEFE [m]	: 1,70 - 3,00	HOEHE [cm]	: 2
DURCHMESSER [cm]	: 7	PORENVOLUMEN [%]	: 35.86
EINBAU	: GESTOERT	WASSERGEHALT VOR DEM VERSUCH [%]	: 18.88
WASSERGEHALT VOR DEM VERSUCH [%]	: 18.88	NACH DEM VERSUCH [%]	: 16.35



LASTSTUFE [kN/m²]

STEIFEZIFFER [kN/m²]

0 - 50	1300	
50 - 100	6500	
100 - 200	15200	
50 - 100	30300	*
50 - 100	47600	*
100 - 200	47600	*

* NACH ENT- UND WIEDERBELASTUNG

Zusammenstellung der Laboratoriumsuntersuchungen														
Bauvorhaben: Neubau Hornbach Bau- und Gartenmarkt in Paderborn														(16-0295)
Labor-nummer	Bohrung Schürfe	Tiefe (m)	Bodenart	Wichte des feuchten Bodens γ_{KN}/m^3	Wasser-gehalt w %	Trocken-wichte γ_{dKN}/m^3	Poren-anteil n %	Sätti-gungs-zahl S_r %	Fließ-grenze w_L %	Ausroll-grenze w_p %	Plastizi-tätszahl I_p %	Konsi-stenzzahl I_c	Glühver-lust V_{gl} %	Kalkgeha-lt V_{Ca} %
14926	BS 1	0,25 – 0,80	Schluff, $\overline{fms}$, t'		14,3									
14927	BS 1	0,80 – 2,40	Schluff, $\overline{fms}$, t'		17,0									
14928	BS 1	2,40 – 3,10	fmSand – Schluff		17,2									
14934	BS 2	0,80 – 2,40	Schluff, $\overline{fms}$, t'		17,8									
14947	BS 4	0,30 – 0,80	Schluff, $\overline{fms}$, t'		14,1									
14948	BS 4	0,80 – 1,00	Schluff, fs , t'		15,9									
14949	BS 4	1,00 – 2,60	Schluff, $\overline{fms}$, t'		17,5				21,7	21,3	0,4	10,20		
14956	BS 5	1,70 – 3,00	Schluff, $\overline{fms}$, t'		18,6									
14965	BS 6	2,70 – 3,40	fmSand, u , fmg'		18,6				21,7	21,3	0,4	7,15		
14978	BS 9	0,25 – 1,00	Schluff, fms , t'		15,7									
14979	BS 9	1,00 – 2,50	Schluff, fms , t'		18,7									
14980	BS 9	2,50 – 3,20	Schluff, $\overline{fms}$, t'		20,1									
14981	BS 9	3,20 – 3,70	fmSand, $\overline{u}$		14,1									
14938	BS 18	5,50 – 6,00	Ton, fs , u , o'		20,2								5,4	

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 4

Neubau Hornbach Bau- u. Gartenmarkt
mit Drive-In in Paderborn

Umwelttechnische Untersuchungen

- 4.1 Probenzusammenstellung
- 4.2 Prüfbericht der SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell

Bauvorhaben: Neubau Hornbach-Markt in Paderborn
 hier: Zusammensetzung der analysierten Bodenproben
 Auftrag-Nr.: 16-0295



Zusammensetzung der analysierten Bodenproben

Proben-bezeichnung	Mischprobe aus	Material	Untersuchungsparameter
MP ObBo	BS1: 0 – 0,25 m BS3: 0 – 0,35 m BS4: 0 – 0,3 m BS5: 0 – 0,25 m BS6: 0 – 0,25 m BS7: 0 – 0,30 m BS9: 0 – 0,25 m BS10: 0 – 0,25 m BS11: 0 – 0,20 m BS15: 0 – 0,25 m BS18: 0 – 0,25 m	<u>Oberboden</u> Schluff, organisch, Pflanzenreste, Ziegelreste, schwarze Partikel, dunkelbraun bis grau	LAGA Boden, Tab. II.1.2-2 und II.1.2-3
MP Schotter	BS13: 0,03 – 0,4 m BS14: 0,02 – 0,4 m BS14: 0,4 – 0,9 m BS16: 0,01 – 0,6 m BS17: 0,02 – 0,9 m	<u>Auffüllungen</u> Kies, sandig, Ziegelreste, grau	LAGA Boden, Tab. II.1.2-2 und II.1.2-3
MP bindige Deckschicht 1	BS1: 0,25 – 0,8 m BS1: 0,8 – 2,4 m BS1: 2,4 – 3,1 m BS2: 0 – 0,2 m BS2: 0,2 – 0,8 m BS2: 0,8 – 2,4 m BS2: 2,4 – 3,2 m BS3: 0,3 – 0,8 m BS3: 0,8 – 2,4 m BS3: 2,4 – 3,2 m BS4: 0,3 – 0,8 m BS4: 0,8 – 1,0 m BS4: 1,0 – 2,6 m BS4: 2,6 – 3,1 m BS5: 0,25 – 0,7 m BS5: 0,7 – 1,7 m BS5: 1,7 – 3,0 m BS6: 0,6 – 1,0 m BS6: 1,0 – 2,7 m BS7: 0,3 – 0,8 m BS7: 0,8 – 2,0 m BS7: 2,0 – 3,0 m BS9: 0,25 – 1,0 m BS9: 1,0 – 2,5 m BS9: 2,5 – 3,2 m BS10: 0,25 – 0,8 m BS10: 0,8 – 2,0 m BS10: 2,0 – 2,9 m BS11: 0,2 – 0,8 m BS11: 0,8 – 2,0 m BS11: 2,0 – 3,2 m BS12: 0 – 0,2 m BS12: 0,2 – 0,8 m BS12: 0,8 – 2,5 m BS15: 0,25 – 0,6 m BS15: 0,6 – 2,5 m BS18: 0,25 – 0,6 m BS18: 0,6 – 1,0 m BS18: 1,0 – 1,8 m BS18: 1,8 – 2,7 m BS19: 0,5 – 1,5 m BS19: 1,5 – 2,2 m	<u>natürliche bindige Deckschicht</u> Schluff, hellbraun bis braun	LAGA Boden, Tab. II.1.2-2 und II.1.2-3
MP bindige Deckschicht 2	BS13: 0,4 – 1,0 m BS14: 0,9 – 1,0 m BS14: 1,0 – 2,0 m BS16: 0,6 – 0,9 m BS16: 0,9 – 1,5 m BS17: 0,9 – 1,5 m	<u>anthropogen beeinflusste bindige Deckschicht</u> Schluff, sandig, schwach kiesig, braun bis graubraun, Kalkgeruch	LAGA Boden, Tab. II.1.2-2 und II.1.2-3



INSTITUT FRESENIUS

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Güttinger Straße 37 D-78315 Radolfzell

GHJ Ingenieurgesellschaft für
Geo- u. Umwelttechnik mbH & Co. KG
Herrn Gantert
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe

Prüfbericht 2999515

Auftrags Nr. 3802569

Kunden Nr. 10032817

Herr Peter Breig
Telefon +49 7732/94162-30
Fax +49 89/125040640-90

Environment, Health and Safety

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Güttinger Straße 37
D-78315 Radolfzell



Radolfzell, den 06.07.2016

Ihr Auftrag/Projekt: Paderborn, Neubau Hornbach
Ihr Bestellzeichen: 16-0295
Ihr Bestelldatum: 30.06.2016

Prüfzeitraum von 01.07.2016 bis 06.07.2016
erste laufende Probenummer 160669438
Probeneingang am 01.07.2016

Sehr geehrter Herr Gantert,

nachstehend erhalten Sie die Analysenergebnisse der uns zum o.g. Projekt übersandten Probe(n).

Wir bitten Sie die Ergebnisse auszuwerten und stehen Ihnen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

SGS INSTITUT FRESENIUS

i.V. Peter Breig
Projektleiter

i.V. Hans-Georg W. Karbach
Standortleiter

Seite 1 von 7

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH | Im Malsel 14 D-65232 Taurusstein t +49 6128 744-0 f +49 6128 744-9890 www.institut-fresenius.sgsgroup.de

Geschäftsführer: Stefan Steinhardt, Aufsichtsratsvorsitzender: Dirk Hellmanns, Sitz der Gesellschaft: Taurusstein,
HRB 21543 Amtsgericht Wiesbaden

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die untersuchten Proben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung. Alle Dienstleistungen werden auf Grundlage der anwendbaren Allgemeinen Geschäftsbedingungen der SGS, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden, erbracht.
Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

Paderborn, Neubau Hornbach
16-0295

Prüfbericht Nr. 2999515
Auftrag Nr. 3802569

Seite 2 von 7
06.07.2016

Proben durch IF-Kurier abgeholt		Matrix: Boden					
Probennummer		160669438	160669439	160669440			
Bezeichnung		MP ObBo	MP Schotter	MP bindige Deckschicht 1			
Eingangsdatum:		01.07.2016	01.07.2016	01.07.2016			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode	Lab	
					-grenze		
Feststoffuntersuchungen :							
Trockensubstanz	Masse-%	88,3	95,5	85,7	0,1	DIN EN 14346	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	0,2	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
TOC	Masse-% TR	0,9	0,3	0,3	0,1	DIN EN 13137	HE
Metalle im Feststoff :							
Königswasseraufschluß						DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	4	< 2	4	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	28	19	11	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	0,3	0,3	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	19	9	25	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	12	6	9	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	9	8	14	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	70	23	39	1	DIN EN ISO 11885	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	26	130	< 10	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	< 10	11	< 10	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE
LHKW Headspace :							
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Dichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Tetrachlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Trichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg TR	-	-	-	-		HE

Paderborn, Neubau Hornbach
16-0295

Prüfbericht Nr. 2999515
Auftrag Nr. 3802569

Seite 3 von 7
06.07.2016

Probennummer		160669438	160669439	160669440			
Bezeichnung		MP ObBo	MP Schotter	MP bindige Deckschicht 1			
BTEX Headspace :							
Benzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
Toluol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
Ethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
1,2-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	DIN ISO 22155	HE
Summe Xylole	mg/kg TR	-	-	-		DIN ISO 22155	HE
Summe BTEX	mg/kg TR	-	-	-			HE
PAK (EPA) :							
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-	-	-		DIN ISO 18287	HE
PCB :							
PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-	-	-		DIN 38414-20	HE

Paderborn, Neubau Hornbach
16-0295

Prüfbericht Nr. 2999515
Auftrag Nr. 3802569

Seite 4 von 7
06.07.2016

Probennummer	160669438	160669439	160669440
Bezeichnung	MP ObBo	MP Schotter	MP bindige Deckschicht 1

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz					DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert	8,3	11,9	8,1		DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm	48	1000	71	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid mg/l	0,7	0,7	0,6	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat mg/l	1	4	1	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Cyanide, ges. mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf. mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE

Metalle im Eluat :

Arsen mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE	
Blei mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE	
Cadmium mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE	
Chrom mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE	
Kupfer mg/l	0,007	0,034	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE	
Nickel mg/l	< 0,005	0,006	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE	
Quecksilber mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	DIN EN 1483	HE	
Zink mg/l	0,01	< 0,01	0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE	

Paderborn, Neubau Hornbach
16-0295

Prüfbericht Nr. 2999515
Auftrag Nr. 3802569

Seite 5 von 7
06.07.2016

Proben durch IF-Kurier abgeholt Matrix: Boden

Probennummer 160669441
Bezeichnung MP bindige
 Deckschicht 2

Eingangsdatum: 01.07.2016

Parameter	Einheit		Bestimmungs Methode -grenze	Lab
Feststoffuntersuchungen :				
Trockensubstanz	Masse-%	83,5	0,1	DIN EN 14346 HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	0,1	0,1	DIN EN ISO 17380 HE
TOC	Masse-% TR	0,4	0,1	DIN EN 13137 HE
Metalle im Feststoff :				
Königswasseraufschluß				
Arsen	mg/kg TR	4	2	DIN EN 13657 HE
Blei	mg/kg TR	19	2	DIN EN ISO 11885 HE
Cadmium	mg/kg TR	0,2	0,2	DIN EN ISO 11885 HE
Chrom	mg/kg TR	18	1	DIN EN ISO 11885 HE
Kupfer	mg/kg TR	10	1	DIN EN ISO 11885 HE
Nickel	mg/kg TR	11	1	DIN EN ISO 11885 HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN 1483 HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2 HE
Zink	mg/kg TR	51	1	DIN EN ISO 11885 HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039 HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039 HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	0,5	DIN 38414-17 HE
LHKW Headspace :				
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155 HE
Dichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155 HE
Tetrachlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155 HE
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155 HE
Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155 HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155 HE
Trichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN ISO 22155 HE
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg TR	-		HE

Paderborn, Neubau Hornbach
16-0295

Prüfbericht Nr. 2999515
Auftrag Nr. 3802569

Seite 6 von 7
06.07.2016

Probennummer 160669441
Bezeichnung MP bindige
Deckschicht 2

BTEX Headspace :

Benzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
Toluol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
Ethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
1,2-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 22155	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,02	0,02	DIN ISO 22155	HE
Summe Xylole	mg/kg TR	-		DIN ISO 22155	HE
Summe BTEX	mg/kg TR	-			HE

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,07	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	0,07		DIN ISO 18287	HE

PCB :

PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-		DIN 38414-20	HE

Paderborn, Neubau Hornbach
16-0295

Prüfbericht Nr. 2999515
Auftrag Nr. 3802569

Seite 7 von 7
06.07.2016

Probennummer 160669441
Bezeichnung MP bindige
Deckschicht 2

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert	12,1			DIN 38404-5	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm	1390		1	DIN EN 27888	HE
Chlorid mg/l	0,7		0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat mg/l	3		1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Cyanide, ges. mg/l	< 0,005		0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf. mg/l	< 0,01		0,01	DIN EN ISO 14402	HE

Metalle im Eluat :

Arsen mg/l	< 0,005		0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei mg/l	< 0,005		0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium mg/l	< 0,001		0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom mg/l	< 0,005		0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer mg/l	0,039		0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel mg/l	0,016		0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber mg/l	< 0,0002		0,0002	DIN EN 1483	HE
Zink mg/l	< 0,01		0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTECHNIK mbH & Co. KG**

Neubau Hornbach Bau- u. Gartenmarkt
mit Drive-In in Paderborn

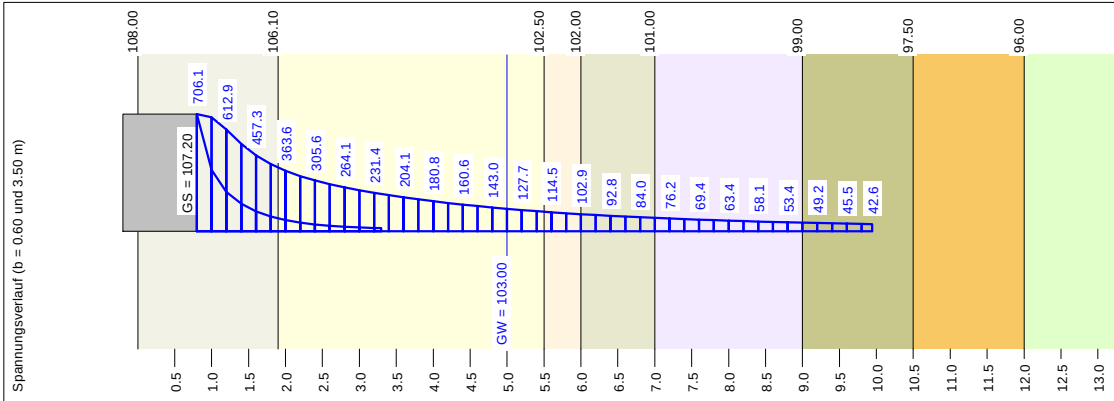
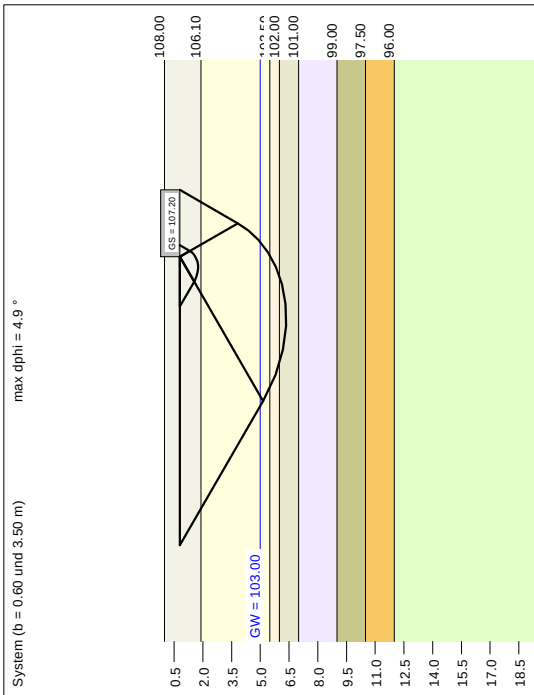
Anlage 5

Grundbruch- und Setzungsberechnungen

- 5.1 Einzelfundamente, Einbindetiefe 0,8 m
- 5.2 Streifenfundamente, Einbindetiefe 0,8 m

Einzelfundamente (quadratisch), t = 0,8 m

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	9.0	30.0	10.0	35.0	0.00	Schluff (vergütet)
	19.0	10.0	27.5	2.0	12.0	0.00	Schluff
	20.0	10.0	32.5	0.0	25.0	0.00	Feinsand
	21.0	12.0	35.0	0.0	90.0	0.00	Kies, sandig (dicht)
	21.0	12.0	35.0	0.0	60.0	0.00	Kies, sandig (mittel dicht)
	19.0	9.0	27.5	15.0	20.0	0.00	Ton, sandig (fest)
	21.0	12.0	35.0	0.0	60.0	0.00	Kies, sandig
	21.0	12.0	35.0	0.0	100.0	0.00	Kies, sandig

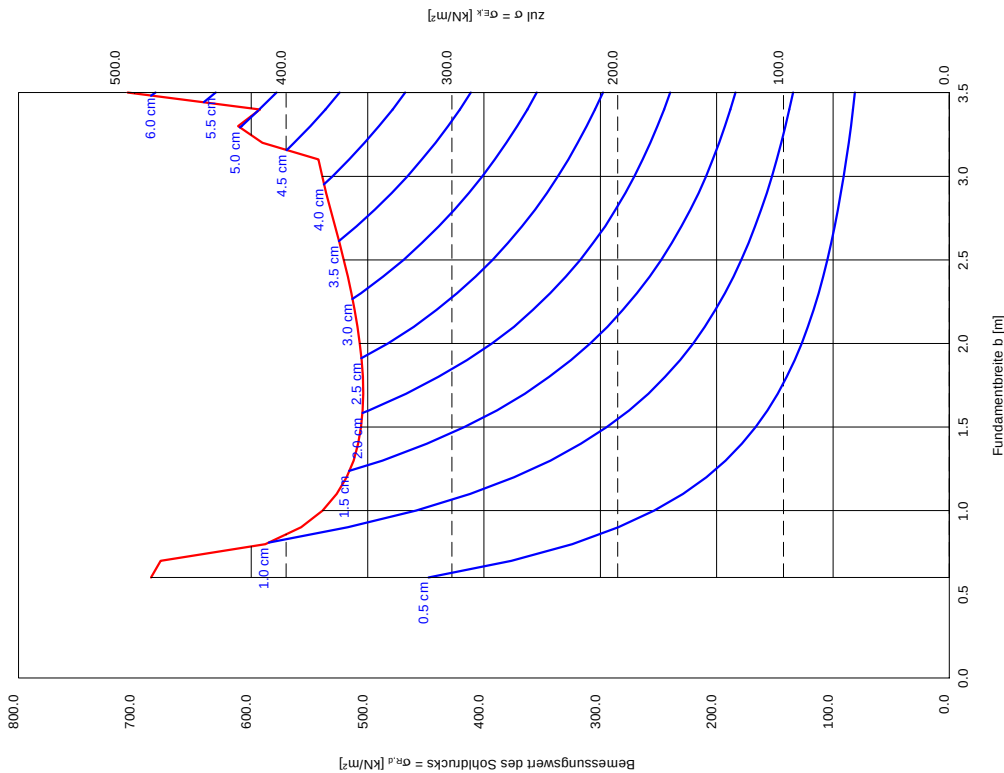


a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal ϕ	cal c	γ_2	σ_u	t_g	UK LS
0.60	0.60	686.1	247.0	481.4	0.81	30.0	10.00	19.00	15.20	3.29	1.75
0.70	0.70	677.9	332.2	475.7	0.98	29.9	9.68	19.00	15.20	3.57	1.90
0.80	0.80	587.8	376.2	412.5	0.99	29.3	7.83	19.00	15.20	3.68	2.04
0.90	0.90	557.1	451.3	391.0	1.09	29.1	7.06	19.00	15.20	3.87	2.18
1.00	1.00	538.6	538.6	378.0	1.20	28.9	6.52	19.00	15.20	4.06	2.33
1.10	1.10	526.6	637.1	369.5	1.32	28.8	6.11	19.00	15.20	4.25	2.47
1.20	1.20	518.1	746.1	363.6	1.45	28.7	5.78	19.00	15.20	4.44	2.61
1.30	1.30	512.1	865.4	359.4	1.59	28.6	5.49	19.00	15.20	4.63	2.76
1.40	1.40	508.1	995.9	356.6	1.73	28.5	5.25	19.00	15.20	4.81	2.91
1.50	1.50	505.6	1137.6	354.8	1.87	28.5	5.04	19.00	15.20	5.00	3.05
1.60	1.60	504.2	1290.8	353.8	2.03	28.4	4.85	19.00	15.20	5.21	3.20
1.70	1.70	503.8	1455.9	353.5	2.19	28.4	4.69	19.00	15.20	5.43	3.34
1.80	1.80	504.1	1633.3	353.8	2.34	28.3	4.55	19.00	15.20	5.64	3.49
1.90	1.90	505.1	1823.5	354.5	2.48	28.3	4.42	19.00	15.20	5.86	3.63
2.00	2.00	506.7	2026.8	355.6	2.63	28.2	4.30	19.00	15.20	6.07	3.78
2.10	2.10	508.7	2243.5	357.0	2.77	28.2	4.19	19.00	15.20	6.27	3.92
2.20	2.20	511.2	2474.0	358.7	2.91	28.2	4.09	19.00	15.20	6.47	4.07
2.30	2.30	514.0	2718.8	360.7	3.05	28.1	4.00	19.00	15.20	6.67	4.21
2.40	2.40	517.1	2978.3	362.9	3.19	28.1	3.92	19.00	15.20	6.88	4.36
2.50	2.50	520.4	3252.7	365.2	3.34	28.1	3.85	19.00	15.20	7.08	4.51
2.60	2.60	524.0	3542.5	367.8	3.48	28.1	3.78	19.00	15.20	7.28	4.65
2.70	2.70	527.9	3848.1	370.4	3.63	28.0	3.71	19.00	15.20	7.48	4.80
2.80	2.80	531.9	4169.9	373.2	3.78	28.0	3.65	19.00	15.20	7.68	4.94
2.90	2.90	535.8	4505.8	376.0	3.93	28.0	3.60	19.00	15.20	7.87	5.09
3.00	3.00	539.1	4851.5	378.3	4.07	28.0	3.54	18.88	15.20	8.07	5.24
3.10	3.10	542.3	5211.2	380.5	4.21	28.0	3.49	18.78	15.20	8.26	5.38
3.20	3.20	545.0	5584.0	382.7	4.36	28.0	3.44	18.68	15.20	8.45	5.52
3.30	3.30	547.6	5969.4	384.9	4.50	28.0	3.39	18.58	15.20	8.64	5.65
3.40	3.40	549.6	6356.5	387.1	4.64	28.0	3.34	18.48	15.20	8.83	5.79
3.50	3.50	551.2	6745.4	389.3	4.78	28.0	3.29	18.37	15.20	9.02	5.93
3.60	3.60	552.6	7136.1	391.5	4.92	28.0	3.24	18.27	15.20	9.21	6.07
3.70	3.70	553.9	7528.6	393.7	5.06	28.0	3.19	18.16	15.20	9.40	6.21
3.80	3.80	555.1	7922.9	395.9	5.20	28.0	3.14	18.06	15.20	9.59	6.35
3.90	3.90	556.3	8319.0	398.1	5.34	28.0	3.09	17.95	15.20	9.78	6.49
4.00	4.00	557.5	8716.9	400.3	5.48	28.0	3.04	17.85	15.20	9.97	6.63

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{E,k} / (\gamma_{G,Q}) = \sigma_{E,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{E,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [=] = 0.50

Berechnungsgrundlagen:
160295 Neubau HB Paderborn
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{G,r} = 1.40$
 $\gamma_{G,s} = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{G,Q} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{G,Q} = 1.425$
OK Gelände = 108.00 m
Gründungssohle = 107.20 m
Grundwasser = 103.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Einzelfundament (a/b = 1.00)
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
— Solldruck
— Setzungen



Streifenfundamente, $t = 0,8\text{ m}$