

**GEOTECHNISCHER
UNTERSUCHUNGSBERICHT**

290816-PAD-SBH

**BEBAUUNGSPLAN 300 – SPRINGBACH HÖFE
IN PADERBORN**

BAUGRUNDUNTERSUCHUNGEN

11. NOVEMBER 2016

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis.....	2
Anlagenverzeichnis	2
1 Allgemeine Informationen.....	3
1.1 Vorbemerkungen	3
1.2 Bearbeitungsunterlagen	4
1.3 Durchgeführte Untersuchungen.....	4
2 Darstellung und Beschreibung der geotechnischen Ergebnisse	6
2.1 Untersuchungsgebiet	6
2.1.1 Topographie, Morphologie, Nutzung.....	6
2.1.2 Geologie und Hydrogeologie	6
2.2 Bodenschichtung	7
2.3 Grundwasserstände und Sedimentdurchlässigkeit	8
3 Bewertung der geotechnischen Ergebnisse.....	9
3.1 Bodeneigenschaften.....	9
3.2 Bodengruppen und -klassen	10
3.3 Homogenbereiche.....	10
3.4 Baugrundbeurteilung bezüglich Lösbarkeit	12
4 Angaben zum Erdbau.....	13
4.1 Angaben zum Kanalbau	13
4.2 Angaben zum Straßenbau.....	14
4.3 Allgemeine Angaben	15
7 Schlusswort.....	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erschließungsgebiet B-Plan Nr. 300 Springbach-Höfe.	3
Abbildung 2: Geplante verkehrstechnische Erschließung.	3
Abbildung 3: Ausschnitt Geologische Karte 1:100.000 Blatt 4318 Paderborn, mit Untersuchungsbereich.....	6
Abbildung 4: Beispiele für den zu erreichenden Verdichtungsgrad D_{Pr}	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bodengruppen und -klassen gem. DIN 18196 und DIN 18300 (2012) sowie die Frostempfindlichkeits- bzw. Verdichtbarkeitsklassen gem. der ZTVE-StB bzw. ZTVA-StB.	10
Tabelle 2: Homogenbereich Oberboden nach DIN 18320 (2015).....	11
Tabelle 3: Homogenbereich Boden nach DIN 18300 (2015-8).....	11
Tabelle 4: Homogenbereich Fels nach DIN 18300 (2015-8).....	12

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan der Untersuchungspunkte (unmaßstäblich)	18
Anlage 2	Profile der Rammkernsondierungen	19
Anlage 3	Profile der Baggerschürfe	36
Anlage 4	Fotodokumentation Baggerschürfe.....	41

1 Allgemeine Informationen

1.1 Vorbemerkungen

Der Ausschuss für Bauen, Planen und Umwelt der Stadt Paderborn hat die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 300 "Springbach Höfe" beschlossen. Im Osten des Stadtgebietes soll südlich der Driburger Straße ein neues Baugebiet entwickelt werden. Das Plangebiet befindet sich am östlichen Ortsausgang von Paderborn und wird im nördlichen Bereich durch die Driburger Straße sowie im Süden von der Bundesstraße 64 begrenzt (Abbildung 1).



Abbildung 1: Erschließungsgebiet B-Plan Nr. 300 Springbach-Höfe.

Im Plangebiet ist eine verkehrstechnische Erschließung mit einem rasterartigen Straßennetz vorgesehen, in dem eine Trennkanalisation verlegt werden soll (Abbildung 2).

Springbach Höfe - Bebauungsplan Nr. 300

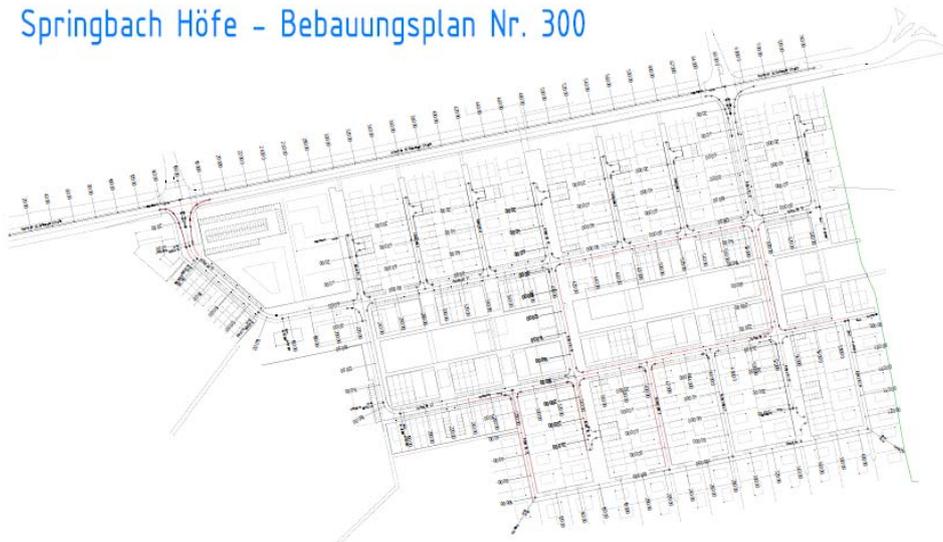


Abbildung 2: Geplante verkehrstechnische Erschließung.

Die **conTerra**[®] Geotechnische Gesellschaft mbH (Greven) wurde vom STADTENTWÄSSERUNGSBETRIEB (STEB) PADERBORN beauftragt, Bodenuntersuchungen innerhalb des geplanten Erschließungsgebietes durchzuführen und die Untergrundverhältnisse zu erkunden. Die Anzahl und Lage der Aufschlusspunkte sowie die Sondiertiefe wurde durch unser Büro nach den vorliegenden Plänen vorgeschlagen und vor Ort endgültig festgelegt.

1.2 Bearbeitungsunterlagen

Für die Ausarbeitung des Gutachtens lagen die folgenden Unterlagen vor:

- Bebauungsplan „Springbach Höfe“ - Anforderungen an die Entwässerung
- Luftbilddauswertung der Bezirksregierung Arnsberg vom 20.11.2014
- Lageplanausschnitt mit Eintragung der Aufschlusspunkte, unmaßstäblich
- Übersichtsplan, Maßstab 1:2.500
- Auszüge aus dem Kanalkataster, Maßstab 1:500
- Geotechnischer Bericht 171114-PAD-SPR vom 03.02.2015 (**conTerra**[®] GmbH)
- Geologische Karte von NRW, Maßstab 1:100.000; Blatt C 4318 Paderborn
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von NRW, Maßstab 1:100.000; Blatt C 4318 Paderborn
- Geologische Karte von NRW, Maßstab 1:25.000; Blatt C 4218 Paderborn
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von NRW, Maßstab 1:25.000; Blatt C 4218 Paderborn
- Ergebnisse der durchgeführten Bodenuntersuchungen:
Rammkernsondierungen (RKS), Baggerschürfe (BS)
- Ergebnisse der durchgeführten Laboruntersuchungen:
Bodenansprache, visuelle und manuelle Probenbeurteilung

1.3 Durchgeführte Untersuchungen

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse älterer Bodenuntersuchungen zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswasser (**conTerra**[®] Bericht 171114-PAD-SPR) wurde das frühere Untersuchungsraster (12 Rammkernsondierungen und Versuchsversuche) im Zeitraum 21.-24.10.2016 durch 15 zusätzliche Rammkernsondierungen (RKS gemäß DIN EN ISO 22475-1) sowie 7 Baggerschürfe (BS) ergänzt. Die Rammkernsondierungen wurden bis in Tiefen zwischen 0,50 m und maximal 3,00 m unter Geländeoberkante niedergebracht. Die Baggerschürfe wurden mittels Hydraulikkettenbagger (Typ Komatsu PC 210LC, 22,5 to.) in Abhängigkeit von der zur Tiefe hin rasch zunehmenden Gesteinhärte der anstehenden Mergelkalksteine bis in Tiefen zwischen 1,20 m und 2,40 m unter Geländeober-

kante ausgehoben. Die Sondierungen und Baggerschürfe wurden ingenieurgeologisch vor Ort aufgenommen. Die entnommenen Bodenproben wurden vor Ort sowie später im Erdbaulabor bodenmechanisch beurteilt.

Nach Abschluss der Feldarbeiten wurden die Aufschlusspunkte nach Lage und Höhe eingemessen. Als Bezugspunkt für das Nivellement dienten verschiedene Kanaldeckel in der Straße „Kaukenberg“ und der Driburger Straße, deren NN-Höhen aus den vom STEB zur Verfügung gestellten Plänen entnommen wurden.

Die Position der Aufschlusspunkte geht aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der durchgeführten Rammkernsondierungen sind den Bohrprofilen der Anlage 2 zu entnehmen. Die Baggerschürfe sind in Anlage 3 gemäß DIN 4023 farbig dargestellt. Anlage 4 umfasst die Fotodokumentation der Baggerschürfe.

2 Darstellung und Beschreibung der geotechnischen Ergebnisse

2.1 Untersuchungsgebiet

2.1.1 Topographie, Morphologie, Nutzung

Hinsichtlich der naturräumlichen Gliederung liegt das Untersuchungsgebiet im östlichen Münsterland an der Grenze zur Paderborner Hochfläche. Dort erhebt sich die Paderborner Hochfläche von rund 110 m NN am südlichen Stadtrand von Paderborn auf rund 255 m NN am Standortübungsplatz „Auf der Lieth“. Die Geländehöhen der untersuchten Aufschlüsse liegen bei ca. 165-204 m NN, wobei die Oberfläche des Geländes von Osten nach Westen abfällt. Das Plangebiet wird aktuell landwirtschaftlich als Ackerfläche genutzt.

2.1.2 Geologie und Hydrogeologie

Geologisch betrachtet liegt das untersuchte Gelände am östlichen Rand der Münsterländer Kreidebucht, wobei die Morphologie und Topographie von kreidezeitlichen Ablagerungen bestimmt wird. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Mergelkalksteine aus dem Coniac (*schloenbachi*-Schichten). Diese Schichten stehen im Bebauungsplangebiet direkt unterhalb einer dünnen Mutterbodenschicht an, wobei sie an ihrer Oberfläche meistens zu einem Residualsediment (Schluffe mit Steinen bzw. verlehnte Steine) verwittert sind.

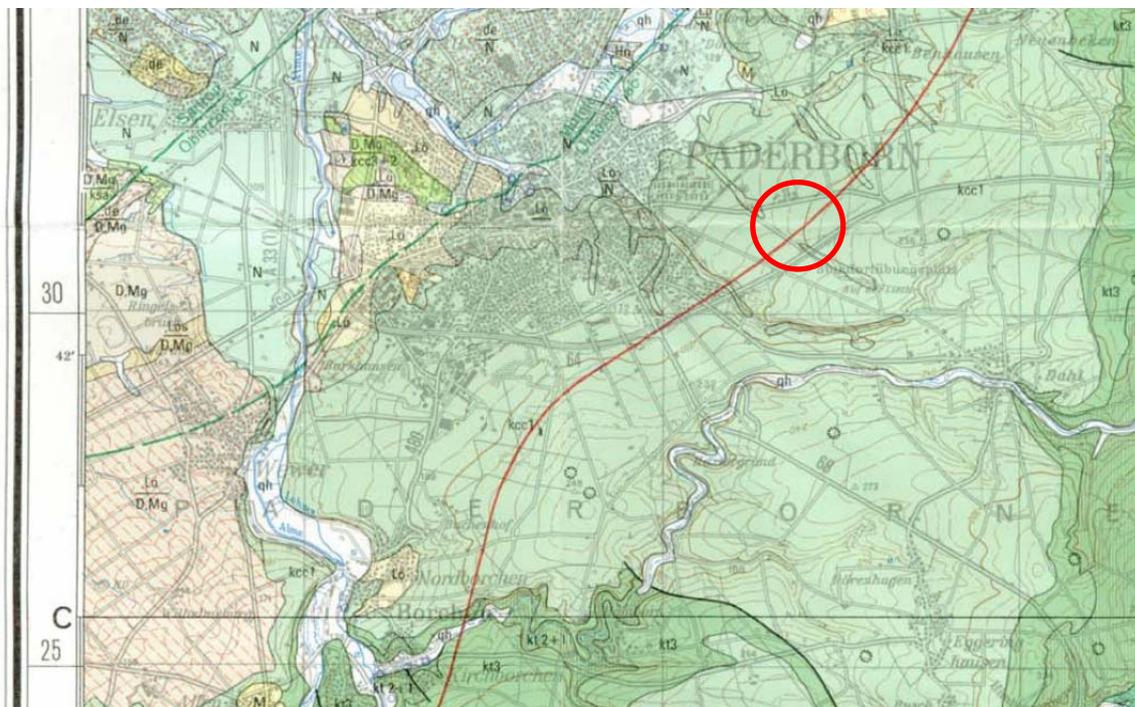


Abbildung 3: Ausschnitt Geologische Karte 1:100.000 Blatt 4318 Paderborn, mit Untersuchungsbereich.

Im Bereich des Springbaches (RKS 17) werden die Mergelkalksteine von holozänen Auenablagerungen überdeckt. Generell stellen solche Flussablagerungen eine heterogene Folge aus sich lateral ineinander verzahnenden Schichten dar, die kleinräumig sowohl in der Mächtigkeit als auch der Kornzusammensetzung stark schwanken können.

Die hydrogeologische Situation im Untersuchungsgebiet wird durch die geklüfteten und stark verkarsteten kreidezeitlichen Schichten geprägt. Der oberflächennahe Abfluss des Niederschlagswassers erfolgt über verschiedene kleinere Bachläufe und über die Pader.

2.2 Bodenschichtung

Nach den durchgeführten Rammkernsondierungen und Baggerschürfen ist im Bebauungsplangebiet eine 0,10-0,50 m mächtige Mutterbodenschicht vorhanden. Der Mutterboden ist entsprechend seines Unterlagers vorwiegend als humoser steiniger Lehm anzusprechen. Im Bereich des Baggerschurfes BS 4 wurden zwei Mutterbodenschichten angetroffen. Offensichtlich wurde hier auf den anstehenden lehmigen Mutterboden ein sandiger stark humoser Oberboden aufgebracht.

Unter der Mutterbodenschicht folgen flächendeckend Mergelkalksteine aus der Oberkreide (Coniac). Die Schichten sind durch tektonische Vorgänge schwach geneigt und fallen mit etwa 10° nach Nordwesten ein. Sedimentologisch handelt es sich bei den Mergelkalksteinen um einen kalkig gebundenen feinkristallinen Biomikrit, mit wechselnden, meist aber nur schwach feinsandigen Anteilen. An ihrer Oberfläche weisen die Mergelkalksteine nur selten (BS 2) einen charakteristischen Verwitterungshorizont in Form eines steinigen, tonigen Schluffes auf. Ansonsten ist das beim Lösen mittels Bagger anfallende Aushubmaterial entsprechend seiner engständigen Klüftung korngrößenanalytisch als Gemisch aus schwach schluffigen und tonigen, sandig-kiesigen Steinen zu bezeichnen. Die Steine sind dünnplattig, mürbe bis stark mürbe und klüftig. Die Schicht- und Klüftflächen sind oft mit einem gelben Verwitterungslehm gefüllt.

Zur Tiefe hin nimmt der Verwitterungsgrad der Mergelkalksteine rasch ab und die Gesteinsfestigkeit zu, so dass mit den Aufschlussverfahren der Rammkernsondierung schon bald kein weiterer Sondierfortschritt mehr zu erzielen, war. Nach den Ergebnissen der Baggerschürfe folgen unter dem bis maximal 1,30 m reichenden Verwitterungshorizont schwach verwitterte bis angewitterte Mergelkalksteine. Das klüftige Gestein sondert dünnplattig bis dickplattig ab und ist mürbe bis hart. Die Schicht- und Klüftflächen sind meist nur sehr schwach mit einem Verwitterungslehm gefüllt und z.T. sogar schlufffrei.

Da die Schürfe BS 1-5 mit einem zahnlosen Grabenräumlöffel ausgehoben wurden, war hier kein tieferer Aufschluss in die dickplattigen Mergelkalksteine möglich. In den Schürfen BS 6 und BS 7 wurde zusätzlich ein Tieflöffel mit Reißzähnen eingesetzt. Hier konnten auch die dickplattigen harten Mergelkalksteine ohne Probleme gelöst werden.

Unabhängig davon ist nicht auszuschließen, dass unterhalb der im Zuge der Untersuchungen erreichten Tiefen bankige und somit nur schwer zu lösende Kalksteinschichten anstehen. Dies kann jedoch nur im Einzelfall vor Ort oder durch aufwendige Aufschlussbohrungen definiert werden.

Im Bereich der durch markante Geländestufen gegliederten Aue des Springbaches wurden die drei Rammkernsondierungen RKS 17-19 durchgeführt. Typische Auenablagerungen wurden jedoch nur in der RKS 17 in Form kiesig-sandiger Schluffe erbohrt. Im Bereich der nur wenig höher liegenden RKS 18 und RKS 19 stehen dagegen schon in geringer Tiefe verwiterte Mergelkalksteine an. Offensichtlich ist die Terrasse des Springbaches als schmale Rinne mit steilen Erosionskanten in die Mergelkalksteine eingeschnitten.

Eine detaillierte Darstellung der Schichtenfolge ist den Profilen der Rammkernsondierungen der Anlage 2 zu entnehmen.

2.3 Grundwasserstände und Sedimentdurchlässigkeit

Zum Zeitpunkt der Bodenuntersuchungen wurde an keinem Aufschlusspunkt bis zur jeweiligen Erkundungstiefe Grundwasser angetroffen. Aufgrund der festgestellten Schichtenfolge ist in niederschlagsreichen Jahreszeiten generell jedoch lokal und temporär mit Staunäsebildungen an der Geländeoberfläche zu rechnen. Zudem ist nach länger anhaltenden Niederschlägen im Bereich der Aue des Springbaches von lokalen Überflutungen und Staunäse auszugehen. Ein geschlossener Grundwasserkörper ist erst in größeren Tiefen innerhalb der geklüfteten und verkarsteten Festgesteine entwickelt.

Hinsichtlich der Beurteilung der Untergrunddurchlässigkeit und die Möglichkeit zur Versickerung von Niederschlagswasser wird auf die Ergebnisse der älteren Untersuchungen und die Angaben im Bericht 171114-PAD-SPR vom 03.02.2015 verwiesen. Danach ist grundsätzlich eine dezentrale Versickerung des im Plangebiet anfallenden Niederschlagswassers möglich. Als Versickerungsbauwerke kommen kombinierte Mulden-Rigolen-Systeme in Betracht, deren Sohlen bis auf die geklüfteten bzw. verkarsteten Kalkmergelsteine reichen.

3 Bewertung der geotechnischen Ergebnisse

3.1 Bodeneigenschaften

Zur Bestimmung der bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Böden wurden die gestört entnommenen Bodenproben im Labor visuell und manuell beurteilt.

Sowohl der autochthone steinig-lehmige Mutterboden als auch der im Bereich des Schurfes BS 4 im mittleren Teil des Bebauungsplangebietes punktuell angetroffene und offensichtlich aufgefüllte sandige Mutterboden (Bodengruppe OH gem. DIN 18196) ist wegen des hohen Humus- bzw. Organikgehaltes nicht tragfähig. Mutterboden ist generell wasserempfindlich, wasserhaltend, kaum verdichtungsfähig (Verdichtbarkeitsklasse V3 gem. ZTVA-StB) sowie frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2 ZTVE-StB).

Da in keinem der aufgeschlossenen Profile mineralische Fremdbestandteilen angetroffen oder auf schädliche Bodenverunreinigungen hinweisende organoleptisch-visuelle Auffälligkeiten festgestellt wurden, konnte auf die Durchführung chemischer Analysen für das Mutterbodenmaterial verzichtet werden. Auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen ergaben sich keinerlei Hinweise für das Vorhandensein schädlicher Bodenverunreinigungen oder Altlasten.

Die bei RKS 17 angetroffenen Auenschluffe (Bodengruppe UL gemäß DIN 18196) sind nicht aufgeweicht, sondern liegen in einer steif-halbfesten Konsistenz vor. Unabhängig von ihrer derzeitigen Zustandsform reagieren sie wegen ihres sehr hohen Feinkornanteils und der damit verbundenen bindigen Eigenschaften äußerst empfindlich auf eine Veränderung des Wassergehaltes. Bereits bei geringer Erhöhung des Wassergehaltes gehen sie rasch in eine weiche oder gar breiige Konsistenz über. Eine Verdichtung der Schluffe ist ausschließlich im erdfeuchten Zustand mit knetendem bzw. walkenden Gerät (Schafffußwalze, o.ä.) möglich. Bei höheren Wassergehalten führt insbesondere dynamische Vibrationsenergie dagegen zu einer Störung des Gefüges bis hin zur Verflüssigung (Verdichtbarkeitsklasse V3 gem. ZTVA-StB). Bei Wasserentzug oder Frosteinwirkung besitzen die Schluffe dagegen starke Schrumpfungseigenschaften und werden daher der Frostempfindlichkeitsklasse F3 gemäß ZTVE-StB zugeordnet. Aufgeweichte Schluffe können durch eine Bodenverbesserung mit Kalk einbaufähig aufbereitet und dann in Lagenstärken von 20-30 cm eingebaut werden.

Die entnommenen Proben der Auenschluffe erwiesen sich bei der organoleptisch-visuellen Bodenansprache als durchweg unauffällig. Da keine fremdartigen Gerüche oder auf Bodenverunreinigungen hinweisende Bodenverfärbungen festgestellt wurden, konnte auf die Durchführung chemischer Analysen für die Auenschluffe verzichtet werden. Auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen ergaben sich keinerlei Hinweise für das Vorhandensein schädlicher Bodenverunreinigungen oder Altlasten.

Die verwitterten Mergelkalksteine können in Abhängigkeit der sich beim Lösen einstellenden Stückigkeit (ca. 0/100 bis 0/200 mm) im erdfeuchten Zustand zur Verfüllung von Leitungsgräben und für Geländeauffüllungen auch im Bereich späterer Straßentrassen verwendet und lagenweise verdichtet eingebaut werden. Bei höheren Lehmantteilen kann jedoch in Abhängigkeit der bauzeitigen Witterung der Einbau mittels Schafffußwalze oder sogar eine Bodenverbesserung erforderlich werden.

Die schwach verwitterten Mergelkalksteine können als Stein-/Felsschüttung verwendet oder alternativ mit geeigneten Verfahren (mobile Brechanlage, Separator) mechanisch aufbereitet werden.

Die verwitterten und angewitterten Mergelkalksteine bestehen vollständig aus natürlichem Material in weitestgehend ungestörter Lagerung. Mineralische Fremdbestandteile wurden nicht festgestellt. Alle entnommenen Proben erwiesen sich bei der organoleptisch-visuellen Bodenansprache als durchweg unauffällig, so dass auf die Durchführung chemischer Analysen für die Mergelkalksteine verzichtet werden konnte. Auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen ergaben sich keinerlei Hinweise für das Vorhandensein schädlicher Bodenverunreinigungen oder Altlasten.

3.2 Bodengruppen und -klassen

Die Zuordnung der angetroffenen Bodenarten in Bodengruppen gemäß DIN 18196 und in Bodenklassen gemäß DIN 18300 (2012) ist in der folgenden Tabelle 1 zusammengefasst. Bei Wasserzutritt können sämtliche Böden der Bodenklasse 4 in den fließfähigen Zustand und somit in die Bodenklasse 2 übergehen.

Tabelle 1: Bodengruppen und -klassen gem. DIN 18196 und DIN 18300 (2012) sowie die Frostempfindlichkeits- bzw. Verdichtbarkeitsklassen gem. der ZTVE-StB bzw. ZTVA-StB.

Bodenart	Bodengruppe gem. DIN 18196	Bodenklasse gem. DIN 18300 (2012)	Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB	Verdichtbarkeitsklasse gem. ZTVA-StB
Mutterboden Sand, verlehmt, humos	OH	1	F2	V3
Schluff feinsandig, z.T. kiesig	UL	4 (2, bei $I_c < 0,5$)	F3	V3
Mergelkalkstein stark verwittert bis verwittert, verlehnte Klüfte	GU/GU*	5	F3	V3
Mergelkalkstein schwach verwittert/angewittert		6	-	-
Mergelkalkstein bankig, geklüftet		7	-	

3.3 Homogenbereiche

Im Hauptausschuss Tiefbau (HAT) des Deutschen Vergabe- und Vertragsausschusses für Bauleistungen (DVA) wurde beschlossen, in allen Tiefbaunormen der VOB/C, welche einen Bezug zum Baugrund haben, die jahrzehntelang geltende Klassifizierung der Boden- und

Felsklassen durch sogenannte Homogenbereiche abzulösen und dadurch eine einheitliche Beschreibung des Baugrundes einzuführen. Mit Erscheinen der VOB/C im September 2015 ist diese auch gültig und sofort bei Ausschreibungen zu berücksichtigen.

Die in der gültigen Fassung der VOB/C enthaltene ATV DIN 18300 "Erdarbeiten" wurde fachtechnisch überarbeitet. Die Norm gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden und Fels. Sämtliche bisher im Abschnitt 3 definierten Haupt- und Nebenleistungen, welche in die Bereiche der DIN 18320 "Landschaftsbauarbeiten", DIN 18306 "Entwässerungskanalarbeiten", DIN 18307 "Druckrohrleitungsarbeiten außerhalb von Gebäuden" und DIN 18322 "Kanalleitungstiefbauarbeiten" fallen, wurden in dieser Norm gestrichen. Die aktuelle DIN 18300 enthält daher nur noch reine Erdbauleistungen.

Für die geplante Ausschreibung der Erdbauarbeiten für die Erschließungsmaßnahme werden die in den vorgenannten Untersuchungen erkundeten Bodenschichten in Homogenbereiche eingeteilt. Die nachfolgenden Homogenbereiche wurden anhand der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen sowie aufgrund vorliegender Erfahrungswerte abgegrenzt.

Tabelle 2: Homogenbereich Oberboden nach DIN 18320 (2015)

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich	
	A	
Ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden	
Bodengruppe DIN 18196	OH	
Bodengruppe DIN 18915	1-2 und 4	
Steine/Blöcke	0-2 %	
Steine/Blöcke	0-2 %	
Große Blöcke	0 %	

Tabelle 3: Homogenbereich Boden nach DIN 18300 (2015-8)

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich	
	B	C
Korngrößenverteilung	U, fs' (z.T. t)	G, s, u-u*
Anteil an Steinen	0-5 %	40-95 %
Anteil an Blöcken	1 %	0-5 %
Anteil an großen Blöcke	0-1 %	0-2 %
Dichte	17,0-19,0 kN/cm ³	20,0-22,0 kN/cm ³
Scherfestigkeit	10-30 kN/m ²	n.b.
Wassergehalt	n.u.	n.u.
Konsistenzzahl	1,00-1,25 (steif-halbfest)	n.b.
Plastizitätszahl	n.u.	n.b.
Lagerungsdichte	mitteldicht-dicht	sehr dicht
Organischer Anteil	0-5 %	< 2 %
Bodengruppe	UL	GU, GU*
Ortsübliche Bezeichnung	Auenlehm	verwitterter Mergelkalkstein
n.e.nicht erforderlich	n.b. nicht bestimmbar	n.u.nicht untersucht

Tabelle 4: Homogenbereich Fels nach DIN 18300 (2015-8)

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich	
	D	E
Ortsübliche Bezeichnung	schwach verwitterter Mergelkalkstein	angewitterter Mergelkalkstein
Benennung Fels	Wechselagerung aus Mergelkalkstein und Kalkstein	Wechselagerung aus Kalkstein und Mergelkalkstein
Verwitterung, Veränderungen und Veränderlichkeit	schwach verwittert, mäßig bis stark veränderlich	angewittert, nicht bis mäßig veränderlich
Trennflächenrichtung	geschichtet	geschichtet
Trennflächenabstand	Schichten dünnplattig bis mittelplattig; eng- bis mittelständig geklüftet	Schichten dünnplattig bis dickplattig; mittel- bis weitständig geklüftet
Gesteinskörperform	tafelförmig	tafelförmig

3.4 Baugrundbeurteilung bezüglich Lösbarkeit

Der Mutterboden/Oberboden ist leicht lösbar, z.T. aber steinig. Die Verwitterungslehme sind mittelschwer lösbar und steinig. Die stark verwitterten Mergelkalksteine sind verlehmt und zu einem steinigen schwer lösbareren Boden zersetzt. Die schwach verwitterten Mergelkalksteine sind leicht lösbarer Fels. In größeren Tiefen über 2,50 m können bankige Mergelkalksteine anstehen, die nur schwer lösbar sind (Felsklasse 7 gemäß DIN 18300; 2012).

Der genaue Anteil kann nur örtlich beim Lösen bestimmt werden und sollte bei der Ausschreibung mit ca. 25 % der Massen > 2,50 m Tiefe berücksichtigt werden. Ein Lösen ist bei Einsatz von entsprechend leistungsfähigem Geräte möglich, da genügend Trennflächen vorhanden sind. Zum Lösen von bankigem angewitterten Kalkstein kann ein zusätzlicher Einsatz von Meißeln erforderlich werden

4 Angaben zum Erdbau

4.1 Angaben zum Kanalbau

Nach derzeitigem Kenntnisstand plant der Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn die Verlegung von Schmutzwasser- und Regenwasserkanälen. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse werden die Rohrsohlen der geplanten Kanaltrasse bei einer frostfreien Sohltiefe von mindestens 1,00 m u. GOK durchweg innerhalb von ausreichend tragfähigen verwitterten Mergelkalksteinen liegen.

Ein Grundwassereinfluss ist weder bauzeitig noch später gegeben. Anfallendes Tag- und Schichtenwasser dürfte weitestgehend rückstaufrei innerhalb der geklüfteten Mergelkalksteine versickern, kann aber auch über eine offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf abgeführt werden.

Die Sicherung der Kanalbaugruben ist in Abhängigkeit der Verlegetiefe und der anstehenden Bodenschichten auszuführen. Die Leitungsgräben können bis in eine Tiefe von 1,25 m ohne besondere Sicherung senkrecht ausgehoben werden. Bei tieferen Gräben können die Kanalgrabenflanken unter einem Winkel von maximal 80° im Fels abgeböscht werden. Dieser Winkel stellt einen Maximalwert dar. Bei Einflüssen, die sich negativ auf die Standsicherheit der Böschungen auswirken können - z.B. zur Baugruben hin fallende Schichten, Klüfte und Verwerfungen sowie der Zufluss von Schichtenwasser, etc. - sind geringere als die genannten Böschungswinkel einzuhalten. Steilere oder höhere Böschungen sind dagegen durch einen vertikalen Verbau zu sichern.

Die anstehenden Mergelkalksteine sind sehr gut tragfähig, jedoch kann die Kanalgrabensohle in diesen Festgestein nicht eben hergestellt werden. Es ist daher der Einbau einer Rohrbettung aus verdichtungsfähigem rolligen Bodenmaterial erforderlich. Sollten abweichend von den erkundeten Verhältnissen auf Höhe der Rohrsohle aufgeweichte oder locker gelagerte Böden angeschnitten werden, so sind diese auszuheben und durch verdichtungsfähiges Material (z.B. Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppe GW gem. DIN 18196 oder Schotter 0/45 gem. TL SoB-StB) zu ersetzen, wobei der Bodenaustausch mindestens 0,30 m betragen sollte. Weiche oder durch bauzeitige Niederschläge aufgeweichte bzw. eingeflossene Böden sind ebenfalls auszuheben und zu ersetzen. Das Austauschmaterial ist ordnungsgemäß zu verdichten, wobei ein Verdichtungsgrad von $\geq 97\%$ der einfachen Proctordichte erreicht werden sollte. Bei der Verlegung der Rohre ist eine punktförmige Auflagerung der Rohrmuffen zu vermeiden. Die nach ZTVE-StB erforderlichen Verdichtungsgrade für die Kanalgrabenfüllung sind der folgenden Abbildung 4 zu entnehmen.

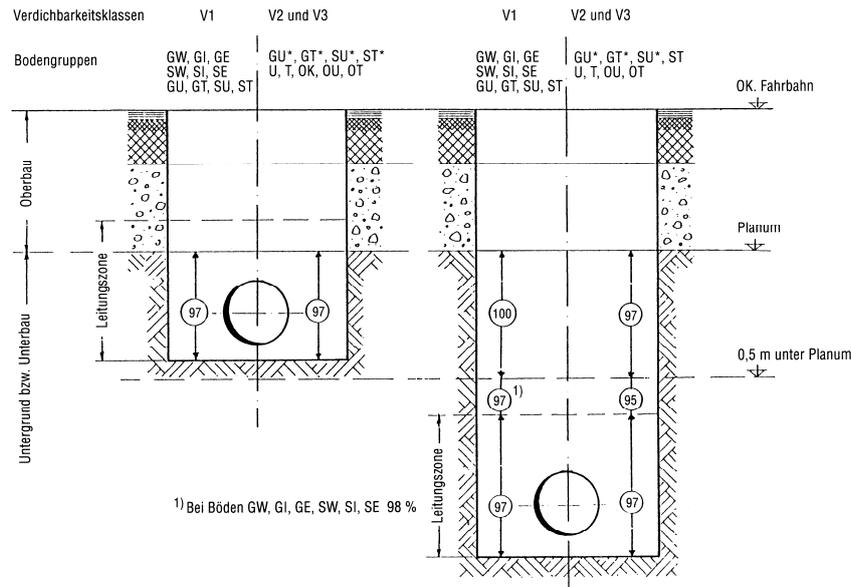


Abbildung 4: Beispiele für den zu erreichenden Verdichtungsgrad D_{Pr} .

4.2 Angaben zum Straßenbau

Der im Bereich der geplanten Straßentrassen anstehende Mutterboden ist vor Baubeginn zu entfernen. Die unter dem Mutterboden folgenden Verwitterungsböden sind bei Wasserzutritt und bei dynamischen Beanspruchungen stark aufweichungsgefährdet. Unter Berücksichtigung einer je nach Jahreszeit möglicherweise vorhandenen Durchfeuchtung der oberflächennahen Bodenschichten (ungünstige Wasserverhältnisse gem. ZTVE-StB) ist zur Gewährleistung der Befahrbarkeit des Erdplanums und für den Einbau weiterer Konstruktionsschichten ggf. eine Bodenverbesserung (Einfräsen von Weißfeinkalk, Kalkhydrat oder Mischbindemittel aus Kalk und Zement) erforderlich. Zur Vermeidung von Aufweichungen darf das Planum nur bei trockener frostfreier Witterung befahren bzw. angegriffen werden. Spurrinnen sind in jeden Fall zu vermeiden. Die Bodenmaterialien der weiteren Konstruktionsschichten (Frostschutz- und Schottertragschicht) sind nur im „Vor-Kopf-Verfahren“ einzubauen.

Der im Zuge von Straßenbauarbeiten erforderliche Verformungsmodul E_{V2} von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ dürfte auf den Planumböden bei trockener Witterung zu erreichen sein. Gegebenenfalls sind auch hier Maßnahmen zur Bodenverbesserung (Einfräsen von Weißfeinkalk, Kalkhydrat oder Mischbindemittel aus Kalk und Zement) durchzuführen.

Nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) muss ein frostsicherer Aufbau in Abhängigkeit der anstehenden Böden in einer Mindeststärke gewährleistet werden. Im vorliegenden Fall sind die auf Höhe des freizulegenden Erdplanums anstehenden Böden in die Frostepfindlichkeitsklasse F3 gemäß ZTVE-StB zu stellen. Für entsprechende Böden ist in der Frosteinwirkungszone I in Abhängigkeit der Belastungsklasse der Straße ein frostsicherer Aufbau in einer Mindeststärke von 50 cm erforderlich. Da die Straßentrassen aufgrund der morphologischen Verhältnisse in Teilbereichen ohnehin aufgefüllt werden soll, sollten für die oberen Lagen der Auffüllungen (0,50 m) zweckmäßigerweise

nur gut durchlässige frostsichere und verdichtungsfähige Bodenmaterialien eingesetzt werden. Hierfür kommen insbesondere Kiese und Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GE, GI und GW, Sande und Sand-Kies-Gemische der Bodengruppen SE, SI und SW, Gemische aus Splitt und Brechsand der Körnungen 0/5 bis 0/32 und Gemische aus Schotter, Splitt und Brechsand der Körnungen 0/45 und 0/56 in Betracht.

Wie bei nicht ausreichenden Tragfähigkeiten des Planums zu verfahren ist, kann erst im Zuge der laufenden Baumaßnahme entschieden werden. Prinzipiell ist ein Bodenaustausch, der Einbau einer Stabilisierungsschicht (ggf. mit Einsatz von Geotextilien und/oder Geogittern) oder eine Bodenverbesserung bzw. Bodenverfestigung denkbar. Eine Entscheidung sollte hier auf Basis wirtschaftlicher und technischer Belange erfolgen, wenn bekannt ist, welche Ausdehnung entsprechend schlecht tragfähige Bereiche haben.

4.3 Allgemeine Angaben

Nach derzeitigem Kenntnisstand soll das geplante Baufeld für die Erschließungsstraßen noch möglichst bis Ende 2016 vom Mutterboden beräumt werden, um das Einfinden potenzieller Bodenbrüter zu unterbinden.

Gegen eine entsprechende Baufeldräumung bestehen aus fachgutachterlicher Sicht grundsätzlich keine Bedenken. Unter Berücksichtigung der morphologischen Verhältnisse ist jedoch zu beachten, dass durch die jahreszeitlich zu erwartende nasse Witterung - insbesondere zur Zeit der Schneeschmelze im Frühjahr - die Möglichkeit von Bodenerosionen bzw. Massenumlagerungen in den linienhaft in das Gelände einschneidenden Straßentrassen besteht. Des Weiteren können die auf dem freigelegten Erdplanum anstehenden feinkornreichen Böden hinsichtlich ihrer Konsistenz nachteilig verändert werden.

Sollte die Baufeldberäumung noch vor Winterbeginn durchgeführt werden, so muss durch geeignete bauliche Maßnahmen (z.B. Sperrriegel aus Boden) ein lateraler Bodentransport insbesondere innerhalb der Ost-West verlaufenden Hauptachsen verhindert werden.

7 Schlusswort

Im vorliegenden Bericht wurden die Untergrundverhältnisse auf der Basis von Ergebnissen punktueller Sondierungen und Baggerschürfe beschrieben. Diese geben die Untergrundverhältnisse im unmittelbaren Bereich des jeweiligen Aufschlusspunktes wieder.

Geologisch bedingt können sich Abweichungen hinsichtlich der Schichtmächtigkeiten sowie der Tiefenlage von Schichtgrenzen ergeben. Ferner können lokal auch Bodenschichten vorhanden sein, die im vorliegenden Bericht nicht beschrieben wurden. In solchen Fällen ist der Baugrundsachverständige mit einer Begutachtung der örtlichen Verhältnisse und ggf. einer Präzisierung der Gründungsempfehlungen zu beauftragen.

Sollten sich bei der weiteren Planung Fragen ergeben, die im vorliegenden Bericht nicht oder abweichend erörtert wurden, ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Ferner ist der Gutachter bei generellen Änderungen der Planungen ergänzend hinzuzuziehen.

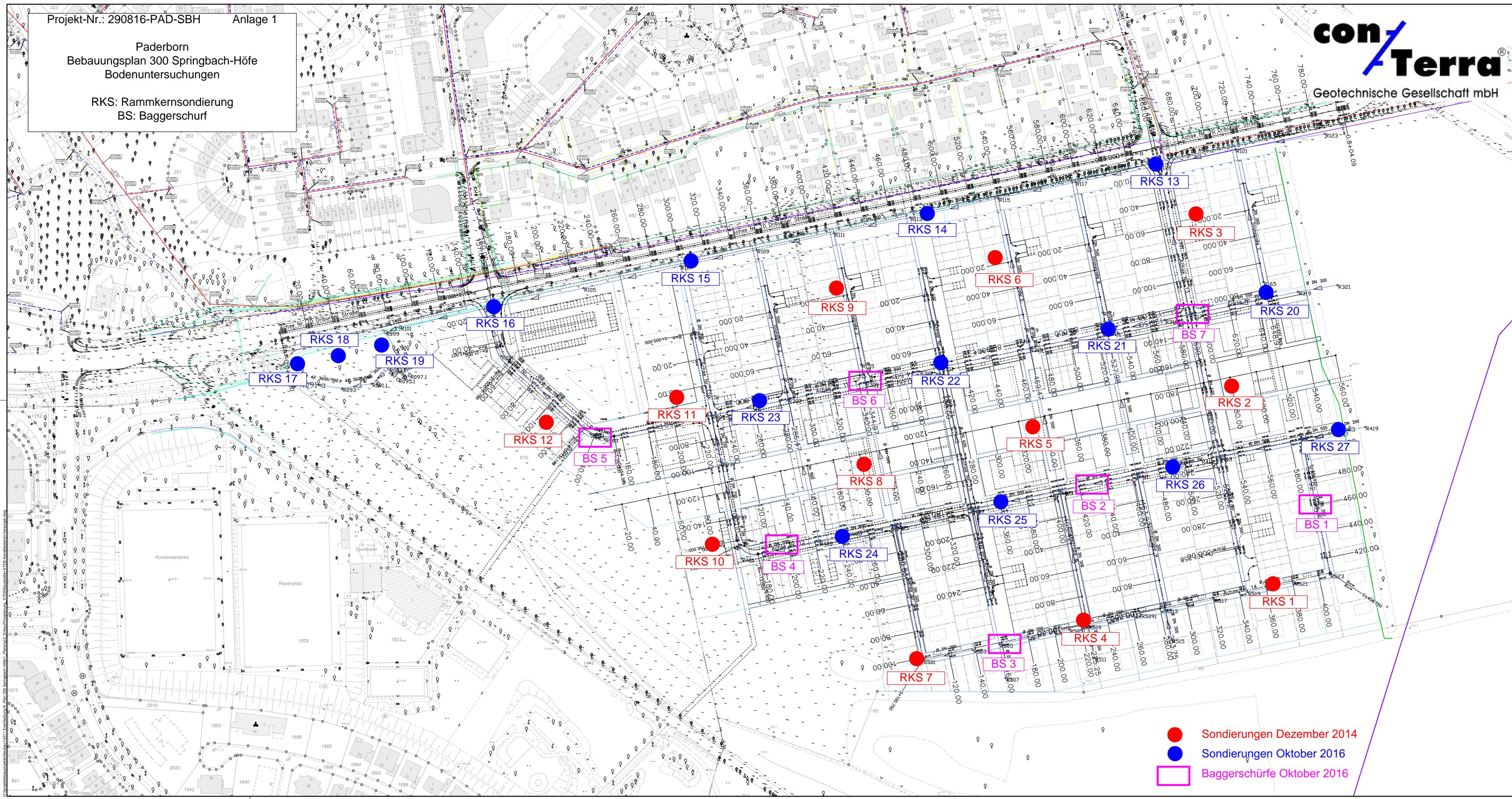
conTerra® Geotechnische Gesellschaft mbH



Dipl.-Geol. M. Berndt



Geotechnische Gesellschaft mbH
Schützenstrasse 65; 48268 Greven
Tel.: 02571-952855; Fax: 02571-952858



- Sondierungen Dezember 2014
- Sondierungen Oktober 2016
- Baggerschürfe Oktober 2016

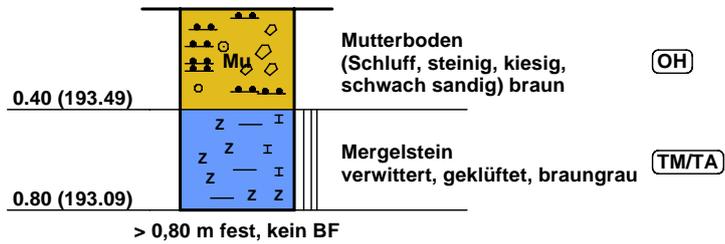
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.13

Höhe in m NN



RKS 13

193,89 m



Legende Rammkernsondierungen

halbfest - fest	Mutterboden	Kies	Schluff
Steine	Sand	Mergelstein	

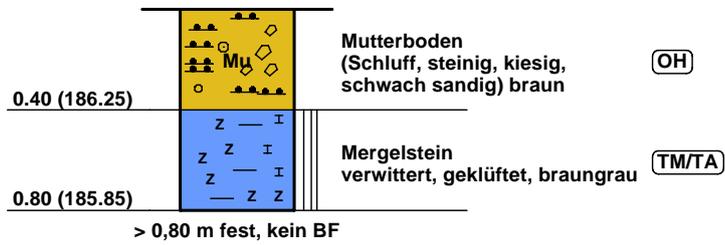
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.14

Höhe in m NN



RKS 14

186,65 m



Legende Rammkernsondierungen

halbfest - fest	Mutterboden	Kies	Schluff
	Steine	Sand	Mergelstein

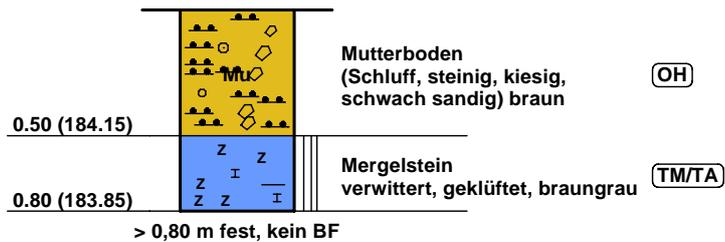
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.15

Höhe in m NN

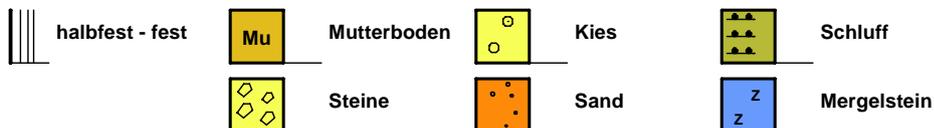


RKS 15

184,65 m



Legende Rammkernsondierungen



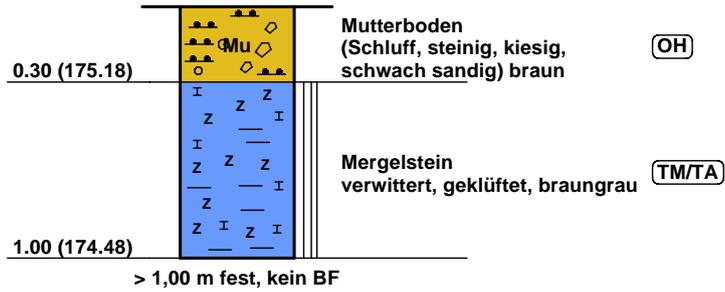
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.16

Höhe in m NN



RKS 16

175,48 m



Legende Rammkernsondierungen

halbfest - fest	Mutterboden	Kies	Schluff
Steine	Sand	Mergelstein	

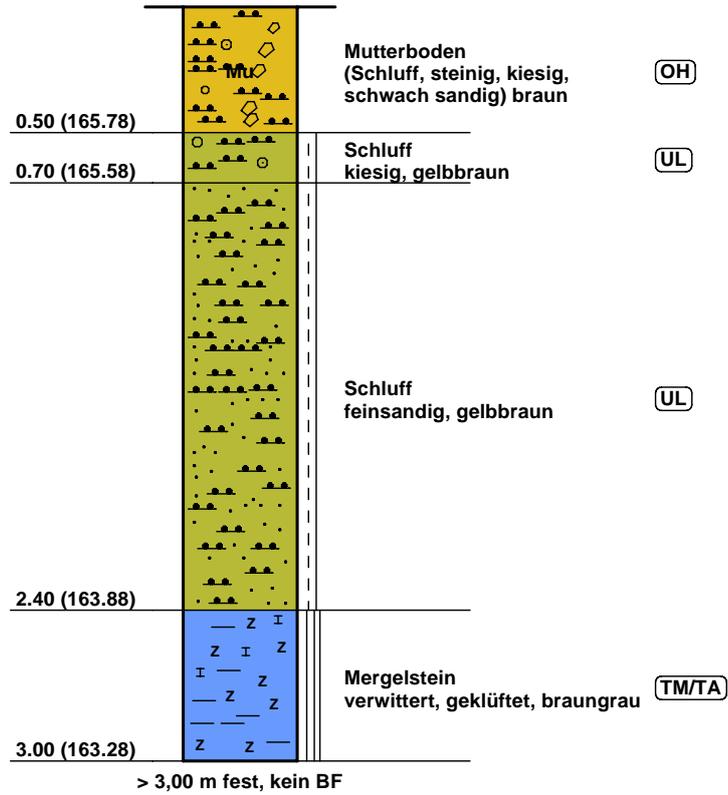
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.17

Höhe in m NN



RKS 17

166,28 m



Legende Rammkernsondierungen

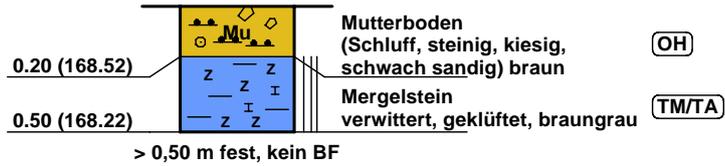
halbfest - fest	Mutterboden	Kies	Schluff
steif - halbfest	Steine	Sand	Mergelstein

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.18

Höhe in m NN

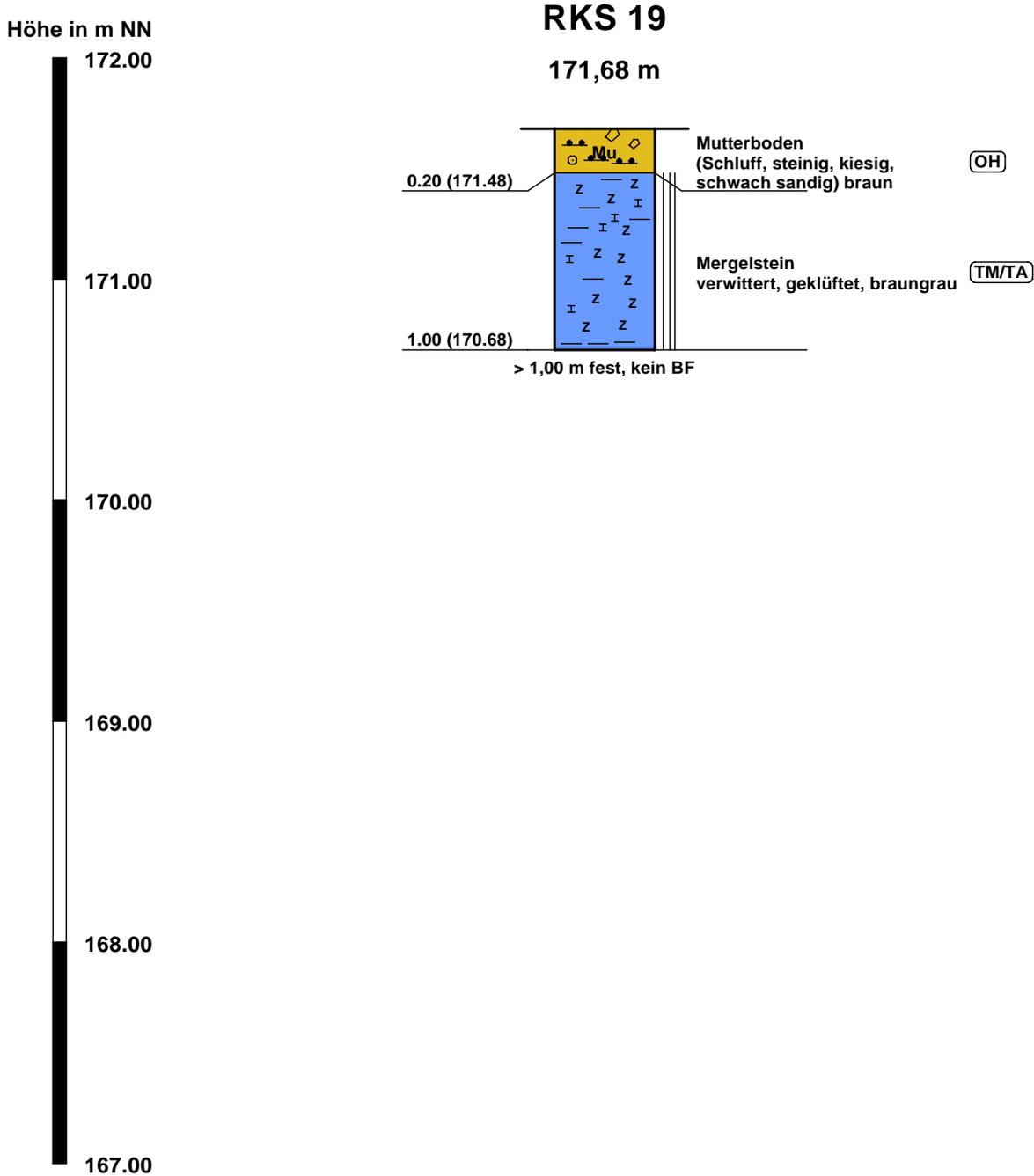


RKS 18
168,72 m



Legende Rammkernsondierungen							
	halbfest - fest		Mutterboden		Kies		Schluff
			Steine		Sand		Mergelstein

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.19



Legende Rammkernsondierungen

halbfest - fest	Mutterboden	Kies	Schluff
Steine	Sand	Mergelstein	

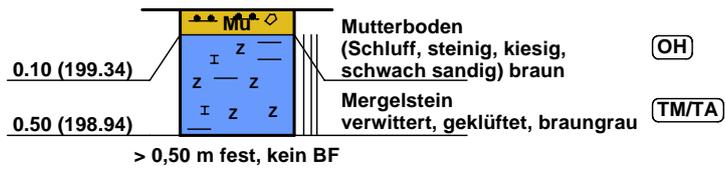
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.20

Höhe in m NN

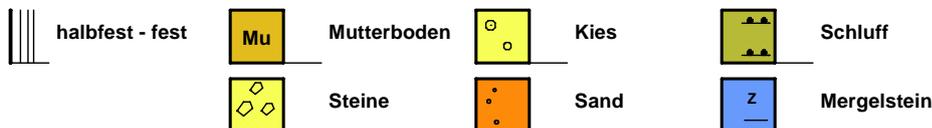


RKS 20

199,44



Legende Rammkernsondierungen



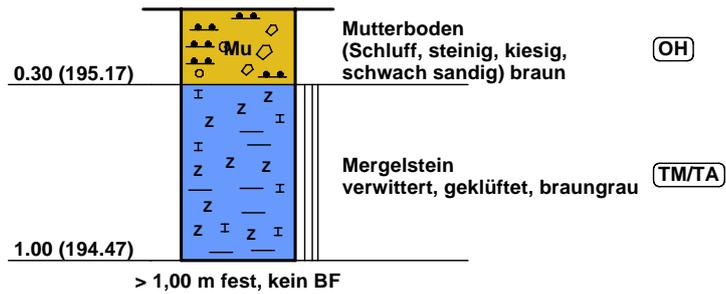
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.21

Höhe in m NN



RKS 21

195,47



Legende Rammkernsondierungen

halbfest - fest	Mutterboden	Kies	Schluff
	Steine	Sand	Mergelstein

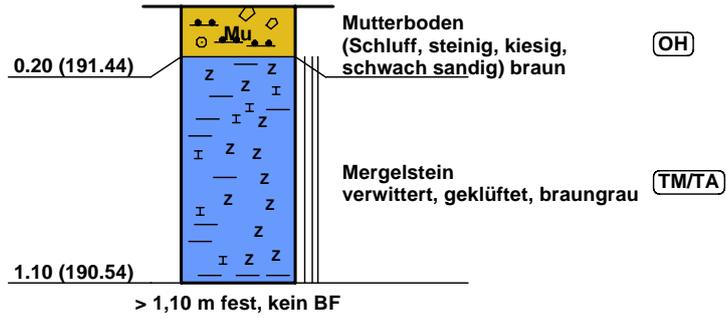
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.22

Höhe in m NN



RKS 22

191,64



Legende Rammkernsondierungen

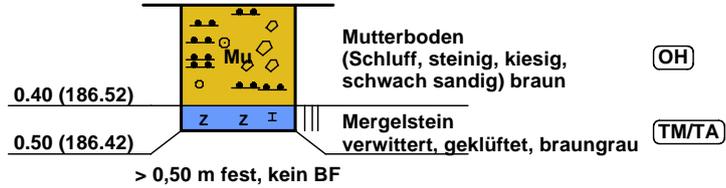
halbfest - fest	Mutterboden	Kies	Schluff
	Steine	Sand	Mergelstein

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.23

RKS 23

186,92

Höhe in m NN



Legende Rammkernsondierungen

halbfest - fest	Mutterboden	Kies	Schluff
	Steine	Sand	Mergelstein

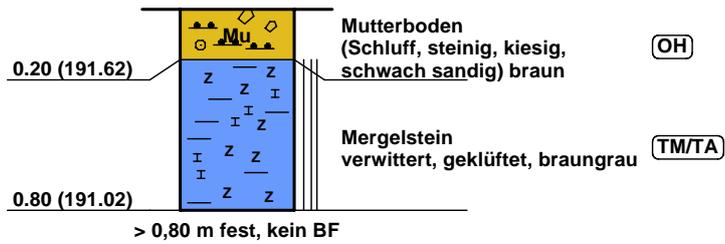
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.24

Höhe in m NN

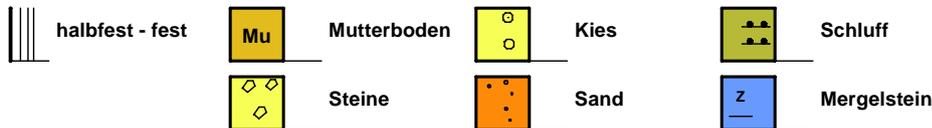


RKS 24

191,82



Legende Rammkernsondierungen



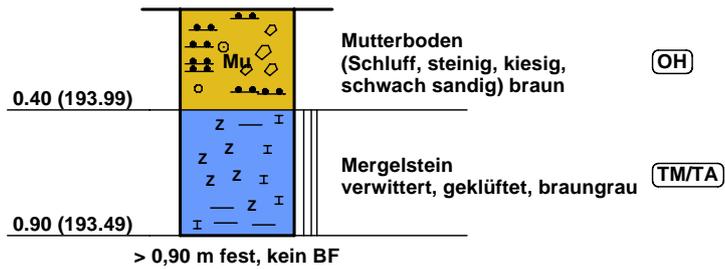
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.25

Höhe in m NN



RKS 25

194,39



Legende Rammkernsondierungen

halbfest - fest	Mutterboden	Kies	Schluff
	Steine	Sand	Mergelstein

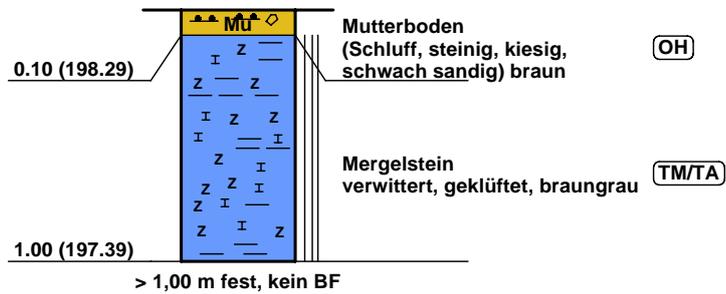
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.26

Höhe in m NN



RKS 26

198,39 m



Legende Rammkernsondierungen

halbfest - fest	Mutterboden	Kies	Schluff
Steine	Sand	Mergelstein	

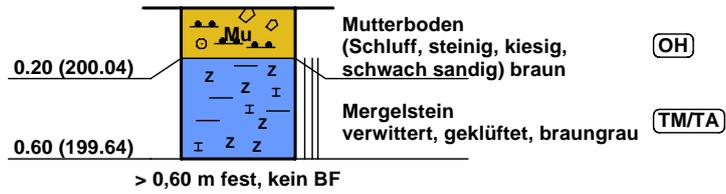
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 2.27

Höhe in m NN

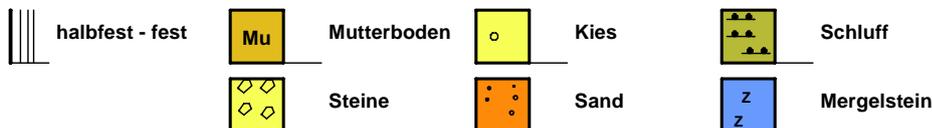


RKS 27

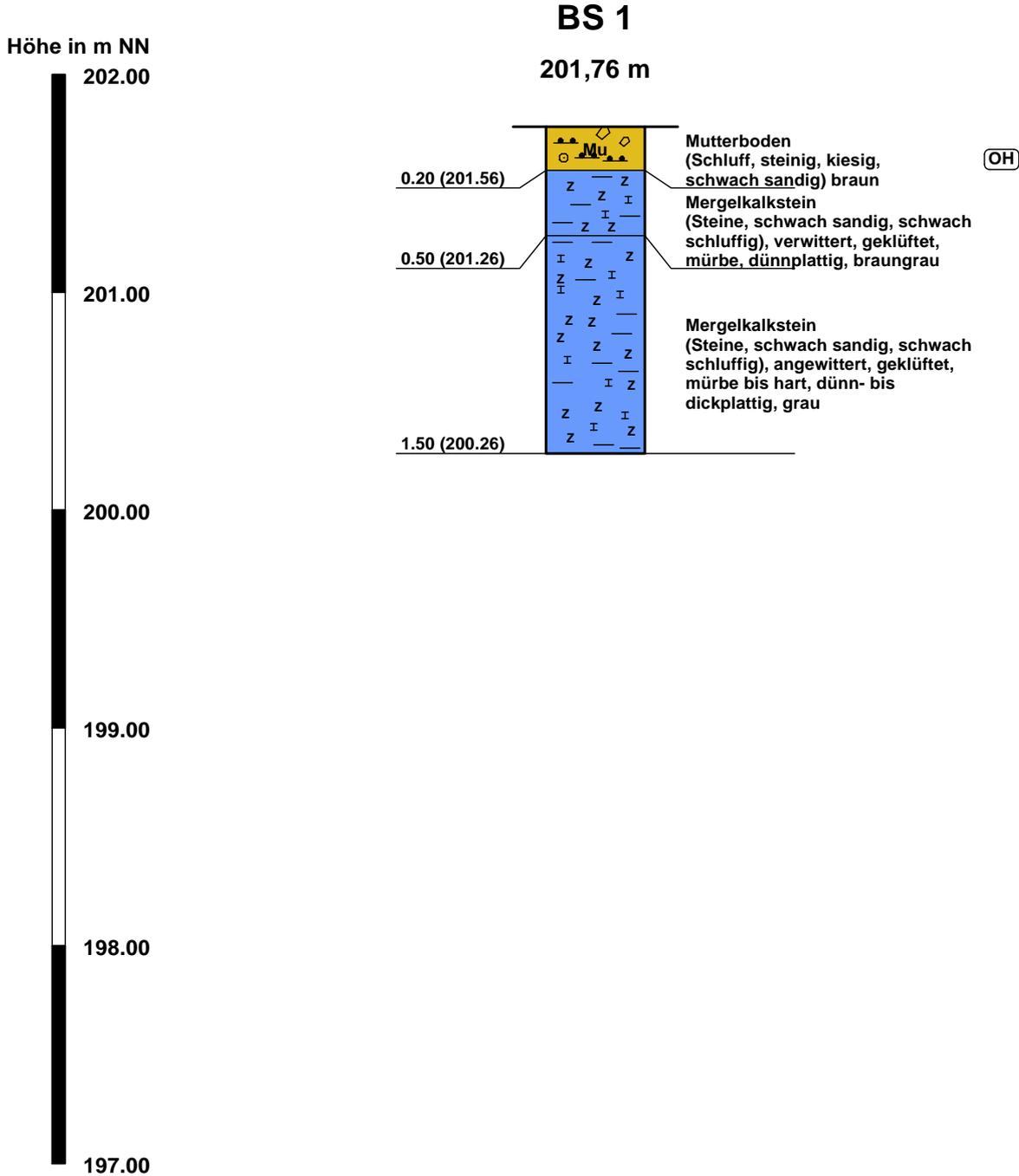
200,24 m



Legende Rammkernsondierungen



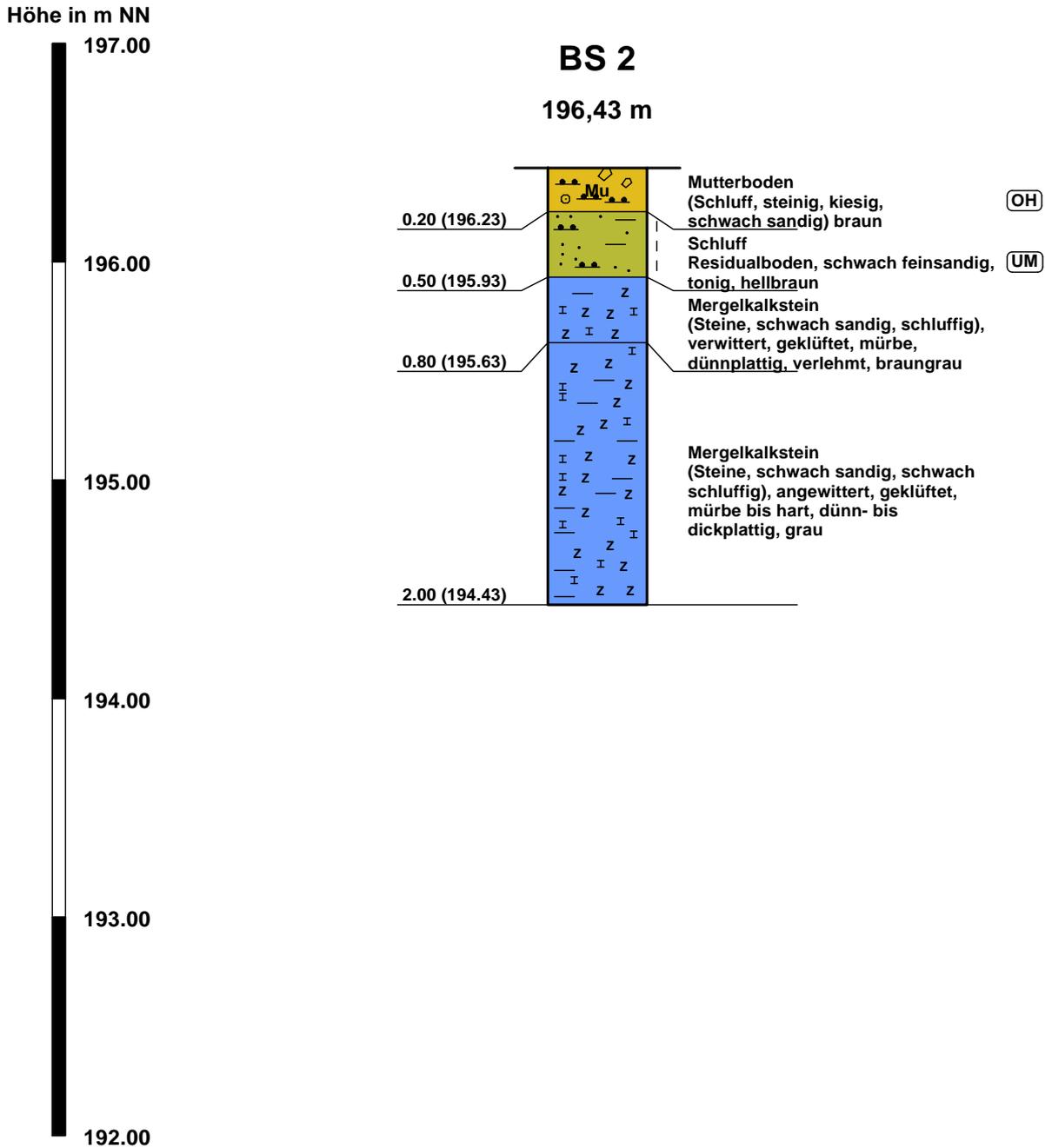
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 3.1



Legende Rammkernsondierungen

 Mutterboden	 Kies	 Schluff
 Steine	 Sand	 Mergelkalkstein

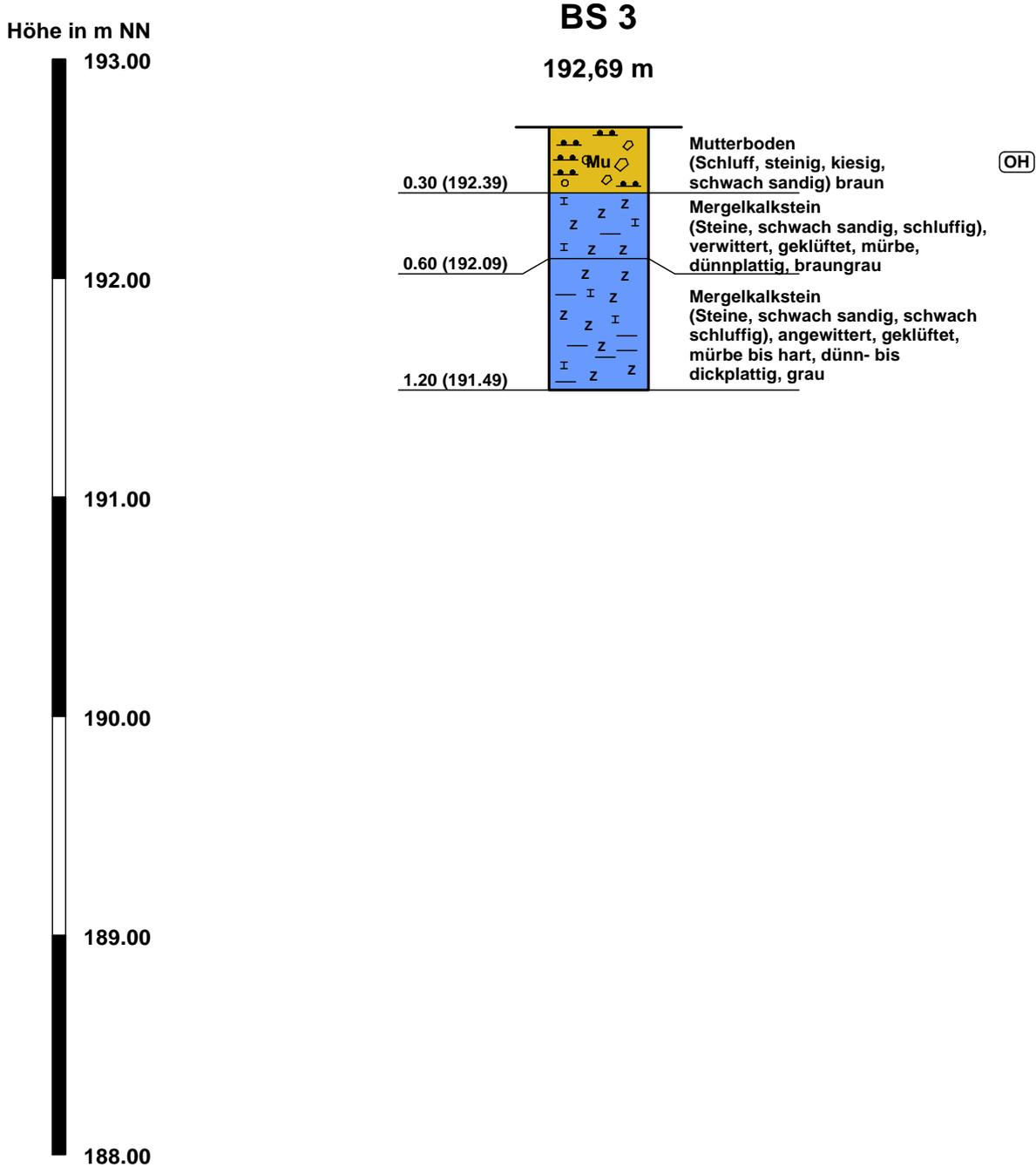
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 3.2



Legende Rammkernsondierungen

steif	Mutterboden	Kies	Schluff
Steine	Sand	Mergelkalkstein	

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 3.3



Legende Rammkernsondierungen

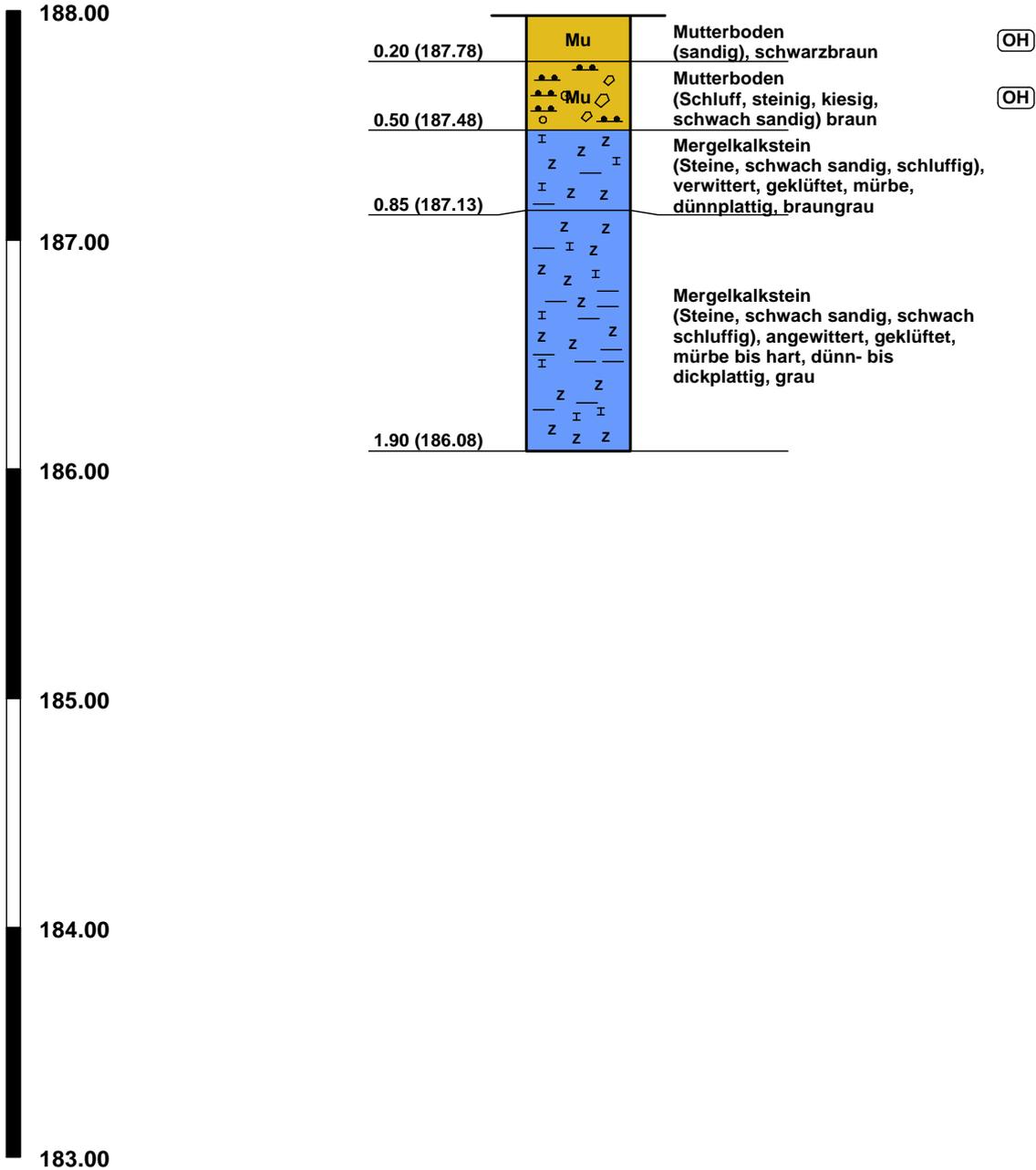
	Mutterboden		Kies		Schluff
	Steine		Sand		Mergelkalkstein

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 3.4

BS 4

187,98 m

Höhe in m NN



Legende Rammkernsondierungen					
	Mutterboden		Kies		Schluff
	Steine		Sand		Mergelkalkstein

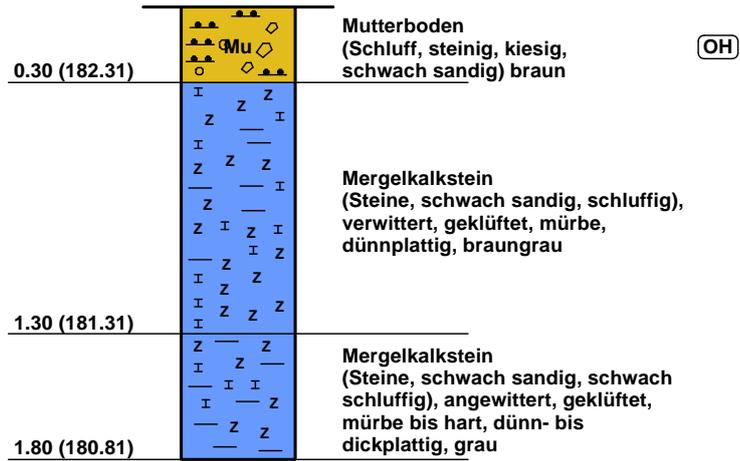
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 3.5

Höhe in m NN



BS 5

182,61 m



Legende Rammkernsondierungen

<div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Mu</div>	Mutterboden	<div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"></div>	Kies	<div style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"></div>	Schluff
<div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"></div>	Steine	<div style="background-color: orange; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"></div>	Sand	<div style="background-color: lightblue; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Z</div>	Mergelkalkstein

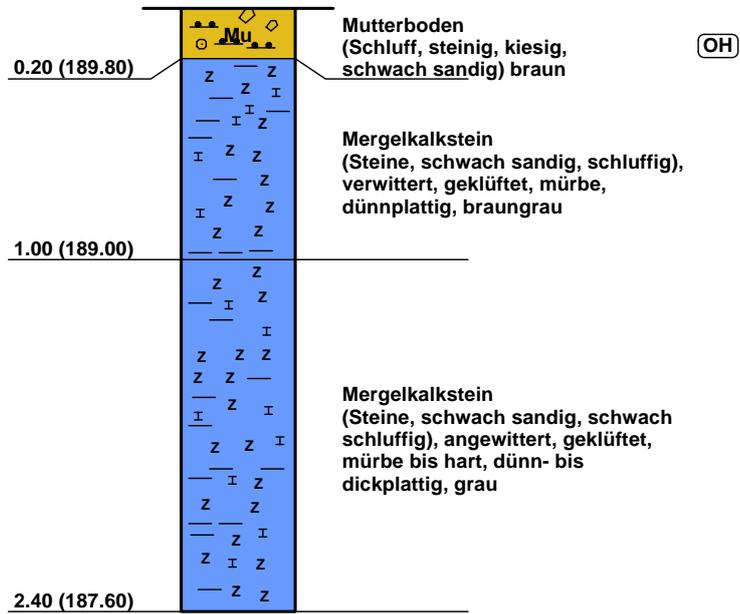
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn B-Plan 300 Springbach Höfe Bodenuntersuchungen	Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH
		Maßstab (L/H): 1 : 100/30
		Anlage-Nr.: 3.6

Höhe in m NN

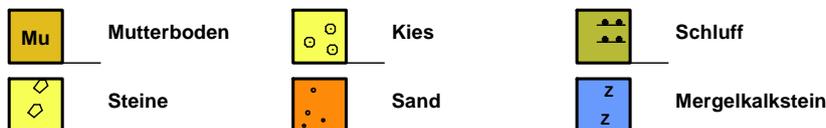


BS 6

190,00 m



Legende Rammkernsondierungen



conTerra

Geotechnische Gesellschaft mbH
48268 Greven, Schützenstraße 65
Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856

Paderborn

B-Plan 300 Springbach Höfe
Bodenuntersuchungen

Projekt-Nr.: 290816-PAD-SBH

Maßstab (L/H): 1 : 100/30

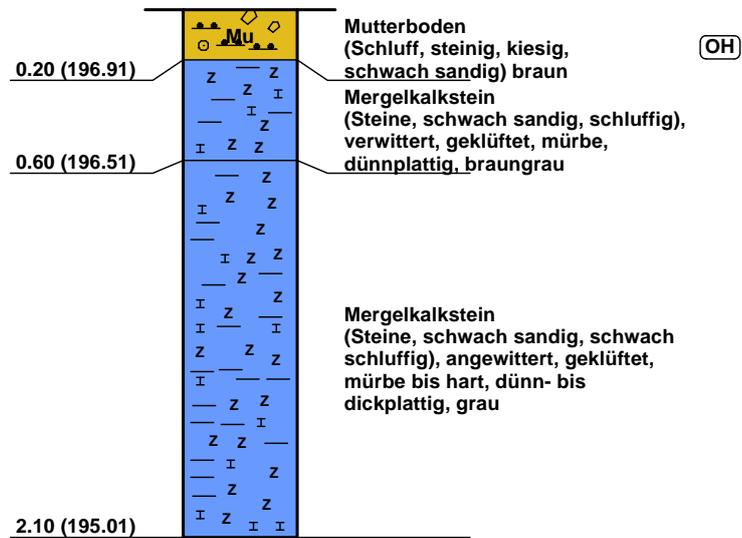
Anlage-Nr.: 3.7

Höhe in m NN

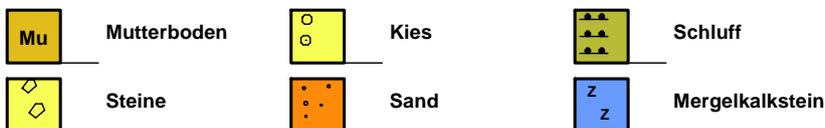


BS 7

197,11 m



Legende Rammkernsondierungen



Anlage 4: Fotodokumentation Baggerschürfe



Schurf 1



Schurf 2



Schurf 3



Schurf 4



Schurf 5



Schurf 6



Schurf 7