

GEOTECHNISCHER BERICHT

210715-PAD-BRU

**B-PLAN 242 „BRUKTERERWEG“
IN PADERBORN**

BODENUNTERSUCHUNGEN

09. OKTOBER 2015

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	3
2	BEARBEITUNGSUNTERLAGEN	4
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	4
4	UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	5
4.1	Geographie und Geologie.....	5
4.2	Aufbau der Verkehrsflächen	6
4.3	Schichtenfolge.....	7
4.4	Grundwasserverhältnisse und Wasserdurchlässigkeiten.....	8
	<i>4.4.1 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit</i>	<i>9</i>
5	BODENEIGENSCHAFTEN UND BODENKENNWERTE	9
5.1	Belastung der angetroffenen Böden	13
6	HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG	14
6.1	Bauausführung Schmutz- und Regenwasser-Kanalisation	14
	<i>6.1.1 Befahrbarkeit der Böden</i>	<i>14</i>
	<i>6.1.2 Aushubtiefen, Baugrubensicherung und bauzeitliche Wasserhaltung</i>	<i>16</i>
	<i>6.1.3 Rohraufleger</i>	<i>17</i>
6.2	Wiedereinbau der Aushubböden	18
6.3	Baubegleitende Prüfungen	18
7	SCHLUSSWORT	18

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Paderborn beabsichtigt die Ausweisung des B-Plans 242 Bruktererweg in Paderborn. Das Baugebiet liegt westlich der Detmolder Straße, nördlich der Hochwasserrückhaltebecken RHB Springbach und HRB Rothebach sowie südlich und östlich des Rothebachs (Abbildung 1). Der Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn (STEB) plant die Verlegung von Schmutz- (DN 250 Stz) und Regenwasserkanälen (DN 300-700 Sb). Der Anschluss der Schmutzwasserkanalisation soll an den bereits vorhandenen Schmutzwassersammler DN 800 in der Mährenstraße erfolgen. Für die Niederschlagswasserableitung bestehen bisher Pläne zu einer Einleitung in den Rothe- oder den Springbach bzw. eine Einleitung in das HRB Rothebach.

Im Vorfeld der geplanten Erschließung sollten Bodenuntersuchungen durchgeführt werden, um die Untergrundverhältnisse (Bodenschichtung, Grundwasser, Versickerungsfähigkeit etc.) zu erkunden und die vorgesehenen Baumöglichkeiten zu bewerten.



Abbildung 1: Auszug aus dem Erschließungsplan „Bruktererweg“ (Stand 24.04.2014).

Die **conTerra**[®] Geotechnische GmbH wurde vom Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn (STEB) beauftragt, entsprechende Bodenuntersuchungen im Erschließungsgebiet durchzuführen und die Untergrundverhältnisse im Planungsbereich zu erkunden. Die Anzahl und Lage der Aufschlusspunkte sowie die Sondiertiefe wurden durch unser Büro vorgeschlagen und vor Ort festgelegt.

2 BEARBEITUNGSUNTERLAGEN

Für die Ausarbeitung dieses Berichtes lagen die folgenden Unterlagen vor:

- Lageplan der Untersuchungspunkte, maßstabslos, STEB v. 24.04.2014
- Erschließungsplan Brukererweg, Maßstab 1:250, STEB v. 17.08.2015
- Entwurfsplanung Längsschnitt Schmutzwasserkanal / Achse 1, Maßstab 1:1000/100, STEB v. 01.10.2015
- Geologische Karte von NRW, Maßstab 1:25.000; Blatt 4218 Paderborn
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von NRW, Maßstab 1:25.000; Blatt 4218 Paderborn
- Ergebnisse der durchgeführten Felduntersuchungen:
Straßenschürfe (SCH), Rammkernsondierungen (RKS), Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL₁₀), Versickerungsversuche (VS)
- Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen:
visuelle und manuelle Probenbeurteilung, visuell-organoleptische Bodenansprache, bodenphysikalische Laboruntersuchungen
- Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen:
Analysen auf PAK sowie LAGA-Analysen für Boden

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im beschriebenen Erschließungsgebiet wurden Ende Juli - Anfang August neben drei Schürfen insgesamt 13 Rammkernsondierungen (RKS gem. DIN EN ISO 22475-1, Bestimmung der Bodenschichtung und Grundwasserstände) sowie 13 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL₁₀ gem. DIN EN ISO 22476-2, Lagerungsdichte bzw. Beurteilung der Baugrundtragfähigkeit) bis in eine Teufe von max. 5,00 m unter Geländeoberkante (m u. GOK) durchgeführt. Zur Beurteilung der Durchlässigkeit der oberflächennah anstehenden Böden wurden insgesamt zwei Versickerungsversuche durchgeführt (Open-End-Test).

Nach Abschluss der Feldarbeiten wurden die Untersuchungspunkte nach Lage und Höhe eingemessen. Als Bezugspunkt für das Nivellement dienten dabei drei Kanaldeckel in der Nähe des Bauvorhabens. Deren NN-Höhen wurden den uns vorliegenden Plänen entnommen.

Im Erdbaulabor der **conTerra**[®] GmbH erfolgte ergänzend zur Benennung und Beschreibung der erbohrten Bodenarten vor Ort eine detaillierte bodenmechanische Beurteilung der schichtenweise entnommenen Bodenproben. Ferner wurden an repräsentativ ausgewählten Bodenproben der natürliche Wassergehalt (gem. DIN 18121) sowie der Glühverlust (gem. DIN 18128) und die Kornverteilung (gem. DIN 18123) bestimmt.

Vom Kooperationslabor EUROFINS UMWELT WEST GMBH (Wesseling bei Köln) wurden zwei Asphaltproben auf ihren Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) analysiert. Zwei Proben aus dem Auffüllungsbereich unterhalb des vorhandenen Straßenaufbaus bei RKS 5 und 10 sowie eine Probe unterhalb des aufgefüllten Mutterbodens bei RKS 6 wurden gemäß LAGA-Richtlinie 20 Tabelle II 1.2-2/5 (TR-Boden, 2004) untersucht.

Die Lage der Untersuchungspunkte geht aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der durchgeführten Rammkern- und Rammsondierungen sind den Bohrprofilen und Rammdiagrammen der Anlage 2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind als Anlage 3 dem Gutachten beigelegt. Anlage 4 beinhaltet die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche. Die chemischen Analysen finden sich in den Originalprotokollen der Anlage 5 (PAK) und 6 (LAGA). Die Analyseergebnisse gemäß LAGA TR-Boden sind zudem in Anlage 7 tabellarisch ausgewertet.

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Geographie und Geologie

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“. Der zwischen den Sondierstellen gemessene maximale Höhenunterschied beträgt 3,63 m (RKS 1 zu RKS 13) bei Geländehöhen von 110,15-113,78 m+NN.

Geologisch betrachtet liegt das untersuchte Gelände am östlichen Rand der Münsterländer Kreidebucht, wobei die Morphologie und Topographie von quartären Ablagerungen bestimmt wird. Im Untersuchungsgebiet dominieren oberflächennah v.a. Holozänen Bach- und Flussablagerungen in Form von Auensanden und Auenlehmen (weiße Färbungen in Abbildung 2). Die Flussablagerungen stellen eine heterogene Folge aus sich lateral ineinander verzahnenden Schichten dar, die kleinräumig sowohl in der Mächtigkeit als auch der Kornzusammensetzung schwanken können. Nach der geologischen Karte können ebenfalls Flugsandablagerungen

bzw. fluviatile Niederterrassensedimente auftreten (Weichsel-Kaltzeit, grüne Färbungen der Abb. 2). Aufgrund der ehemaligen Nutzung als Baumschule und Gärtnerei ist in einigen Bereichen des Untersuchungsgebiets mit mächtigen Mutterbodenschichten zu rechnen. Ferner sind anthropogene Auffüllungen (Straßenbefestigung, Kanalgrabenfüllung) vorhanden.



Abbildung 2: Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25.000, Blatt 4218 Paderborn; Untersuchungsgebiet rot markiert.

Oberflächennah wird die hydrogeologische Situation im Untersuchungsgebiet durch die quartären Lockergesteine geprägt. Sie leiten das Grundwasser über in den Sedimenten enthaltene Poren weiter. Der oberflächennahe Abfluss des Niederschlagswassers erfolgt über verschiedene kleinere Bachläufe wie den Rothebach bzw. den Springbach.

4.2 Aufbau der Verkehrsflächen

Der Straßenaufbau wurde durch drei Schürfe in den Bereichen RKS/SCH 5, 10 und 13 erkundet. Die entnommenen Proben der gebundenen und ungebundenen Konstruktionsschichten wurden hinsichtlich einer möglichen Verunreinigung mit teerhaltigem Material organoleptisch beurteilt. Der angetroffene Straßenaufbau ist nachfolgend zusammengestellt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Aufbau der vorhandenen Straßenkonstruktionen in den Bereichen RKS/SCH 5, 10 und 13

Schurf	Tiefe in m	Beschreibung	organoleptisch-visueller Befund
RKS/SCH 5	0,00-0,15	Asphalt, schwarzgrau	-
	0,15-0,40	Kalksteinschotter, sandig, schluffig, schwach humos, grau	-
RKS/SCH 10	0,00-0,10	Asphalt, schwarzgrau	-
	0,10-0,50	Kalksteinschotter, grau	-
RKS/SCH 13	0,00-0,10	Asphalt, schwarzgrau	-
	0,10-0,30	Kalksteinschotter, grau	-

Alle entnommenen Asphaltproben erwiesen sich bei der organoleptisch-visuellen Beurteilung durchweg als unauffällig. Zur Überprüfung dieser Befunde wurde die Proben RKS/SCH 5 0,00-0,15 m und RKS/SCH 13 0,00-0,10 m vom Kooperationslabor Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) auf ihren PAK-Gehalt analysiert. Nach den vorliegenden Ergebnissen (Anlage 5) liegen die PAK-Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze. Gemäß RuVA-StB 01 (Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbaupasphalt im Straßenbau) ist der Ausbaupasphalt somit in die Verwertungsklasse A (< 25 mg/kg PAK n. EPA) zu stellen. Eine Wiederverwertung als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren ist somit möglich.

4.3 Schichtenfolge

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

Mit Ausnahme der Bereich der RKS 5, RKS 10 und RKS 13 steht im gesamten Untersuchungsgebiet flächendeckend sandig-schluffiger **Mutterboden** in Schichtstücken zwischen 0,20 - 1,90 m an. Stellenweise weist der Mutterboden Torfstreifen auf oder ist mit Bauschuttresten durchsetzt. Darunter stehen in einigen Bereichen des Untersuchungsgebiets **anthropogene Auffüllungen** aus mit **Bauschuttresten oder Ziegelsteinresten durchsetzten feinsandigen Schluffen bzw. schluffigen bis stark schluffigen, teils torfig durchsetzten Sanden** an. Sowohl die Schluffe als auch die Sande sind teilweise humos durchsetzt.

Unterhalb des Mutterbodens bzw. unterhalb der anthropogenen Auffüllungen stehen bis zu einer Tiefe von max. 3,60 m Bach- und Flussablagerungen in Form von Auenlehmen und Auensanden an. Diese Ablagerungen sind sehr heterogen zusammengesetzt und stellen, wie oben bereits erwähnt, eine Folge aus sich lateral ineinander verzahnenden Schichten dar, die kleinräumig sowohl in der Mächtigkeit als auch der Kornzusammensetzung schwanken. Im Wesentlichen bestehen sie oberflächennah aus **feinsandigen, teilweise humosen Schluffen die von schwach schluffigen bis schluffigen, humosen Sanden und Fein-Grobsanden unterlagert werden**. Im Bereich der RKS 9 steht in einer Tiefe von 1,00-1,30 m u. GOK schluffiger Torf an.

Darunter stehen flächendeckend bis zur Bohrendteufe von max. 5,00 m u. GOK Ablagerungen der pleistozänen Niederterrasse an. Dabei handelt es sich um **sandige schwach schluffige bis schluffige Kiese** bzw. **schluffige bis stark schluffige, kiesige Sande**. Sowohl die Sande als auch die Kiese können Schluff- oder Tonstreifen aufweisen.

4.4 Grundwasserverhältnisse und Wasserdurchlässigkeiten

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen Ende Juli und Anfang August 2015 wurde Grundwasser in allen Bohrungen angetroffen. Die angebohrten und nach Abschluss der Bohrarbeiten in den offenen Bohrlöchern mittels Kabellichtlot gemessenen Wasserstände sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Grundwasserstände Ende Juli - Anfang August.

Aufschluss	Höhe (m+NN)	GW erbohrt (m u. GOK)	entspricht Höhe (m+NN)	GW nach Bohrende (m u. GOK)	entspricht Höhe (m+NN)
RKS 1	110,15	1,50	108,65	1,20	108,95
RKS 2	110,27	1,00	109,27	1,45	108,82
RKS 3	110,86	1,50	109,36	1,45	109,41
RKS 4	110,70	1,50	109,20	1,40	109,30
RKS 5	111,22	1,30	109,92	1,25	109,97
RKS 6	111,87	1,65	110,22	1,75	110,12
RKS 7	112,00	1,30	110,70	1,30	110,70
RKS 8	111,25	1,80	109,45	1,75	109,50
RKS 9	111,75	0,90	110,78	1,00	110,68
RKS 10	113,53	1,70	111,83	2,10	111,43
RKS 11	112,55	1,40	111,15	1,40	111,15
RKS 12	113,05	1,70	111,35	2,00	111,05
RKS 13	113,78	1,90	111,88	2,20	111,58

Die gemessenen Wasserstände repräsentieren einen geschlossenen stellenweise gespannten Grundwasserspiegel in einem gut bis mäßig durchlässigen Porengrundwasserleiter (Sand bzw. schluffiger Sand) unter gering durchlässigen Deckschichten aus feinsandigen Schluffen. Die generelle Grundwasserfließrichtung verläuft westsüdwest in Richtung Rothebach und Springbach, wobei der Grundwasserspiegel von 111,58 m+NN (RKS 13) auf 108,82 + NN (RKS 2) abfällt. Aufgrund der geringen Niederschläge im Zeitraum vor dem Untersuchungszeitpunkt stellen diese Wasserstände sicher nicht den maximal zu erwartenden Grundwasserstand dar. In niederschlagsreichen Jahreszeiten ist erfahrungsgemäß mit einem um ca. 50 cm höheren Grundwasserspiegel zu rechnen. Darüber hinaus ist aufgrund der festgestellten Schichtenfolge insbesondere nach Starkregenereignissen mit Staunäsebildungen oberhalb den feinkornreichen Schichten zu rechnen.

Genauere Aussagen zur Lage des Grundwasserspiegels bzw. seinen Schwankungsbereich sind nur durch die langfristige Beobachtung qualifiziert ausgebauter Grundwassermessstellen möglich.

Die Durchlässigkeit der anstehenden Böden ist abhängig von ihrem jeweiligen Feinkornanteil ($< 0,063$ mm). Nach DIN 18 130 ist für schwach schluffige Sande eine gute Durchlässigkeit mit k_f -Werten zwischen $1 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s anzunehmen. Bei schluffigen und stark schluffigen Sanden ist dagegen von einer geringen Durchlässigkeit mit k_f -Werten zwischen $1 \cdot 10^{-6}$ m/s und $1 \cdot 10^{-8}$ m/s auszugehen. Die schluffigen Kiese sind besser durchlässig, wobei von k_f -Werten von $1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-7}$ m/s ausgegangen werden kann. Die Schluffe und Tone sind dagegen aufgrund ihres sehr hohen Feinkornanteils als nur sehr gering durchlässige Schichten anzusehen, für die von k_f -Werten $< 1 \cdot 10^{-8}$ m/s auszugehen ist.

4.4.1 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit

Zur Überprüfung der theoretischen Werte wurde die reale Durchlässigkeit der anstehenden Böden im Bereich der RKS/VS 11 und 12 durch Infiltrationsversuche nach dem Open-End-Testverfahren überprüft. Die bei den Versickerungsversuchen ermittelten k_f -Werte (Anlage 3) betragen für die schwach schluffigen Feinsande $6,68 \cdot 10^{-6}$ m/s (VS 11) bzw. $4,71 \cdot 10^{-6}$ m/s (VS 12) für die schwach feinsandigen Mittelsande.

Zur Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit von Regenwasser werden im ATV-Merkblatt 138 Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden (Lockergesteine) sowie an die Höhe des Grundwasserspiegels gestellt. Die oberflächennahen Böden müssen so durchlässig sein (k_f -Wert $\geq 1 \cdot 10^{-6}$ m/s), dass eine rückstaufreie Einleitung des Niederschlagswassers gewährleistet ist. Gleichzeitig soll die Mächtigkeit des Sickerraums zum maximal zu erwartenden Grundwasserspiegel mindestens 1,0 m betragen.

Die ermittelten k_f -Werte von $6,68 \cdot 10^{-6}$ m/s (VS 11) bzw. $4,71 \cdot 10^{-6}$ m/s (VS 12) erfüllen die Anforderungen des ATV-Merkblatts. Der geforderte Höhenabstand von mehr als 1,0 m über dem maximal zu erwartenden Grundwasserspiegel wird jedoch nach Abtrag des Mutterbodens und der darunter anstehenden Wasser stauenden Schluffe nur bei entsprechender Geländeauffüllung eingehalten, die dann zweckmäßigerweise nur mit ausreichend durchlässigen Böden vorgenommen werden sollte.

5 BODENEIGENSCHAFTEN UND BODENKENNWERTE

Zur Bestimmung der bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Böden wurden die entnommenen Bodenproben im Labor visuell und manuell beurteilt. Ergänzend wurden an repräsentativen Bodenproben der natürliche Wassergehalt nach DIN 18121 (Anlage 4.1) und der Glühverlust nach DIN 18128 (Anlage 4.2) sowie die Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Anlage 4.3 und 4.4) bestimmt. Zur Abschätzung der Lagerungsdichte der anstehenden

Böden bzw. zur Beurteilung der Baugrundtragfähigkeit wurden zudem die Ergebnisse der durchgeführten Rammsondierungen (DPL₁₀ gem. DIN EN 22476-2) herangezogen.

Der **Mutterboden** (Bodengruppe OH gem. DIN 18 196) ist sehr locker bis locker gelagert. Unabhängig von seiner Lagerungsdichte ist Mutterboden aufgrund seines hohen zersetzungsgefährdeten Humus- bzw. Organikgehaltes nicht zur Lastabtragung geeignet. Mutterboden ist wasserempfindlich, wasserhaltend, kaum verdichtungsfähig (Verdichtbarkeitsklasse V3 gem. ZTV A-StB) sowie frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2 gem. ZTV E-StB).

Die unterhalb der Asphaltdecke erbohrte **Schottertragschicht** besteht aus Kalksteinschotter der Körnung 0/45 (Bodengruppe GW/SW); Frostempfindlichkeitsklasse F1 = nicht frostempfindlich; Verdichtbarkeitsklasse V1 = gut zu verdichten).

Die **Torfe** (Bodengruppe HN) weisen eine weiche Konsistenz auf. Unabhängig davon besitzen Torfe aufgrund ihres hohen organischen Anteils generell ein großes Setzungspotential und sind bei Belastung noch stark zusammendrückbar. Sie stellen somit generell schlechten Baugrund dar. Die organischen Böden reagieren äußerst empfindlich auf eine Änderung des Wassergehaltes. Bei Wasserzutritt oder bei dynamischer Beanspruchung gehen sie sehr rasch von einer steifen Zustandsform in eine weiche oder gar breiige Konsistenz über. Bei Wasserentzug durch natürliche Grundwasserspiegelschwankungen oder durch bauzeitige Absenkungsmaßnahmen besitzen sie starke Schrumpfungseigenschaften. Durch den damit einhergehenden Auftriebsverlust erfahren die überlagernden Böden eine Gewichtszunahme, die zu zusätzlichen Belastungen des Baugrundes führen. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind die Torfe nur geringmächtig und bilden offensichtlich kein durchgehendes Schichtpaket. Sie sind lateral jedoch mit humosen Schluffen und Sanden verzahnt.

Die natürlich anstehenden und anthropogen aufgefüllten **Schluffe** (Bodengruppe UL) weisen eine weiche bzw. weiche bis steife Konsistenz auf und sind nach den Ergebnissen der Rammsondierung überwiegend locker bis mitteldicht gelagert. Aufgeweichte und locker gelagerte Schluffe sind stark zusammendrückbar und besitzen durch humose Beimengungen in den oberen Bereichen ein zusätzliches Setzungspotential. Unabhängig von ihrer aktuellen Konsistenz reagieren Schluffe aufgrund ihres hohen Feinkornanteils und den damit verbundenen bindigen Eigenschaften generell äußerst empfindlich auf eine Änderung des Wassergehaltes. Im erdfeuchten Zustand sind sie ausreichend standfest und verdichtungsfähig. Bei geringer Erhöhung des Wassergehaltes und/oder dynamischer Beanspruchung gehen sie sehr schnell von einer weichen in eine breiige oder gar flüssige Zustandsform über und verlieren ihre Trag- und Scherfestigkeit. Schluffe sind nur im Bereich ihres Proctorwassergehaltes zu verdichten und werden daher gem. ZTV A-StB in die Verdichtbarkeitsklasse V3 (= schlecht zu verdichten) gestellt. Bei Austrocknung („Sommerfrost“) und Frosteinwirkung besitzen sie dagegen starke Schrumpfungseigenschaften und werden gem. ZTV E-StB der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (= sehr frostempfindlich) zugeordnet.

Die **Sande** (Bodengruppe SE) bzw. die **schwach schluffigen Sande** (Bodengruppe SU) und **schluffigen Sande** (Bodengruppe SU*) sind überwiegend locker bis mitteldicht gelagert. Während locker gelagerte Sande generell noch stark zusammendrückbar und unzureichend tragfähig sind, sind mitteldicht gelagerte Sande wenig setzungsgefährdet und stellen einen gut tragfähigen Baugrund dar. In Abhängigkeit vom Schluffanteil besitzen die Sande wechselnde bodenmechanische Eigenschaften. Reine bis schwach schluffige Sande (SE/SU) sind verdichtungsfähig (V1 = gut zu verdichten) und frostunempfindlich (F1-F2 = nicht bis gering frostempfindlich). Bei Anschnitt unter Wasser fließen sie mit dem Wasser aus Böschungen aus und lockern im Sohlbereich stark auf. Bei einem höheren Schluffgehalt (SU*) sind die Sande dagegen wasser-, bewegungs- und frostempfindlich (F3 = sehr frostempfindlich). Bei Freilegung unter Wasser bzw. bei Wasserzutritt sind sie fließ- und aufweichungsgefährdet. Eine Verdichtung entsprechender Böden ist nur im erdfeuchten Zustand möglich. Bei höheren Wassergehalten führen Verdichtungsversuche (insbesondere dynamische Vibrationsenergie) dagegen zu Gefügestörungen bis hin zur Verflüssigung.

Die **schwach schluffigen bis stark schluffigen Kiese** (Lehmkiese) (Bodengruppe GU/GU*) sind mitteldicht bis dicht gelagert. Mit zunehmender Tiefe gehen sie rasch in eine sehr dichte Lagerung über, so dass kein weiterer Bohrfortschritt möglich war. Lockere Kiese sind generell stark zusammendrückbar und unzureichend tragfähig. Mitteldicht gelagerte Böden sind dagegen bei Belastung nur noch mäßig bis gering zusammendrückbar und somit als sehr gut tragfähig anzusehen. Aufgrund ihrer rolligen Eigenschaften fließen die Kiese bei Anschnitt unter Wasser aus Böschungen aus und lockern im Sohlbereich stark auf. Bei höheren Schluffanteilen (GU*) sind die Kiese dagegen aufweichungsgefährdet. Eine Verdichtung ist nur im erdfeuchten Zustand möglich. Bei höheren Wassergehalten führen Verdichtungsversuche (insbesondere dynamische Vibrationsenergie) dagegen zu Gefügestörungen bis hin zur Verflüssigung. Die schluffigen Kiese fallen damit in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (= sehr frostempfindlich) und in die Verdichtbarkeitsklasse V2 (= mäßig zu verdichten).

Die erbohrten **Tone** (Bodengruppe TM/TA) weisen eine steife-halbfeste bis halbfeste Konsistenz. Unabhängig von ihrer Zustandsform reagieren die Tone wegen ihres sehr hohen Feinkornanteils empfindlich auf eine Änderung des Wassergehaltes. Im erdfeuchten Zustand sind sie vorübergehend standfest, bei Wasserzutritt oder dynamischer Beanspruchung gehen sie jedoch rasch in eine weiche oder gar breiige Zustandsform über und verlieren dabei ihre Tragfähigkeit. Eine Verdichtung dieser Böden ist nur im Bereich ihres Proctorwassergehaltes möglich (Verdichtbarkeitsklasse V3). Bei Wasserentzug („Sommerfrost“) oder Frost besitzen die Tone starke Schrumpfungseigenschaften und sind daher in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (= sehr frostempfindlich) zu stellen.

Die generelle Zuordnung der erbohrten Bodenarten in die Bodengruppen gem. DIN 18 196 und in die Bodenklassen gem. DIN 18 300 ist in der Tabelle 3 zusammengefasst. Bei Wasser-

zutritt können sämtliche Böden der Bodenklasse 4 in den fließfähigen Zustand und somit in die Bodenklasse 2 übergehen.

Tabelle 3: Bodengruppen und -klassen gem. DIN 18 196 und DIN 18 300 sowie die Frostempfindlichkeits- bzw. Verdichtbarkeitsklassen gem. der ZTV E-StB bzw. ZTV A-StB.

Bodenart	Bodengruppe	Bodenklasse	Frostempfindlichkeitsklasse	Verdichtbarkeitsklasse
Mutterboden humos	OH	1	F2	V3
Torf schluffig	HN	2	F 3	-
Auffüllungen	A			
<u>Kalksteinschotter</u>	(GW/SW)	3	F1	V1
<u>Kalksteinschotter, sandig, schluffig</u>	(GU*)	3	F3	V2
<u>Feinsand, schluffig bis stark schluffig</u>	(SU*)	4 (2 bei $I_c < 0,5$)	F3	V2
<u>Schluff, feinsandig, humos</u>	(UL)	4 (2 bei $I_c < 0,5$)	F3	V3
Kies sandig, schwach schluffig	GU	3	F3	V1
Kies schluffig bis stark schluffig	GU*	3	F3	V2
Feinsand rein bis schwach schluffig	SE/SU	3	F1-F2 ¹	V1
Feinsand schluffig bis stark schluffig	SU*	4 (2 bei $I_c < 0,5$)	F3	V2
Schluff feinsandig, schwach kiesig	UL	4 (2, bei $I_c < 0,5$)	F3	V3
Ton	TM/TA	4 (2, bei $I_c < 0,5$)	F3	V3

Für erdstatische Berechnungen können nach DIN 1055-2 nachfolgende Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 4: Bodenkennwerte nach DIN 1055-2.

Bodenart	Wichte ü. Wasser γ [kN/m ³]	Wichte u. Wasser γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Mutterboden, OH humos	14,0-17,0	4,0-7,0	15,0	0-2	1-4
Torf, HN schluffig			15,0		
mit Vorbelastung	11,0	1,0		2	0,4
ohne Vorbelastung	13,0	3,0		5	2,0
Auffüllungen					
<u>Kalksteinschotter (GW/SW)</u>					
dicht	20,0	12,0	35,0	-	50-80
<u>Kalksteinschotter (GU*)</u> sandig, schluffig					
dicht	19,5	11,0	27,5	5	50

¹ Zu F1 gehörig bei einem Feinkornanteil von 5,0 M-% bei $C_u \geq 15,0$ oder 15,0 M-% bei $C_u \leq 6,0$. Im Bereich $6,0 < C_u < 15,0$ kann der für eine Zuordnung zu F1 zulässige Feinkornanteil linear interpoliert werden (s. ZTV E-StB 09, S. 24 f).

Feinsand, (SU*)						
schluffig bis stark schluffig						
locker	19,0	9,0	27,5	0	10-20	
mitteldicht	19,5	9,5	27,5	2	20-30	
dicht	20,0	10,0	27,5	5	30-40	
Schluff, (UL)						
feinsandig, humos						
weich	20,0	10,0	25,0	0	5-8	
steif	20,5	10,5	25,0	2-5	8-20	
Kies, GU						
sandig, schwach schluffig						
locker	18,0	10,0	30,0	-	10-20	
mitteldicht	20,0	12,0	32,5	-	25-40	
dicht	22,0	14,0	35,0	-	40-60	
Kies, GU*						
schluffig bis stark schluffig						
locker	17,5	9,0	27,5	0	30	
mitteldicht	18,5	10,0	27,5	2	40	
dicht	19,5	11,0	27,5	5	50	
Feinsand, SE/SU						
rein bis schwach schluffig						
locker	17,0	9,0	30,0	-	15-40	
mitteldicht	18,0	10,0	32,5	-	40-80	
dicht	19,0	11,0	35,0	-	80-150	
Feinsand, SU*						
schluffig bis stark schluffig						
locker	19,0	9,0	27,5	0	10-20	
mitteldicht	19,5	9,5	27,5	2	20-30	
dicht	20,0	10,0	27,5	5	30-40	
Schluff, UL						
feinsandig, schwach kiesig						
weich	20,0	10,0	25,0	0	5-8	
steif	20,5	10,5	25,0	2-5	8-20	
halbfest	21,0	11,0	25,0	5-10	20-50	
Ton						
steif	20,5	10,5	25,0	2-5	8-20	
halbfest	21,0	11,0	25,0	5-10	20-50	

5.1 Belastung der angetroffenen Böden

Die Proben aus dem Auffüllungsbereich im Bereich der RKS 5 (0,40-1,60 m) und RKS 10 (0,50-2,10 m) sowie eine Probe unter dem aufgefüllten Mutterboden der RKS 6 (0,70-1,60 m) erwiesen sich bei der organoleptisch-visuellen Beurteilung dahingehend als auffällig, als das mineralische Fremdbestandteile in Form von Bauschuttresten festgestellt wurden. Da solche Böden prinzipiell mit Schadstoffen verunreinigt sein können, wurden diese Proben auf die Parameter gemäß LAGA-Richtlinie 20 „TR-Boden“ (2004) untersucht (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Ergebnisse der chemischen Analysen des Straßenunterbaus nach LAGA TR-Boden.

Aufschluss	Tiefe	maßgebende Parameter / Gehalt	Zuordnungs-klasse
RKS 5	0,40-1,60 m	TOC: 1,4 ‰ _{TS}	Z 1
RKS 6	0,70-1,60 m	TOC: 2,2 ‰ _{TS}	Z 2
RKS 10	0,50-2,10 m	TOC: 1,0 ‰ _{TS}	Z 1

Der mit Bauschutt- und Ziegelsteinresten durchsetzte Sand (RKS 5) und Schluff (RKS 10) ist gem. LAGA-Boden in die **Zuordnungsklasse Z 1** zu stellen, da nach den Ergebnissen der chemischen Analyse (Anlage 6 und 7) diese Bodenproben erhöhte TOC-Gehalte von 1,4 %_{TS} (RKS 5) bzw. 1,0 %_{TS} (RKS 10) aufweisen. Das Bodenmaterial kann gemäß LAGA-Richtlinie 20 „TR-Boden“ (2004) in eingeschränkt offenem Einbau in technischen Bauwerken Der Einbauklasse 1 (wasserdurchlässige Bauweise) wieder eingebaut werden. Eine Wiederverwertung im Zuge der geplanten Kanalbaumaßnahme wäre somit möglich.

Der mit Bauschuttresten durchsetzte Sand der RKS 6 weist dagegen einen deutlich erhöhten TOC-Gehalt von 2,2 %_{TS} auf. Somit ist das Bodenmaterial gem. LAGA-Boden in die **Zuordnungsklasse Z 2** einzustufen. Demnach ist eine Wiederverwertung nur im eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen möglich (Einbauklasse 2). Diesbezüglich ist jedoch anzumerken, dass der Parameter TOC keine toxikologische Relevanz besitzt, sondern als Summenparameter lediglich Auskunft über den Gehalt an organischem Kohlenstoff in einem Bodenmaterial gibt. Dieser ist naturgemäß in humosen Böden der durchwurzelten Bodenzone erhöht und stellt kein Ausschlusskriterium für eine ökologische und ökonomische Verwertung entsprechender Böden dar. Mögliche Verwertungswege sind das Auf- und Einbringen auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht oder das Herstellen einer solchen durchwurzelbaren Bodenschicht.

6 HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

Für die Bauausführung sind neben den speziellen technischen Normen der DIN 4033 bzw. DIN 4124 insbesondere die Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTVA-StB), für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB) und die Sicherheitsvorschriften der Tiefbau-Berufsgenossenschaft zu beachten. Zudem sind die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben“ (EAB) sowie die DIN EN 1610 zu beachten.

6.1 Bauausführung Schmutz- und Regenwasser-Kanalisation

6.1.1 Befahrbarkeit der Böden

Der im Bereich der geplanten Leitungstrassen anstehende Mutterboden ist vor Baubeginn zu entfernen. Gleiches gilt für die im Bereich RKS 9 angetroffenen Torfe bzw. aufgeweichte feinkornreiche Böden. Die unter dem vorhandenen Straßenaufbau bzw. dem Mutterboden folgenden schluffigen bis stark schluffigen Sande und feinsandigen Schluffe sind bei Wasserzutritt und bei dynamischen Beanspruchungen generell 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 bzw. für den Einbau der Konstruktionschichten eine Trockenhaltung des Erdplanums (ggf. durch Einbau einer seitlichen Drainage)

erforderlich. Das aus feinkornreichen Böden bestehende Planum sollte zur Vorbeugung gegen Staunässe möglichst mit Quergefälle profiliert werden. Zur Vermeidung von Aufweichungen darf das Planum **nur bei trockener frostfreier Witterung befahren bzw. angegriffen** werden. Die Bildung von Spurrinnen ist in jeden Fall zu vermeiden. Das Erdplanum sollte nur abschnittsweise freigelegt und direkt mit dem Material der nächstfolgenden Konstruktions-schicht belegt werden. Die Bodenmaterialien der weiteren Konstruktionsschichten (Frost-schutz- und Schottertragschicht) sind nur im „**Vor-Kopf-Verfahren**“ einzubauen.

Die unterhalb des Straßenaufbaus und Mutterbodens anstehenden Sande und Schluffe sind nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen zumeist locker gelagerte und von weicher bzw. weicher-steifer Konsistenz. Auf solchen Böden dürfte der bei Straßenbaumaßnahmen erforderliche Verformungsmodul E_{V2} von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ nur bei optimalen Witterungsbedin-gungen zu erreichen sein. Es ist nicht auszuschließen, dass bei ungünstigen Witterungsver-hältnissen ggf. Maßnahmen zur Baugrundverbesserung (z.B. durch Zugabe von Weißfeinkalk oder hydraulischem Kalk erforderlich werden.

Gem. 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 handelt es sich bei den auf Höhe des Erdplanums anstehenden schwach schluffigen bis stark schluffigen Sanden der RKS 5, 10 und 13 (Boden-gruppen (SU*)) um **frostempfindliche Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3** gem. ZTV E-StB. 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 an dieser Stelle ein frostsicherer Aufbau von 0,35 m (RKS 5), 0,40 m (RKS 10) und 0,20 m (RKS 13) vorliegt, ist eine Ertüchtigung des Straßenaufbaus notwendig.

Als Baustoffe für die Frostschutzschicht kommen gemäß ZTVT-StB Kiese und Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GE, GI und GW, Sande und Sand-Kies-Gemische der Boden-gruppen 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. Die Frostschutzschicht ist so herzustellen, dass ihr Trag- und Verformungsverhalten möglichst gleichmäßig ist. Dazu sind die Baustoffe so zu verladen, zu entladen und einzubauen, dass keine schädliche Entmischung eintritt. Die Baustoffe sind bei einem für den Einbau und die Verdichtung günstigen Wassergehalt lagenweise zu verdichten.

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 Aus-dehnung entsprechend schlecht tragfähige Bereiche haben.

6.1.2 Aushubtiefen, Baugrubensicherung und bauzeitliche Wasserhaltung

Nach derzeitigem Kenntnisstand soll eine Schmutzwasser- und Regenwasserkanalisation verlegt werden. Die Sohle der Schmutzwasserkanalisation (DN 250 Stz) soll nach den vorliegenden Plänen in einer Höhe von 108,38-111,10 m+NN liegen, die Sohle der Regenwasserkanalisation (DN 300-700 Sb) soll in einer Höhe von 110,20-112,00 m+NN liegen.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse liegen die Rohrsohlen der geplanten Kanaltrasse in unterschiedlich tragfähigen Schichten bzw. nach Abtrag des Mutterbodens oberhalb des Erdplanums. Während locker gelagerte bzw. aufgeweichte Böden nicht als Rohraufleger geeignet sind, stellen mindestens mitteldicht gelagerte bzw. nicht aufgeweichte (mind. steife) Böden einen tragfähigen Untergrund dar und können als direktes Rohraufleger dienen. Zur Auffüllung des Geländes ist verdichtungsfähiges Material (z.B. humusfreier Füllsand der Bodengruppen SE, SU gem. DIN 18196 mit einem Feinkornanteil von max. 10 %, ohne Störstoffe und Verunreinigungen) zu verwenden. Das Bodenmaterial ist lagenweise einzubauen und zu verdichten, wobei ein Verdichtungsgrad von ≥ 100 % der Proctordichte des Bodenmaterials erreicht werden sollte.

Nach den vorliegenden Daten liegen die Rohrsohlen der geplanten Kanalisation im Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels bzw. auch darunter. Wegen der großen Fließgefahr der in diesem Bereich anstehenden Sande bzw. der Aufweichungsgefahr der Schluffe sind vor Beginn der Kanalbaumaßnahmen auf jeden Fall **Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung und Wasserhaltung zwingend erforderlich**. Die Grundwasserabsenkung sollte zweckmäßigerweise über parallel zu den geplanten Leitungstrassen eingefräste Tiefendrainagen vorgenommen werden. Das Grundwasser ist bis mindestens 0,50 m unter die maximale Aushubtiefe abzusenken. Sämtliche Erdarbeiten bzw. ein Baugrubenaushub nur in niederschlagsarmen Jahreszeiten durchgeführt werden. Anfallendes Schichtenwasser kann mittels offener Wasserhaltung mit Pumpensumpf beherrscht werden. Zur Vermeidung von Sohlaufweichungen sollte hierfür ein neben oder unter der Rohrleitung geführtes kokosummanteltes Drainagerohr in einer Bettung aus einem Kies-Sand-Gemisch oder Schotter verlegt 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 bei ausreichenden Platzverhältnissen unter einem Winkel von 45° bei Sanden und 60° bei mindestens steifen Schluffen abgeböschet werden. Steilere oder höhere Böschungen sind dagegen durch einen vertikalen Verbau (z.B. Kanaldielenverbau oder Großtafelverbau) zu sichern. Bei verbauloser Abböschung sollten die Grabenflanken wegen der großen Aufweichungsgefahr der anstehenden bindigen Böden mit einer Baufolie abgedeckt werden.

6.1.3 Rohraufleger

Die auf Höhe der geplanten Sohle der geplanten SW-Kanalisation anstehenden Böden sind als Rohraufleger nur bedingt geeignet, da sie zum Teil locker gelagert bzw. aufweichungsgefährdet sind. Die anstehenden locker gelagerten Sande können nachverdichtet werden. An der Baugrubensohle anstehende bindige Böden in weicher Konsistenz sollten dagegen in einer Mindeststärke von 0,30 m ausgehoben und durch verdichtungsfähiges Bodenmaterial (z.B. Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppe GW gem. DIN 18196 oder Schotter 0/45 gem. TL SoB-StB) ersetzt werden. 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 ZTV E-StB erforderlichen Verdichtungsgrade sind der folgenden Abbildung 3 zu entnehmen.

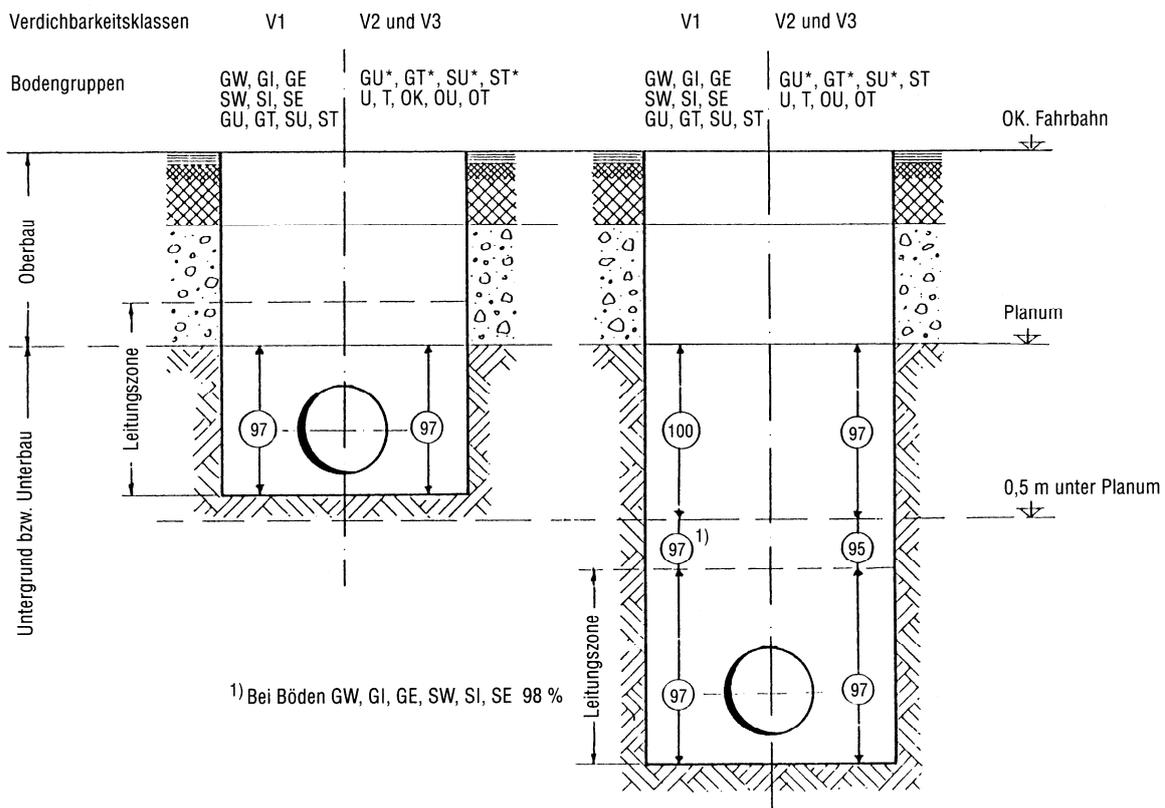


Abbildung 3: Beispiele für den zu erreichenden Verdichtungsgrad D_{Pr} .

Sollten abweichend von den festgestellten Verhältnissen im Bereich der geplanten Rohrsohle aufgeweichte bindige oder organische Böden angetroffen werden, so sind diese auf jeden Fall in einer Mindeststärke von 0,30 m auszuheben und durch verdichtungsfähiges Bodenmaterial zu ersetzen. Art und Umfang eines entsprechenden Bodenaustausches sollten vom Bodengutachter im Rahmen eines Ortstermins festgelegt werden.

6.2 Wiedereinbau der Aushubböden

Die beim Aushub der Kanalbaugruben anfallenden Sande der Bodengruppen SU gemäß DIN 19196 können sehr gut nachverdichtet und als Verfüllmaterial wiederverwendet werden.

Die anfallenden feinkornreichen Böden der Bodengruppen SU* und UL gemäß DIN 18196 lassen sich dagegen wegen ihres hohen Feinkornanteils grundsätzlich nur im Bereich ihres jeweiligen optimalen Wassergehaltes (w_{Pr}) verdichten. Aufgeweichte bindige Böden sind nicht zu verdichten und müssen von einbaufähigen Böden getrennt werden.

Die Bodenmaterialien sind in Einzellagen ($D \leq 0,30$ m) einzubauen und zu verdichten, wobei das einzusetzende Gerät auf die Bodenmaterialien abzustimmen ist.

6.3 Baubegleitende Prüfungen

In Anlehnung an die ZTV SoB-StB, ZTV Asphalt-StB bzw. ZTVE-StB werden folgende baubegleitende Prüfungen empfohlen:

- Verdichtungsüberprüfung der ungebundenen Tragschichten und der Dammschüttung (statische und dynamische Plattendruckversuche)
- Überprüfung der Korngrößenverteilung des Schottertragschichtmaterials
- Güteprüfungen des Asphaltmischgutes, Verdichtungsüberprüfungen des eingebauten Asphaltmischgutes (Entnahme von Bohrkernen, Überprüfung von Verdichtungsgrad und Hohlraumgehalt der eingebauten Asphaltsschichten)
- Überprüfung der Kanalgrabenverfüllung

Die Abtrags- bzw. Gründungssohle sollten vom Bodengutachter abgenommen werden. Für die Durchführung entsprechender Ortstermine bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung.

7 SCHLUSSWORT

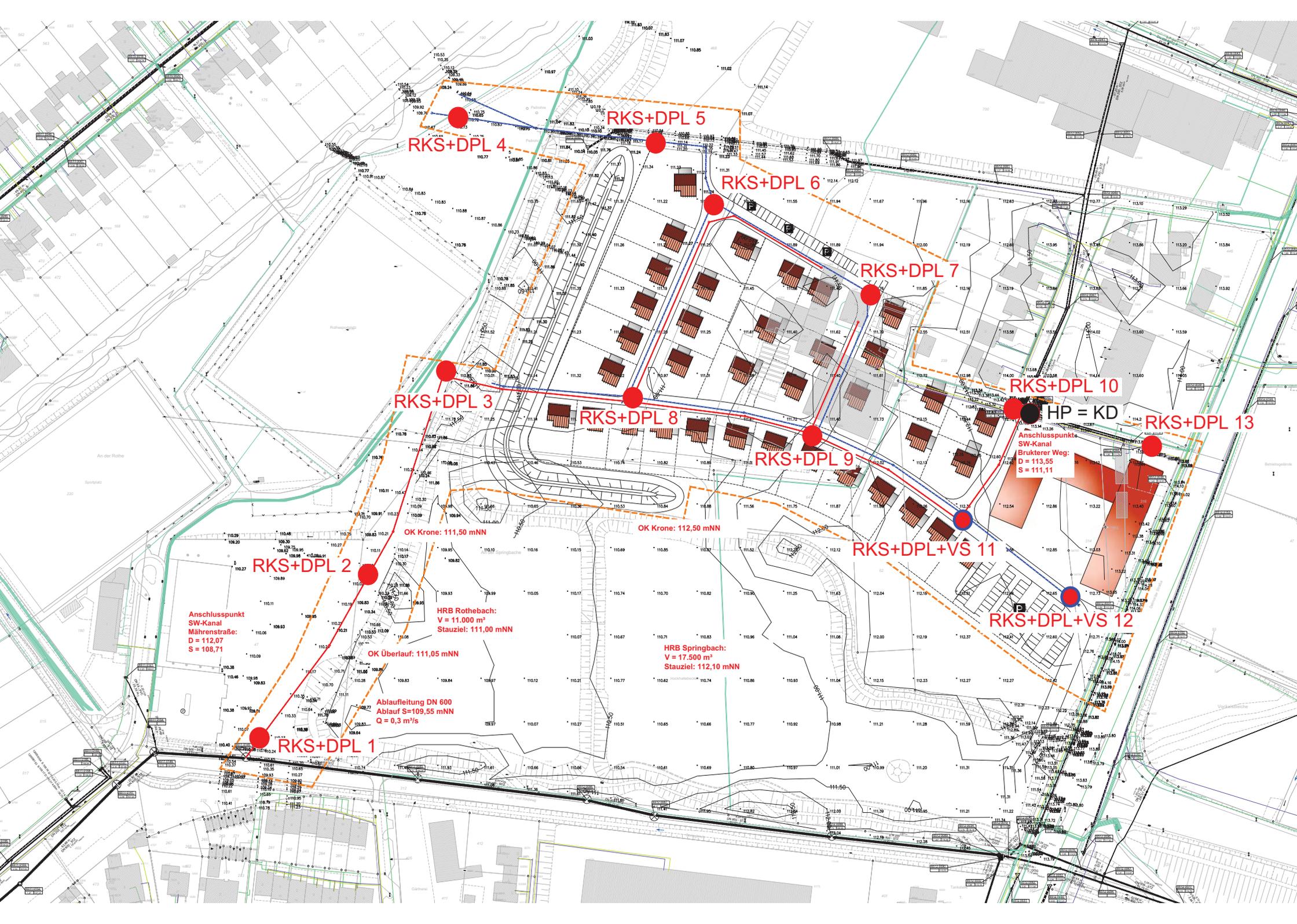
Im vorliegenden Bericht wurden die Untergrundverhältnisse auf der Basis von Ergebnissen punktueller Sondierungen beschrieben. Diese geben die Untergrundverhältnisse im unmittelbaren Bereich der jeweiligen Bohrstelle wieder. Geologisch bedingt können sich Abweichungen hinsichtlich der Schichtmächtigkeiten 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 in diesem Bericht nicht oder abweichend erörtert wurden, ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.



M.Sc. Geowiss. Stephan Eichholt



Dipl.-Geol. Michael Berndt



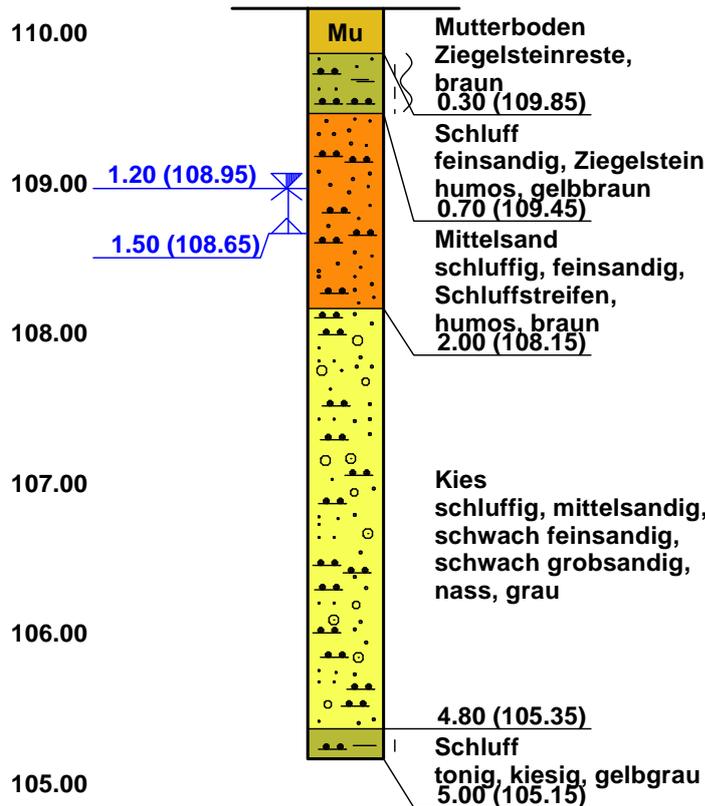
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Paderborn "Bruktererweg" Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 210715-PAD-BRU
		Anlage-Nr.: 2.1
		Maßstab: 1:50/100

Höhe in m+NN



RKS 1

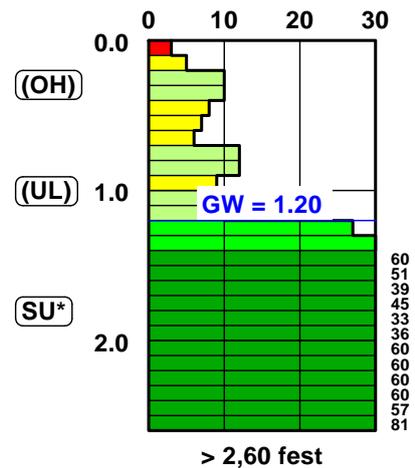
110,15 m



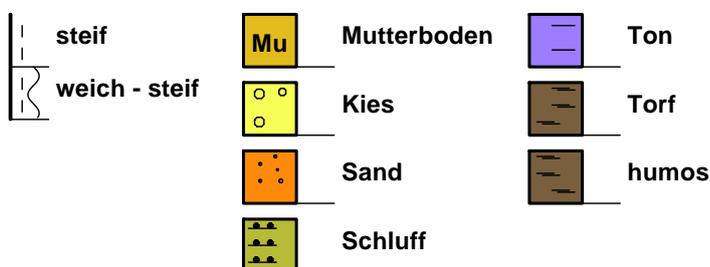
DPL 1

110,15 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL

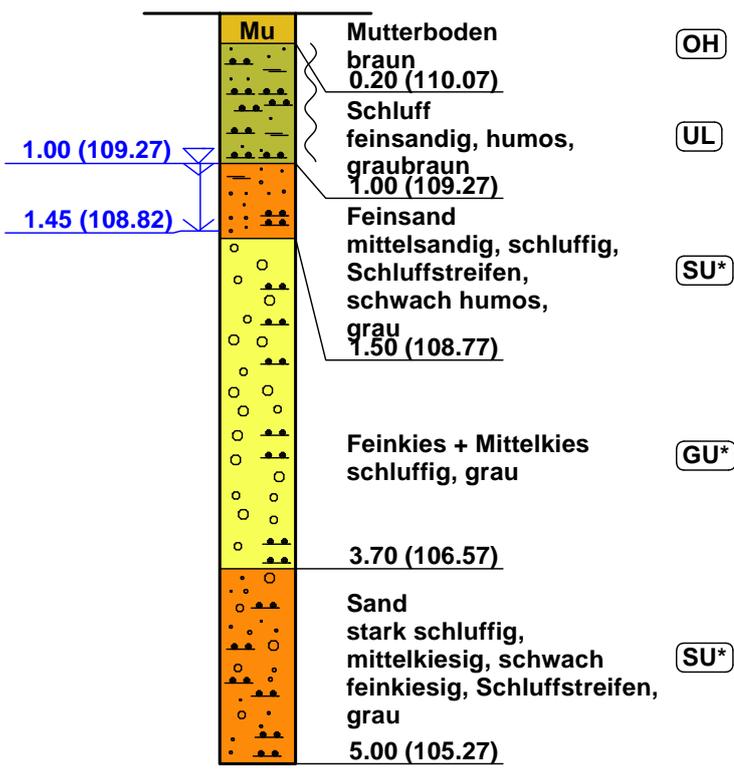


Höhe in m+NN



RKS 2

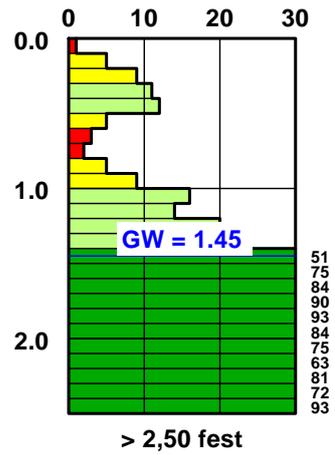
110,27 m



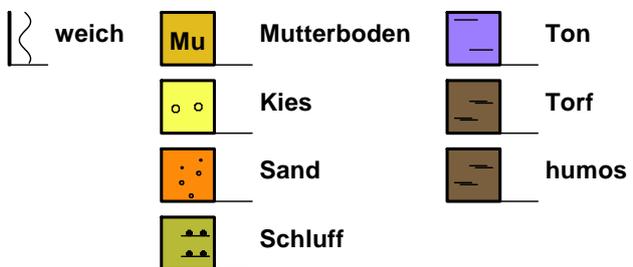
DPL 2

110,27 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL



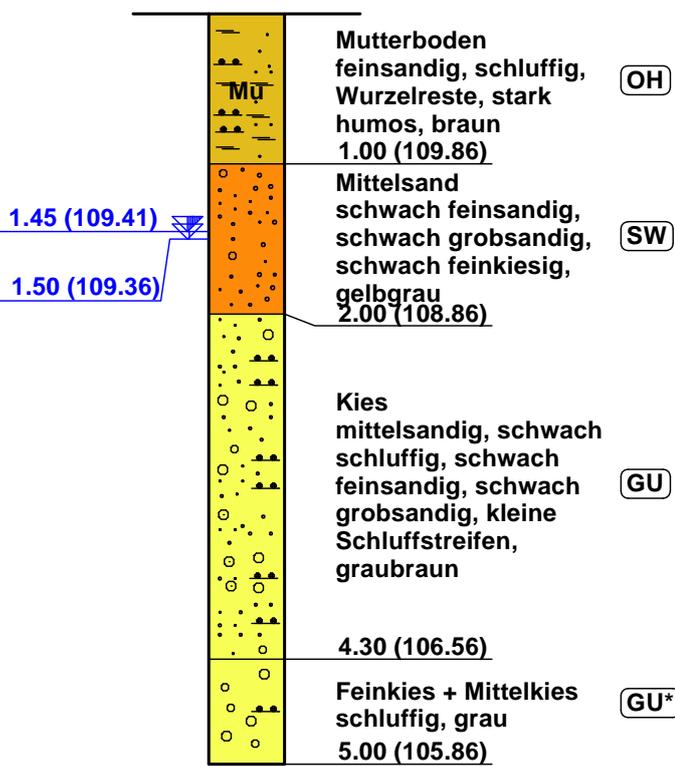
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Paderborn "Bruktererweg" Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 210715-PAD-BRU
		Anlage-Nr.: 2.3
		Maßstab: 1:50/100

Höhe in m+NN



RKS 3

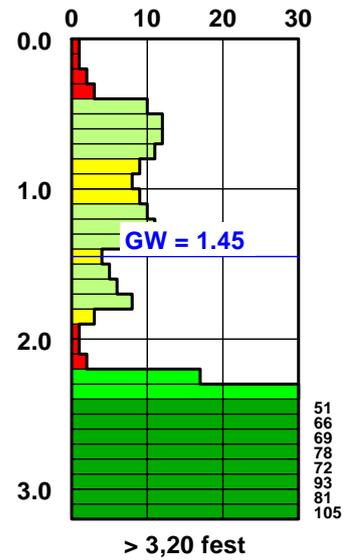
110,86 m



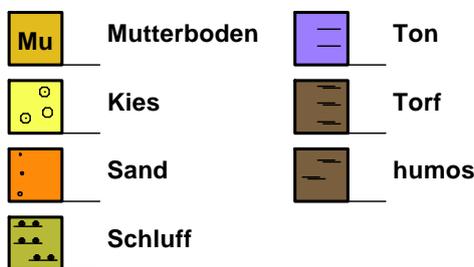
DPL 3

110,86 m

Schlagzahlen je 10 cm



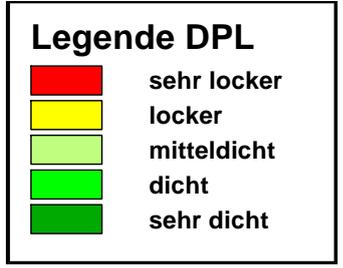
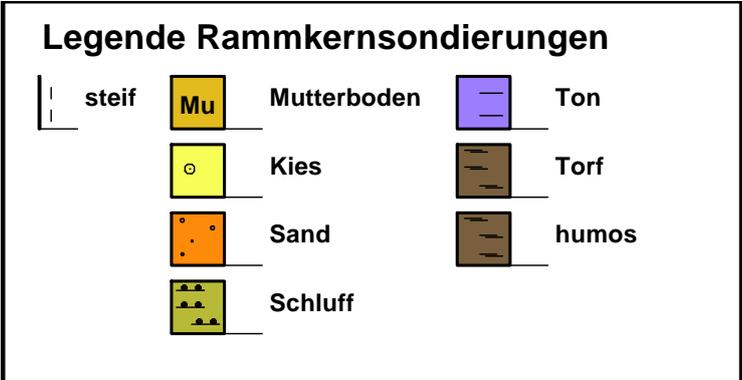
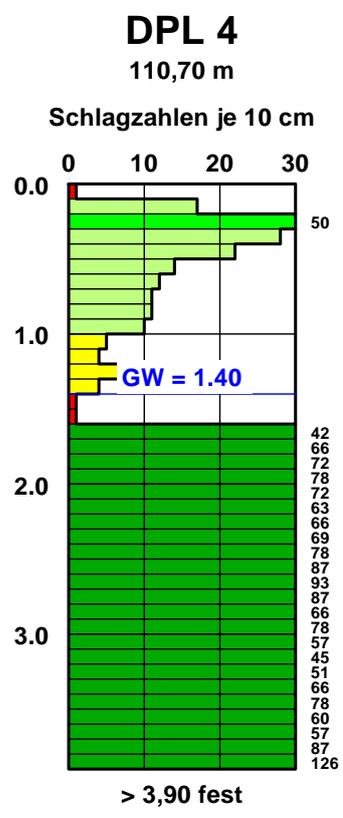
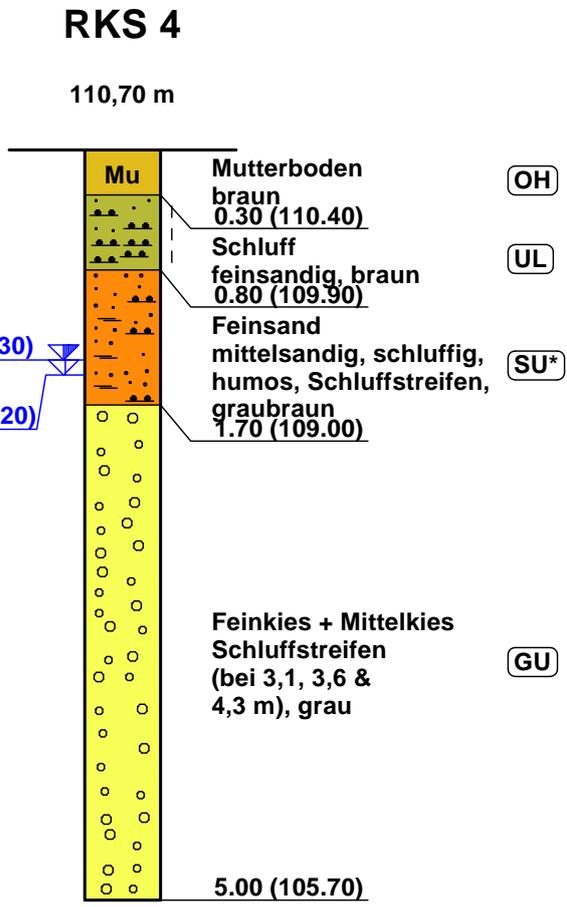
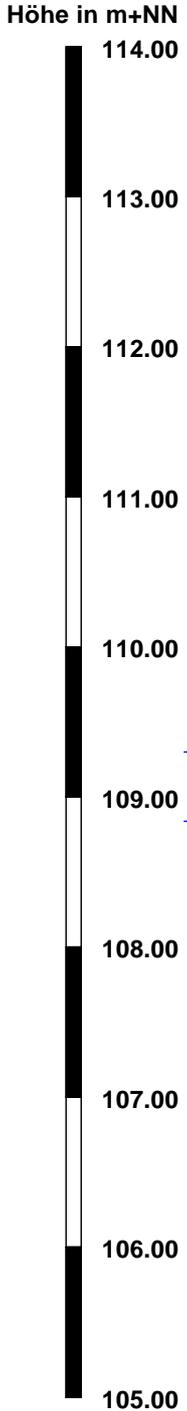
Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL

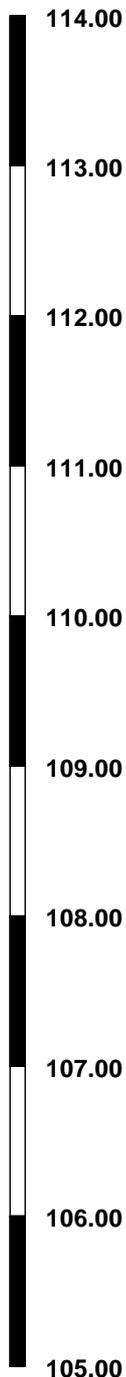


conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Paderborn "Bruktererweg" Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 210715-PAD-BRU
		Anlage-Nr.: 2.4
		Maßstab: 1:50/100



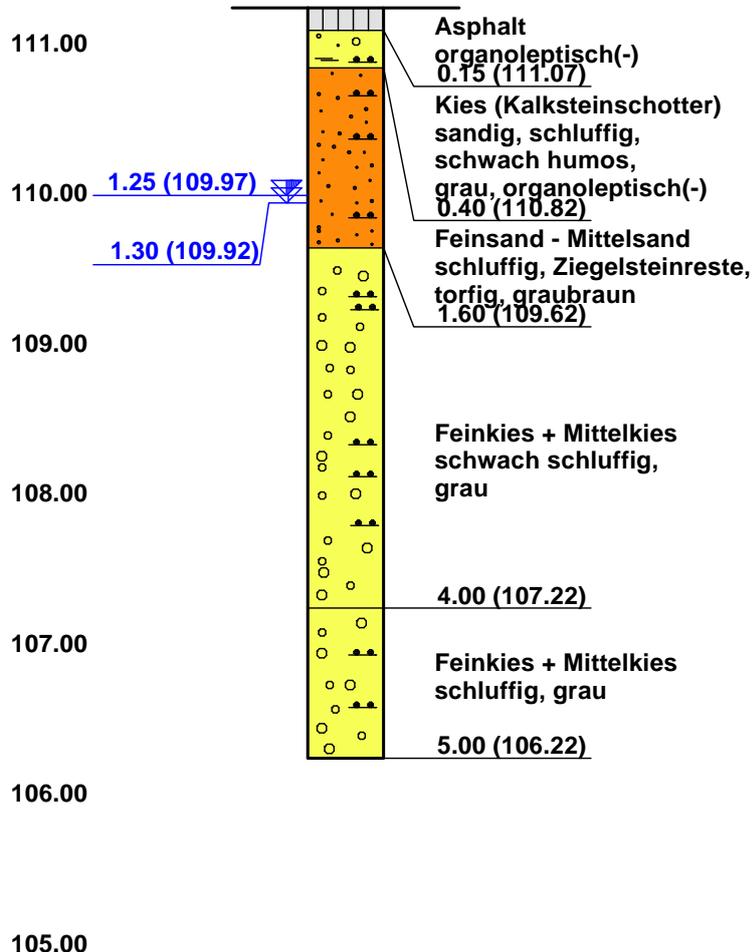
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Paderborn "Bruktererweg" Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 210715-PAD-BRU
		Anlage-Nr.: 2.5
		Maßstab: 1:50/100

Höhe in m+NN



RKS/SCH 5

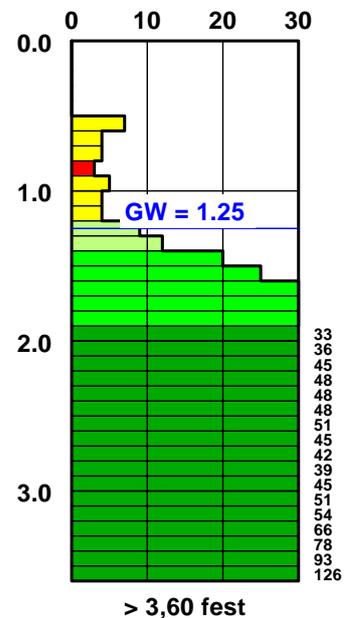
111,22 m



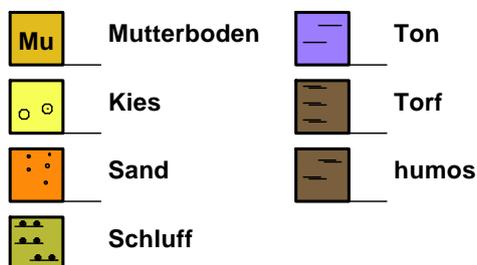
DPL 5

111,22 m

Schlagzahlen je 10 cm



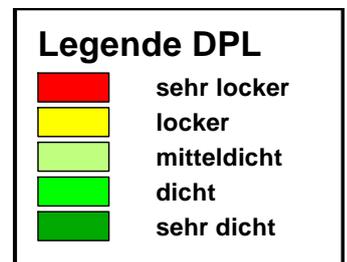
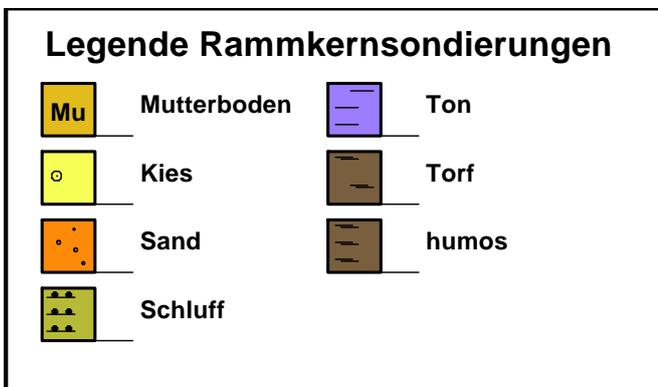
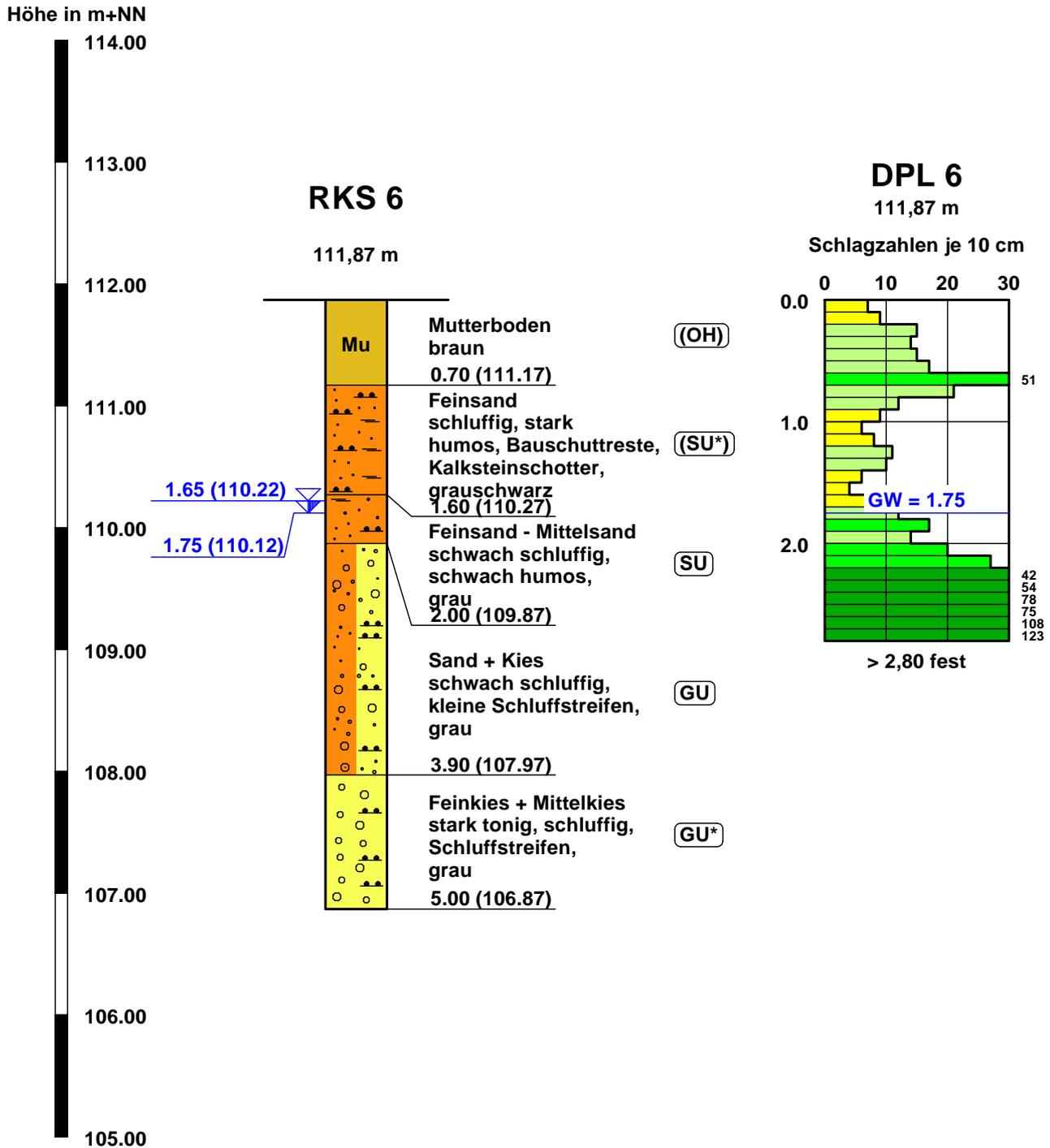
Legende Rammkernsondierungen

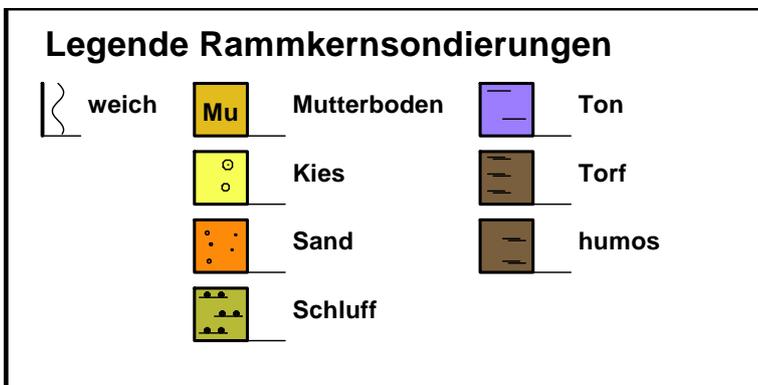
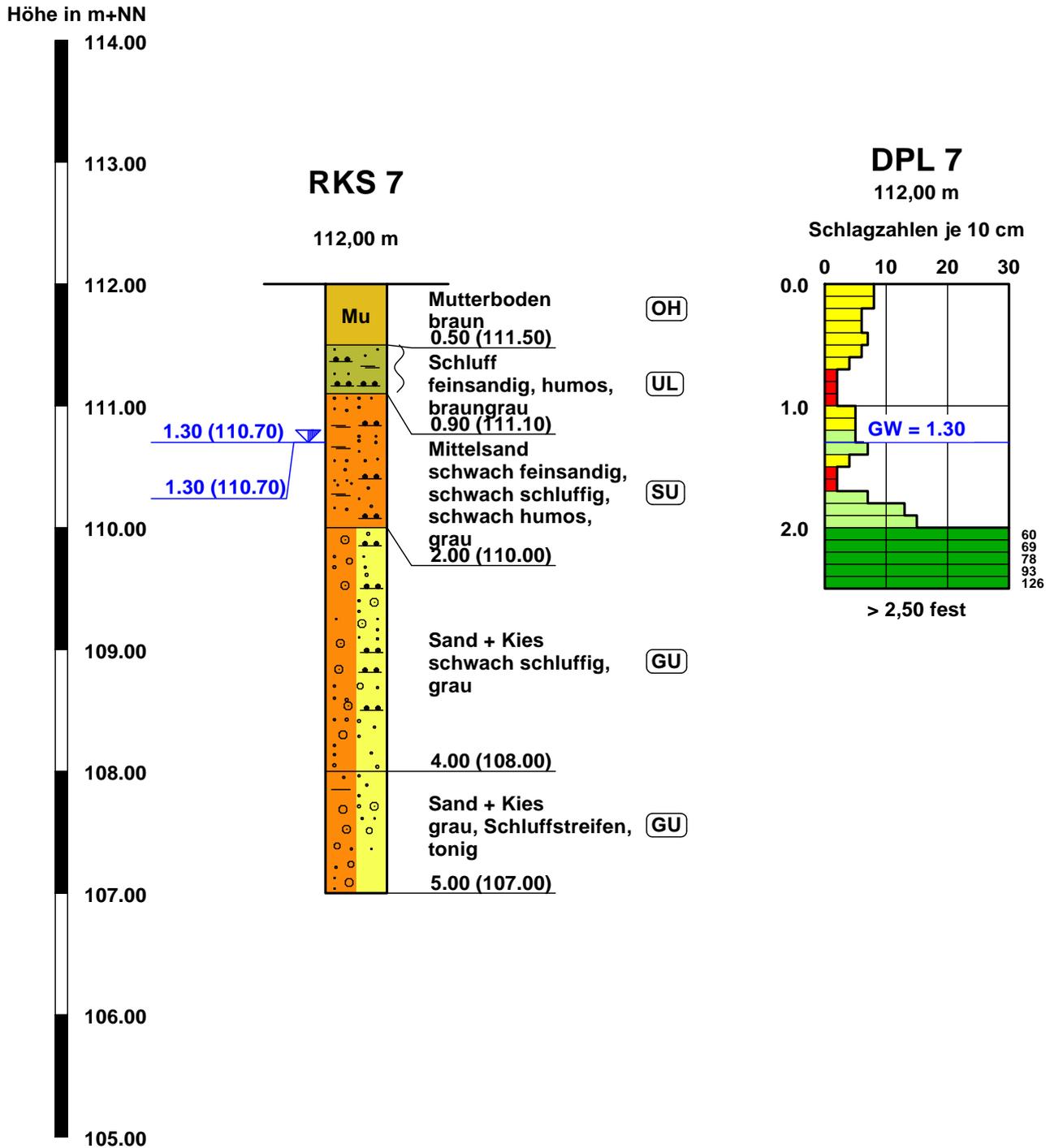


Legende DPL



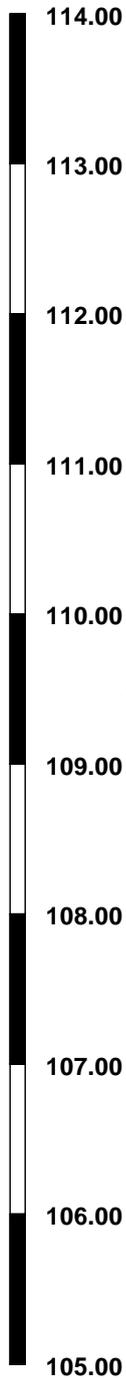
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Paderborn "Bruktererweg" Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 210715-PAD-BRU
		Anlage-Nr.: 2.6
		Maßstab: 1:50/100



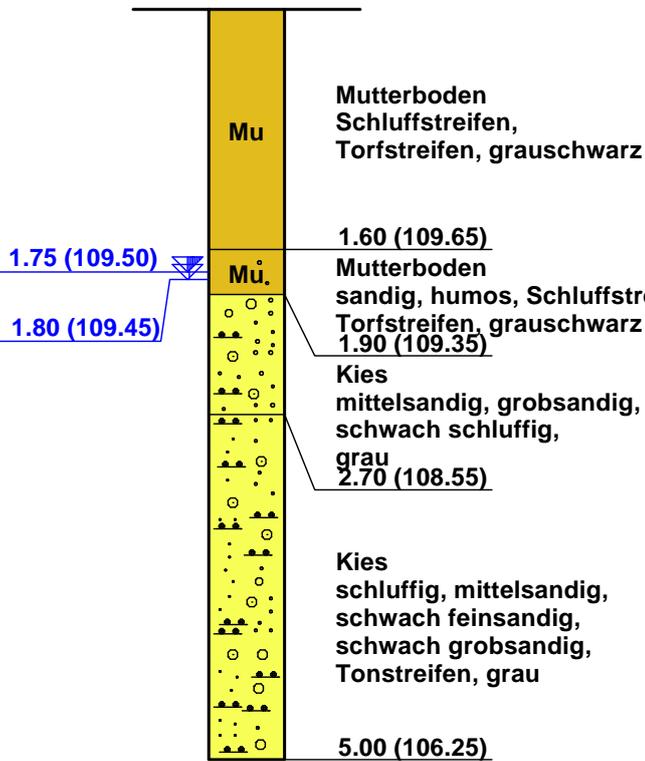


conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Paderborn "Bruktererweg" Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 210715-PAD-BRU
		Anlage-Nr.: 2.8
		Maßstab: 1:50/100

Höhe in m+NN

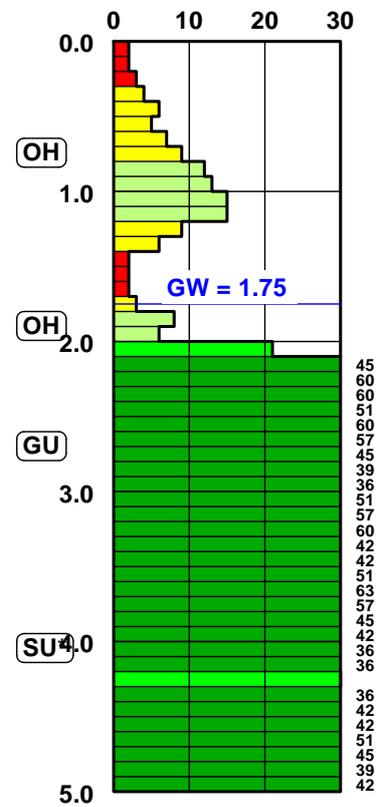


RKS 8
111,25 m

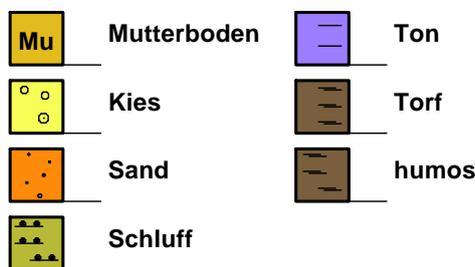


DPL 8
111,25 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Rammkernsondierungen

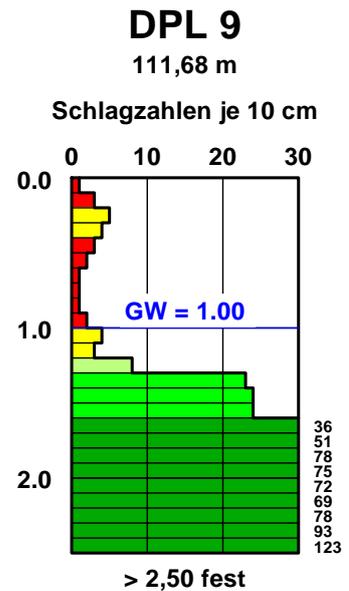
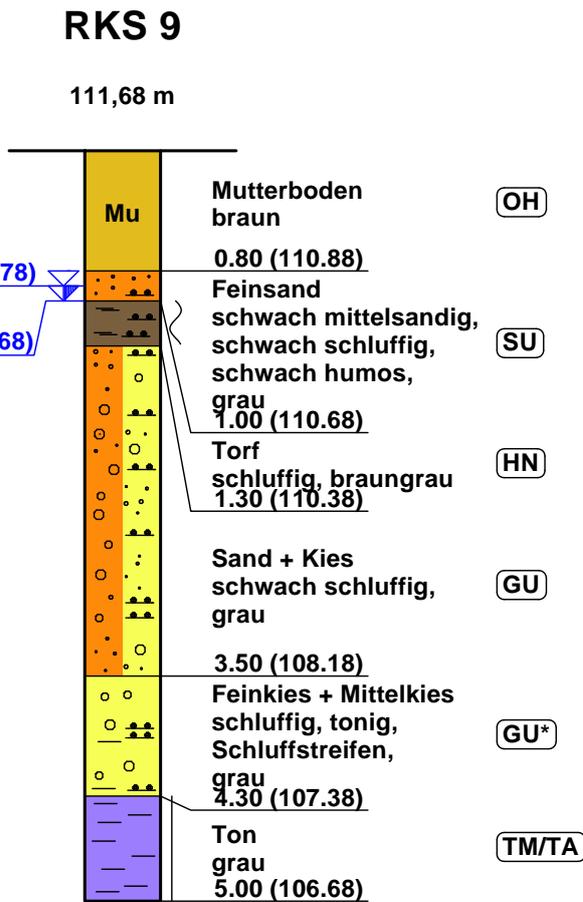


Legende DPL

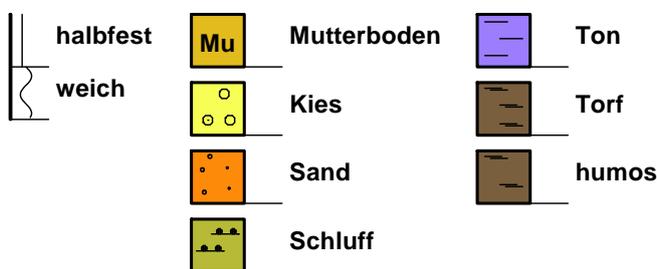


conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Paderborn "Bruktererweg" Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 210715-PAD-BRU
		Anlage-Nr.: 2.9
		Maßstab: 1:50/100

Höhe in m+NN

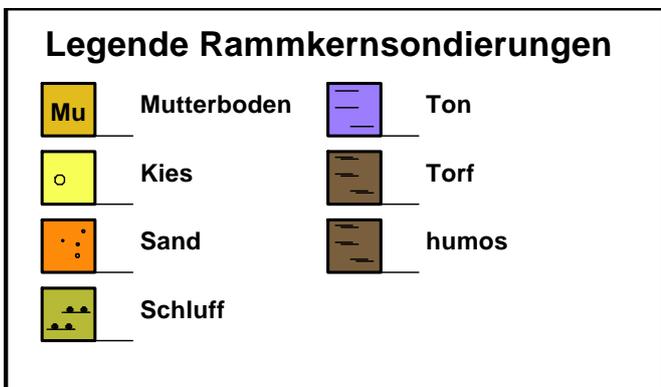
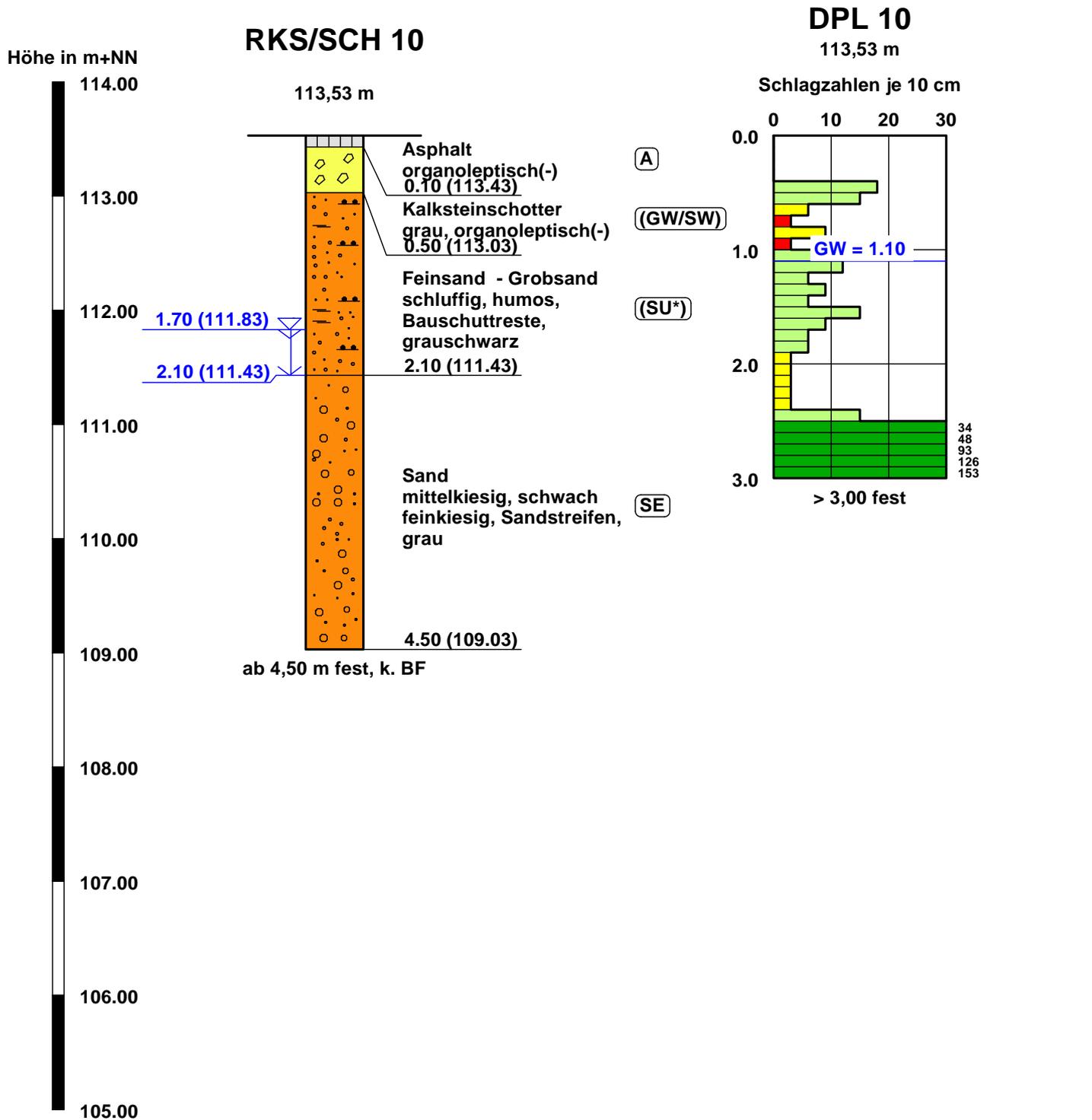


Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL



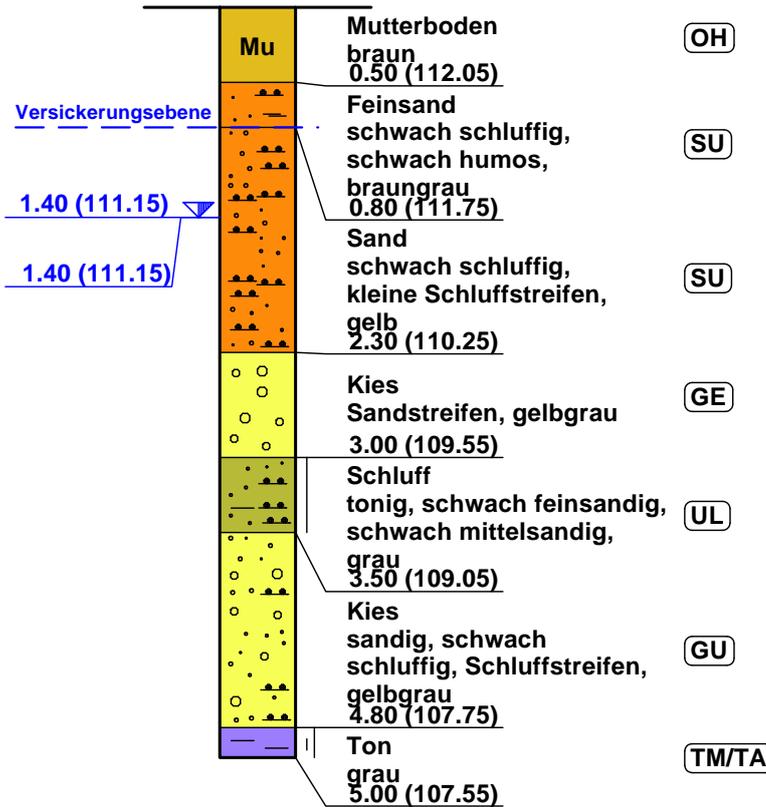


Höhe in m+NN



RKS/VS 11

112,55 m

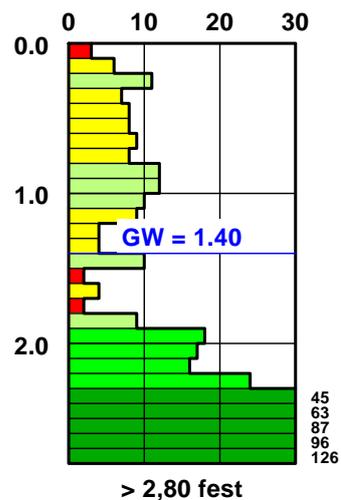


Versickerungsebene
 1.40 (111.15)
 1.40 (111.15)

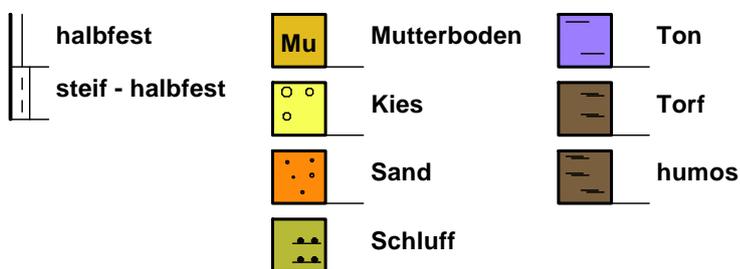
DPL 11

112,55 m

Schlagzahlen je 10 cm



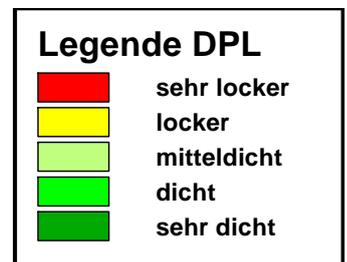
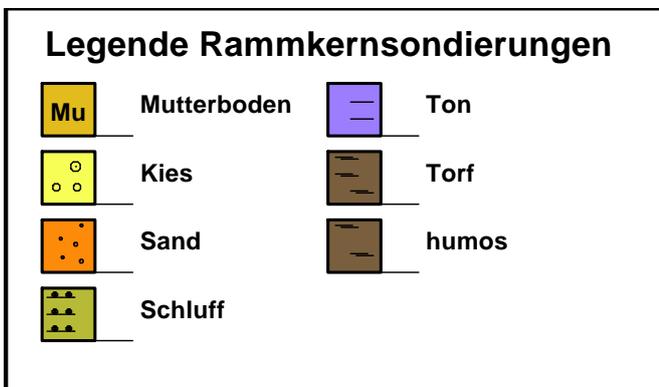
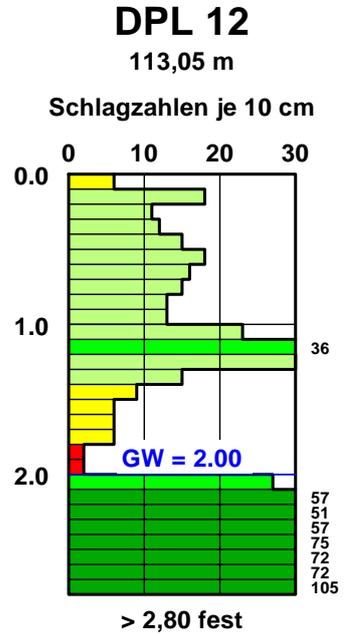
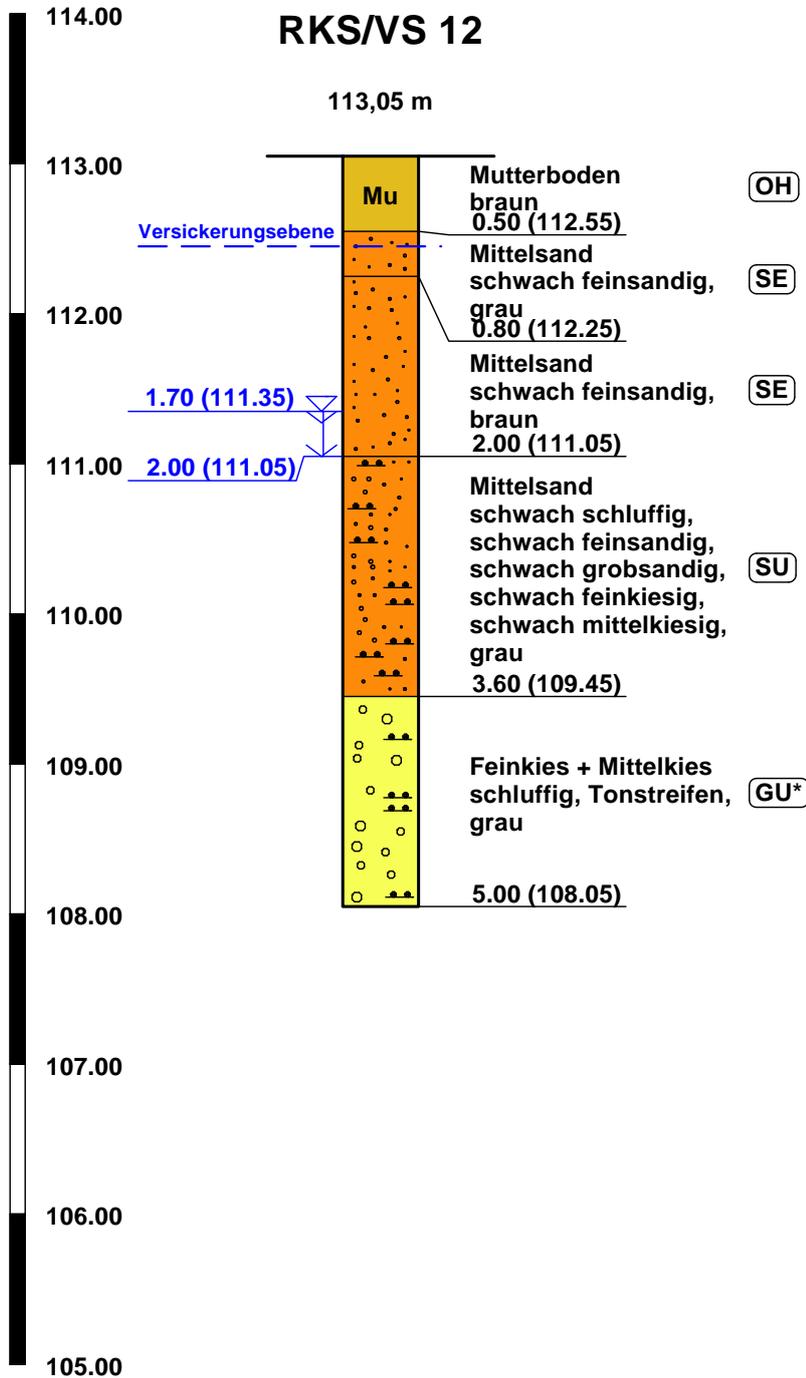
Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL



Höhe in m+NN



RKS/SCH 13

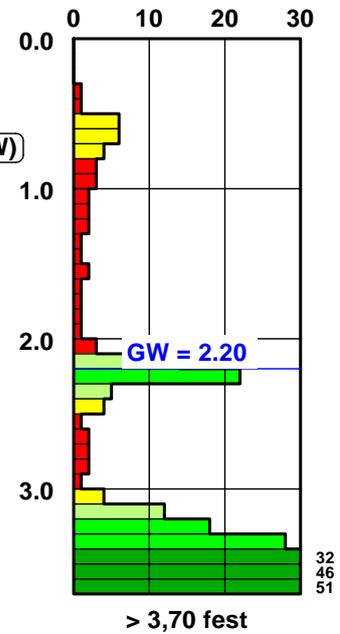
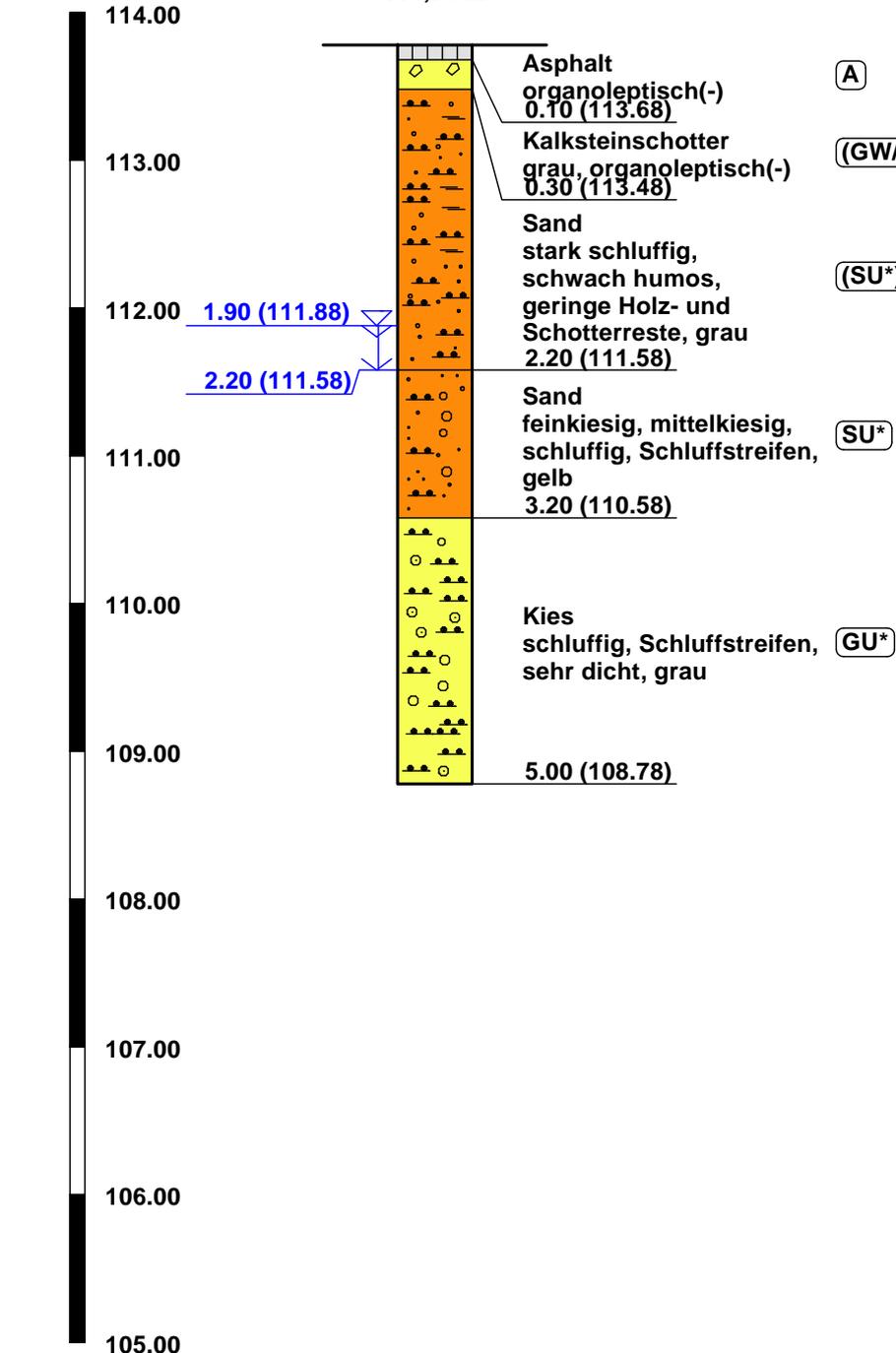
DPL 13

113,78 m

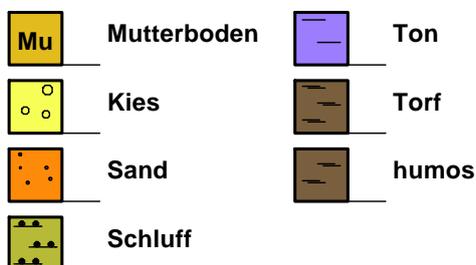
Höhe in m+NN

113,78 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL



BESTIMMUNG DES WASSERGEHALTES



Geotechnische Gesellschaft mbH

nach DIN 18121, DIN EN 1097-5

Bauvorhaben:
B-Plan 242 "Bruktererweg", Paderborn

Projekt Nr.: 210715-PAD-BRU

Anlage: 4.1

EDV-Nr.:

Probe entnommen von: Graf

am: 01.08.2015

Analysen durchgeführt von: Angelov

am: 03.09.2015

Nr.	Probenbezeichnung (z.B. Projekt Nr., Bohrung, Körnung, Teufe)	Gewicht des Behälters m_B [g]	Gewicht der Probe + Behälter		Wassergehalt w $\frac{m_{Bf} - m_{Bt}}{m_{Bt} - m_B} \cdot 100$ [M.-%]
			m_{Bf} feucht [g]	m_{Bt} trocken [g]	
1	RKS 2 (0,20 - 1,00 m)	136,0	287,8	261,7	20,76
2	RKS 4 (0,30 - 0,80 m)	91,7	200,1	187,8	12,80
3	RKS 7 (0,50 - 0,90 m)	145,3	212,6	195,7	33,53
4	RKS 8 (1,60 - 1,90 m)	175,2	347,1	314,1	23,76
5	RKS 9 (1,00 - 1,30 m)	139,8	235,7	189,3	93,74
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

BESTIMMUNG DES GLÜHVERLUSTES



Geotechnische Gesellschaft mbH

nach DIN 18128, DIN EN 1744-1

Bauvorhaben:
B-Plan 242 "Bruktererweg", Paderborn

Projekt Nr.: 210715-PAD-BRU

Anlage: 4.2

EDV-Nr.:

Probe entnommen von:

Graf

am: 01.08.2015

Analysen durchgeführt von:

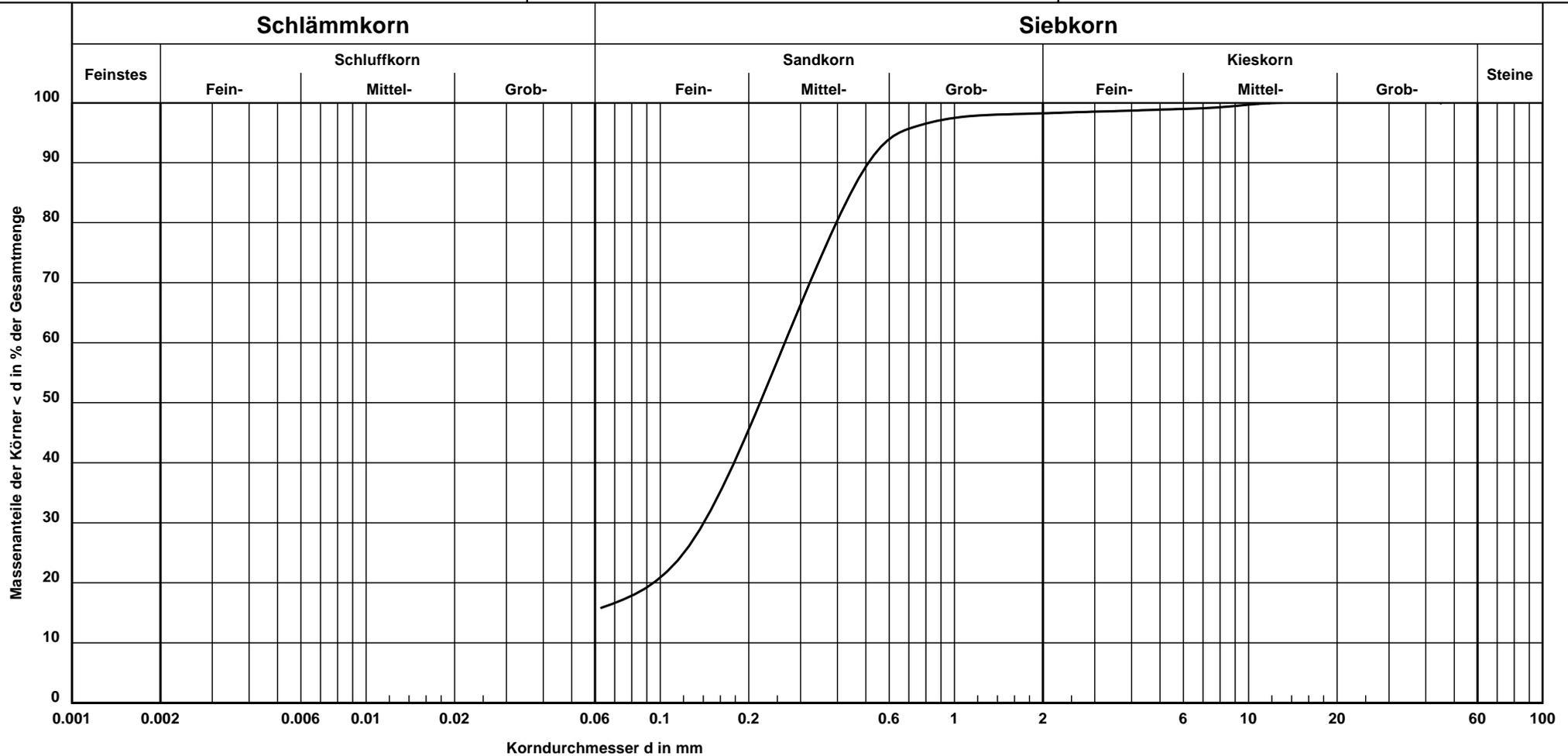
Angelov

am: 03.09.2015

Nr.	Probenbezeichnung (z.B. Projekt Nr., Bohrung, Körnung, Teufe)	Gewicht des Behälters m_B [g]	Gewicht der Probe + Behälter		Glühverlust v_{gl} [M.-%]
			m_d Versuchs beginn [g]	m_{gl} Versuchs ende [g]	
1	RKS 2 (0,20 - 1,00 m) / I	20,51	40,87	39,92	4,67
2	RKS 2 (0,20 - 1,00 m) / II	21,04	41,10	40,14	4,79
3	RKS 4 (0,80 - 1,70 m) / I	20,40	40,53	39,85	3,38
4	RKS 4 (0,80 - 1,70 m) / II	21,45	41,46	40,74	3,60
5	RKS 7 (0,50 - 0,90 m) / I	21,79	41,84	40,86	4,89
6	RKS 7 (0,50 - 0,90 m) / II	20,09	40,12	39,10	5,09
7	RKS 8 (1,60 - 1,90 m) / I	21,66	41,66	40,69	4,85
8	RKS 8 (1,60 - 1,90 m) / II	21,01	41,07	40,05	5,08
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Bearbeiter: Janzen

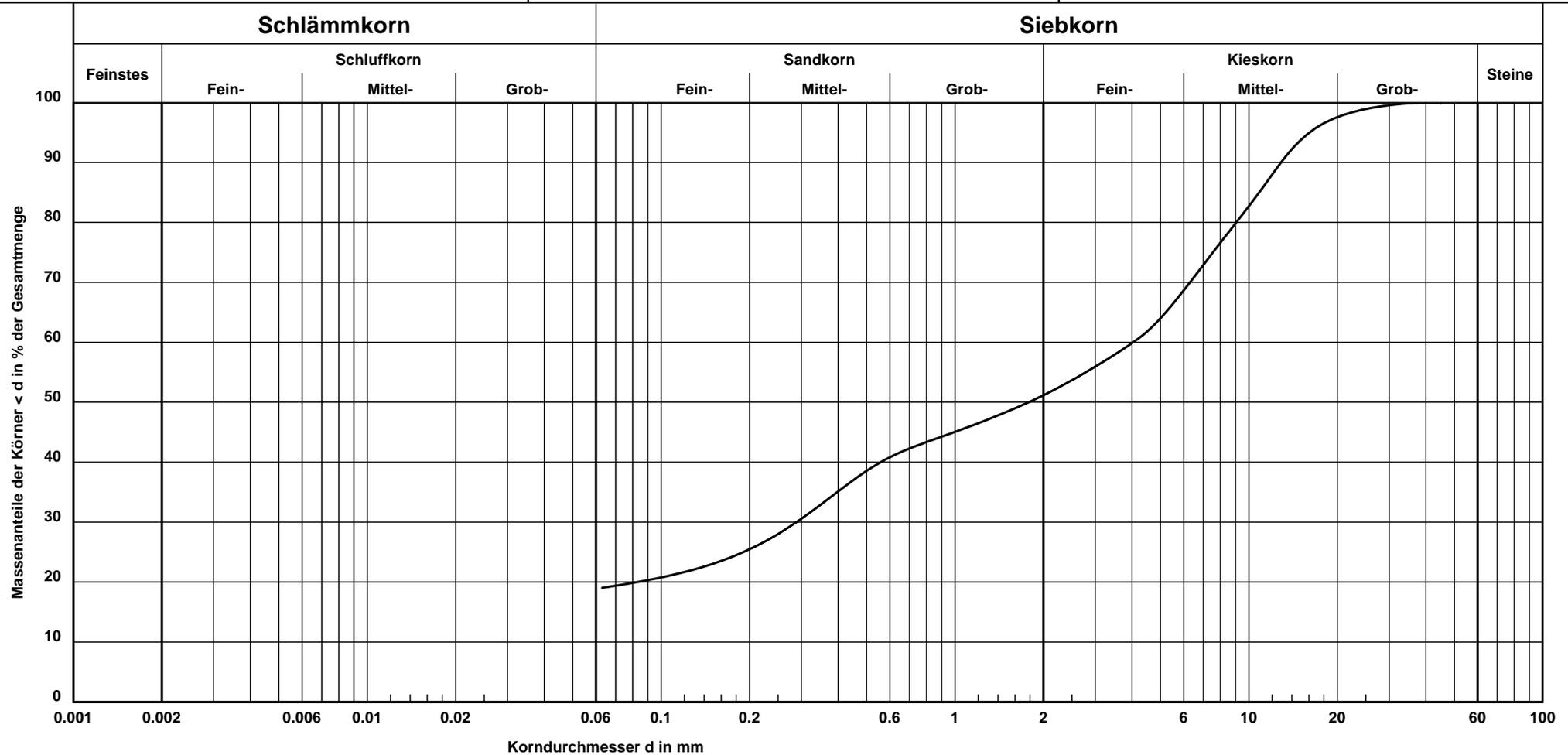
Datum: 18.08.2015



Bezeichnung:	RKS 1 - 0,70-2,00 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	mS, u, fs		
T/U/S/G [%]:	- /15.8/82.4/1.8		
Bodengruppe:	SU*		

Bearbeiter: Janzen

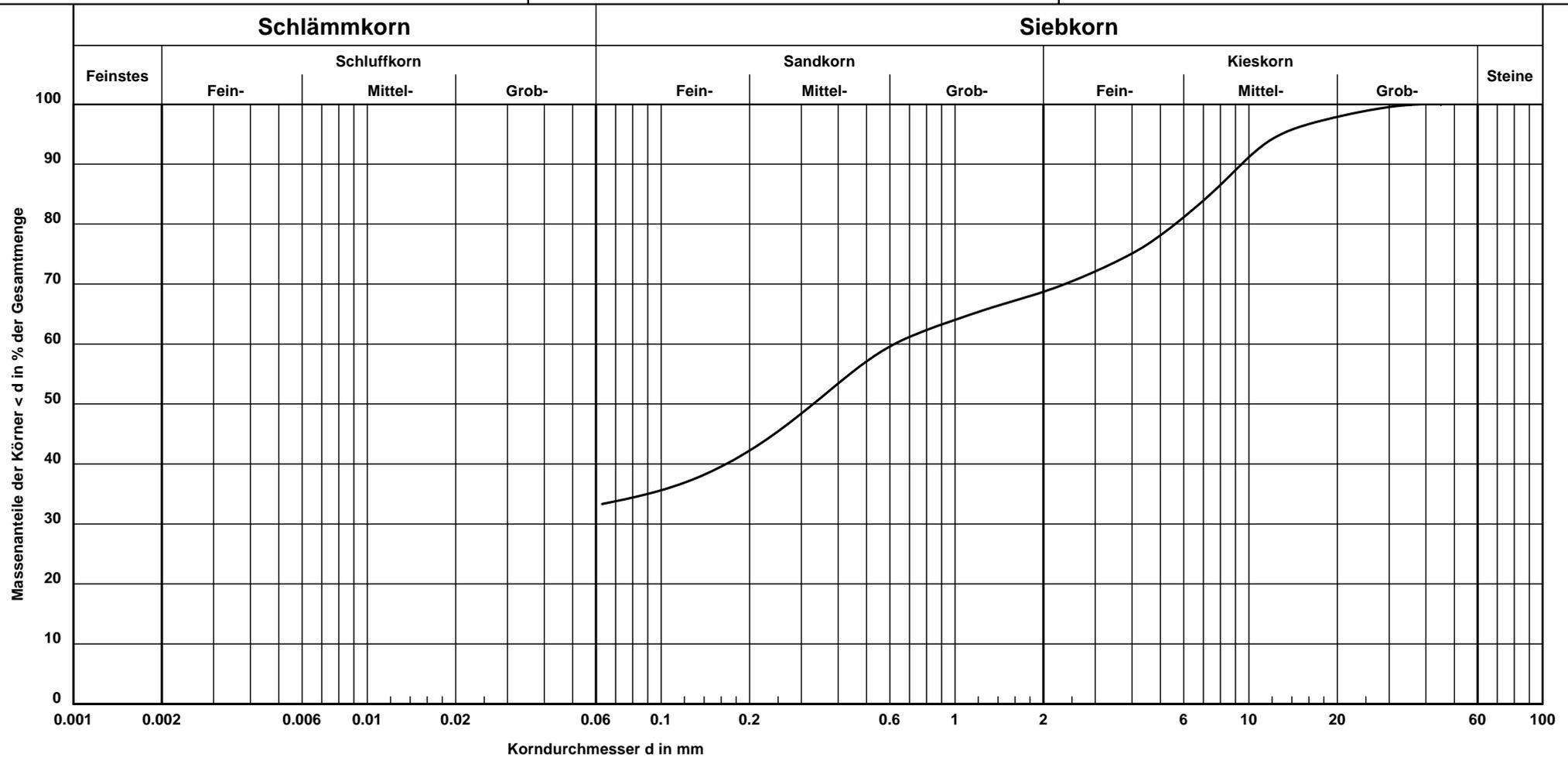
Datum: 18.08.2015



Bezeichnung:	RKS 1 - 2,00-4,80 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	G, u, ms, fs', gs'		
T/U/S/G [%]:	- /19.0/32.1/48.8		
Bodengruppe:	GU*		

Bearbeiter: Janzen

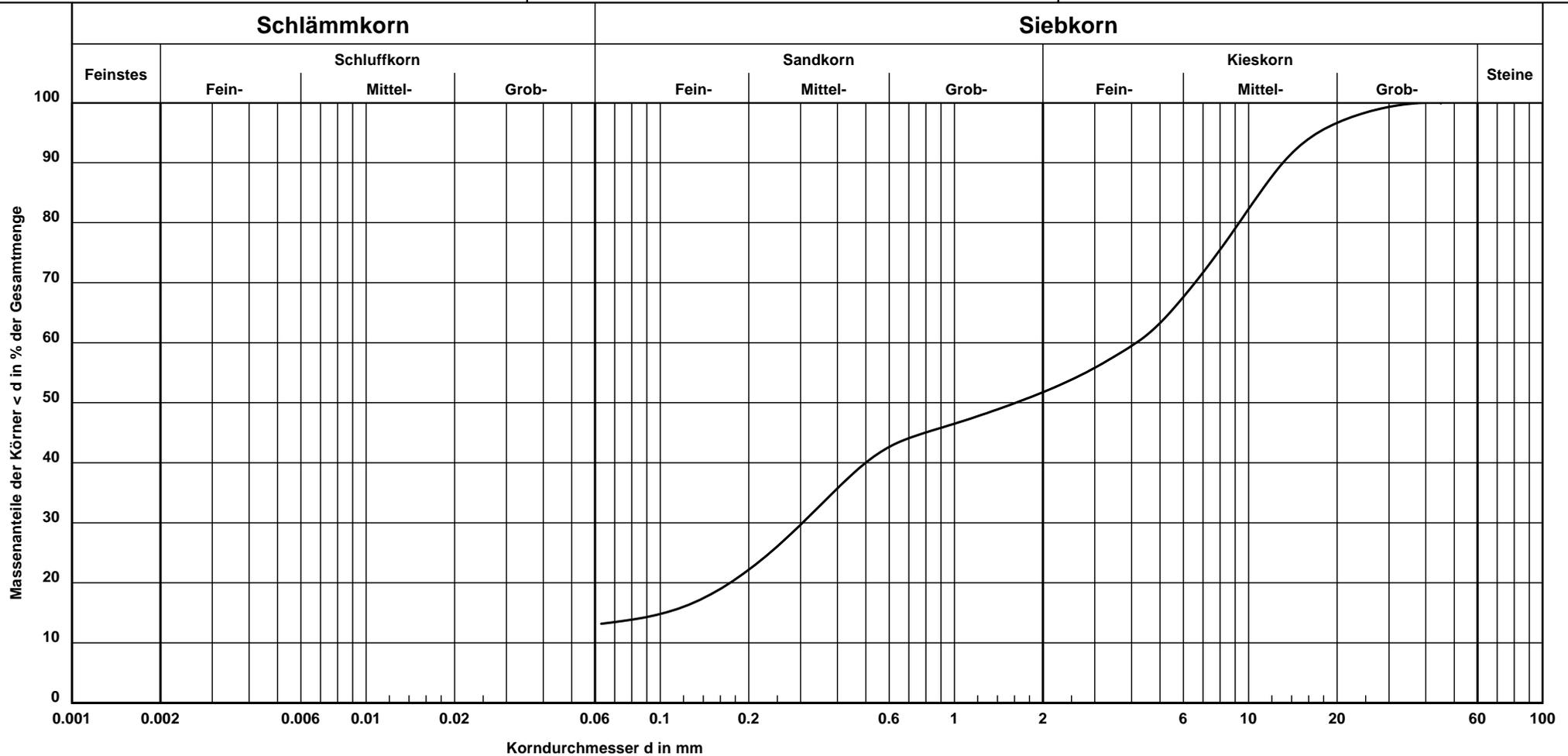
Datum: 18.08.2015



Bezeichnung:	RKS 2 - 3,70-5,00 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	S, ū, mg, fg'		
T/U/S/G [%]:	- /33.3/35.4/31.3		
Bodengruppe:	SU*		

Bearbeiter: Janzen

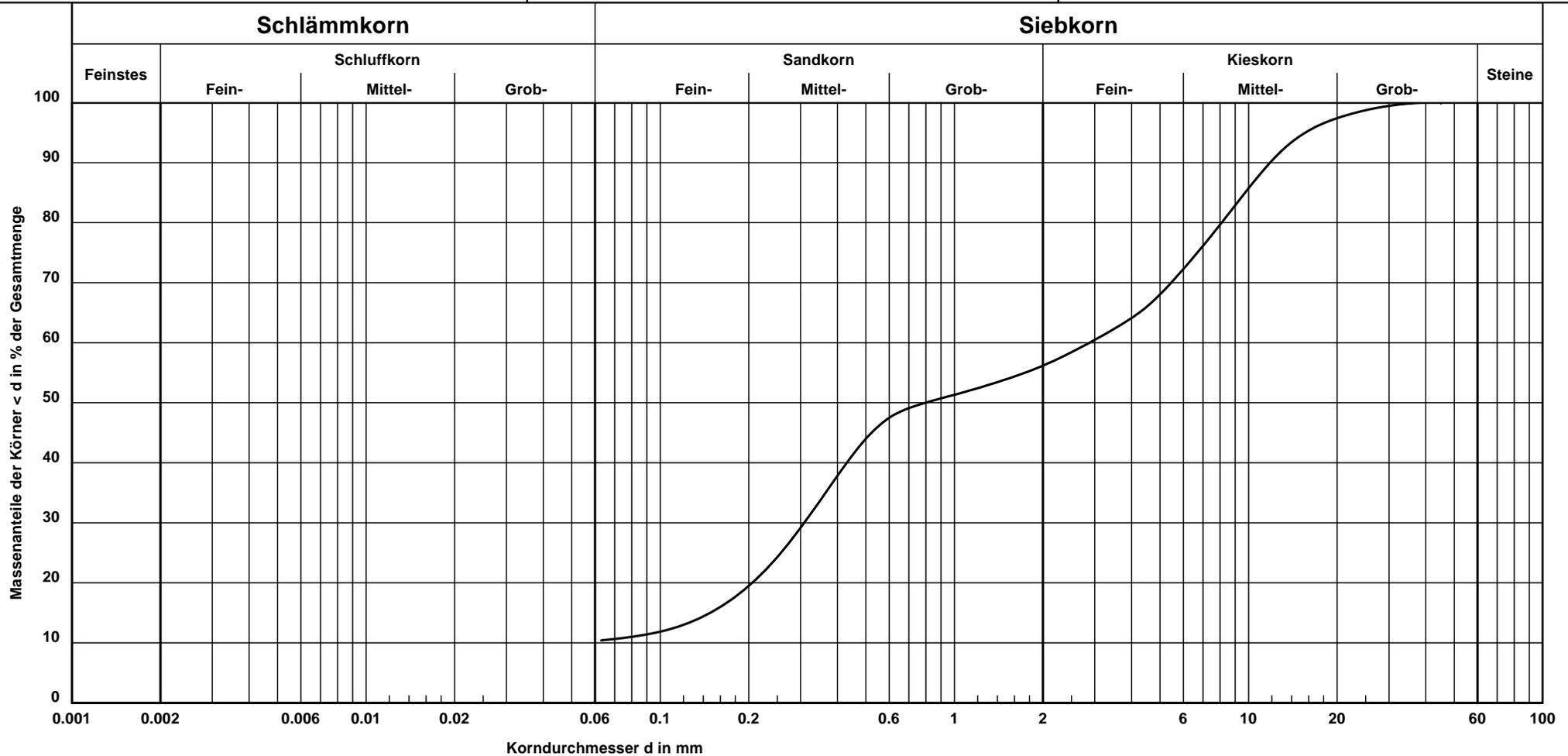
Datum: 18.08.2015



Bezeichnung:	RKS 3 - 2,00-4,30 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	G, ms, u', fs', gs'		
T/U/S/G [%]:	- /13.2/38.6/48.2		
Bodengruppe:	GU		

Bearbeiter: Janzen

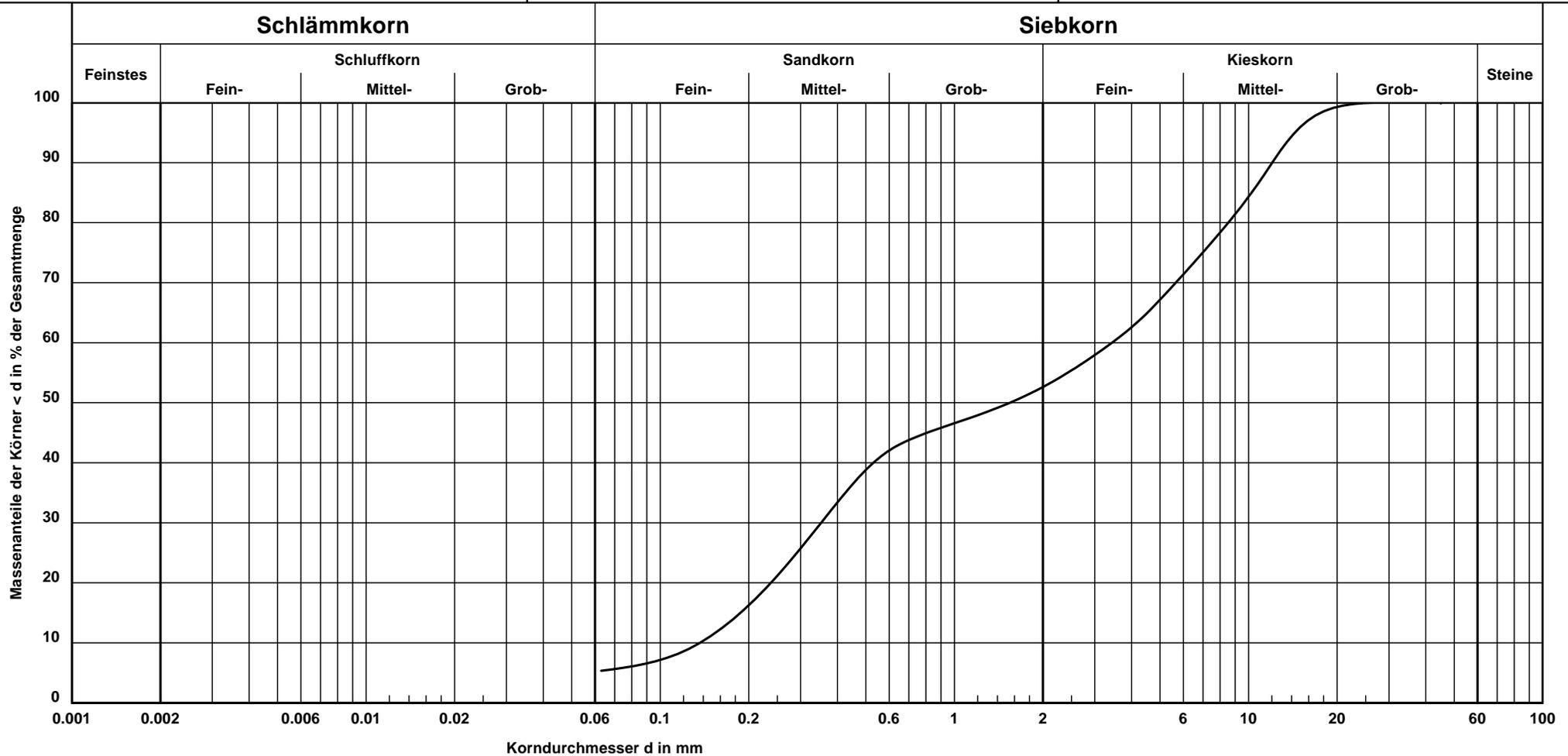
Datum: 18.08.2015



Bezeichnung:	RKS 6 - 2,00-3,90 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	S, G, u'		
T/U/S/G [%]:	- /10.4/45.8/43.8		
Bodengruppe:	GU		

Bearbeiter: Janzen

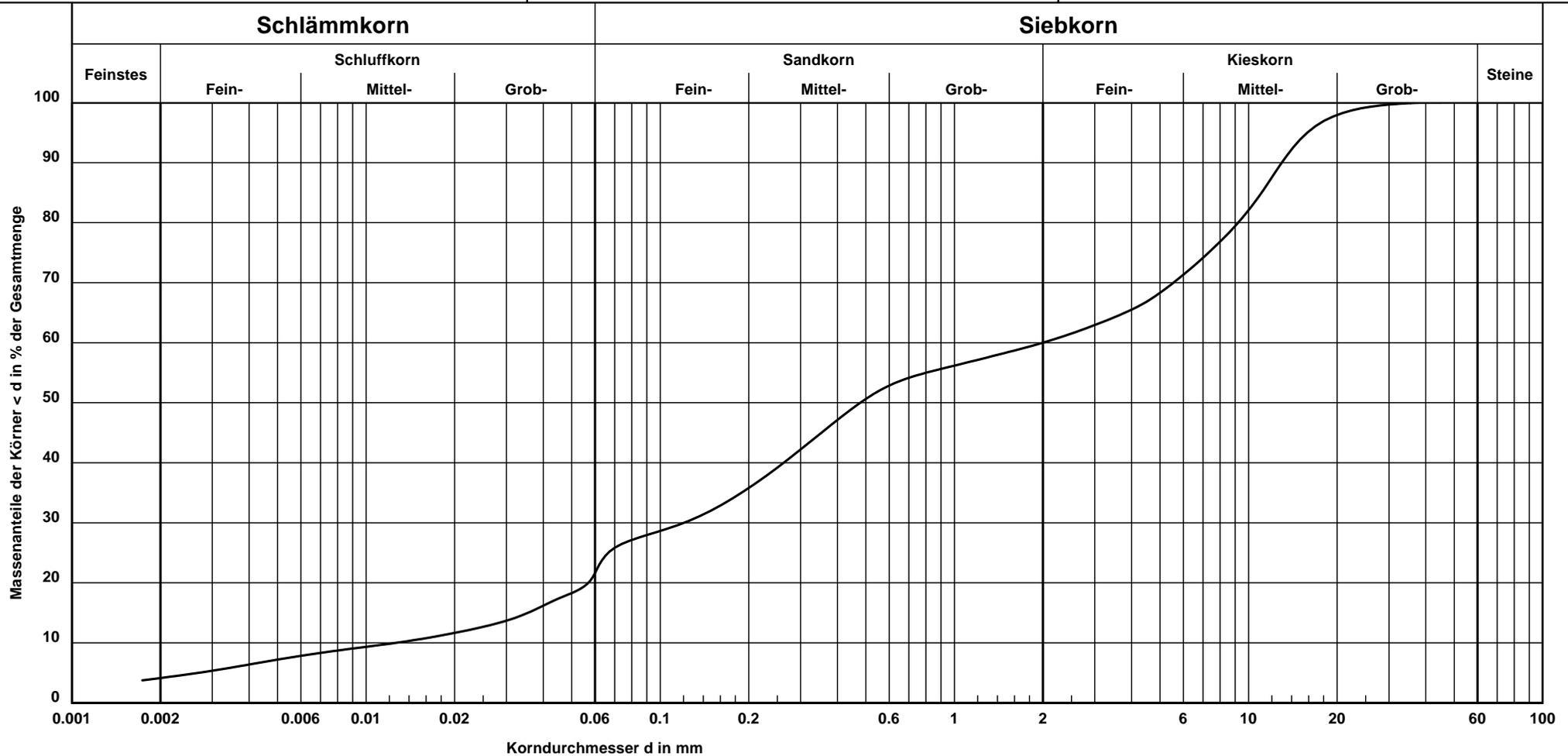
Datum: 18.08.2015



Bezeichnung:	RKS 7 - 2,00-4,00 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	S, G, u'		
T/U/S/G [%]:	- /5.4/47.3/47.4		
Bodengruppe:	GU		

Bearbeiter: Janzen

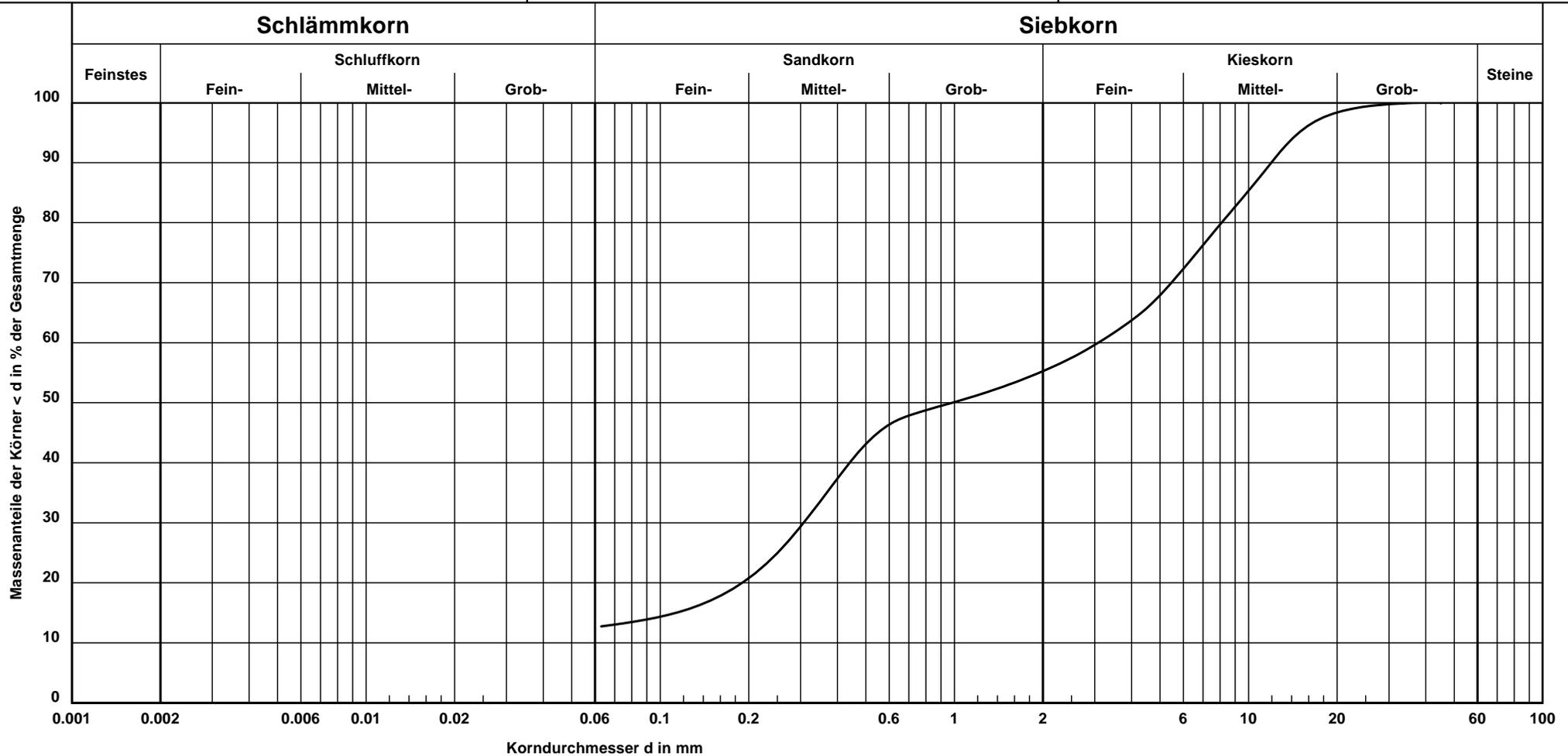
Datum: 20.08.2015



Bezeichnung:	RKS 8 - 2,70-5,00 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	G, u, ms, fs', gs'		
T/U/S/G [%]:	4.1/19.4/36.4/40.0		
Bodengruppe:	SU*		

Bearbeiter: Janzen

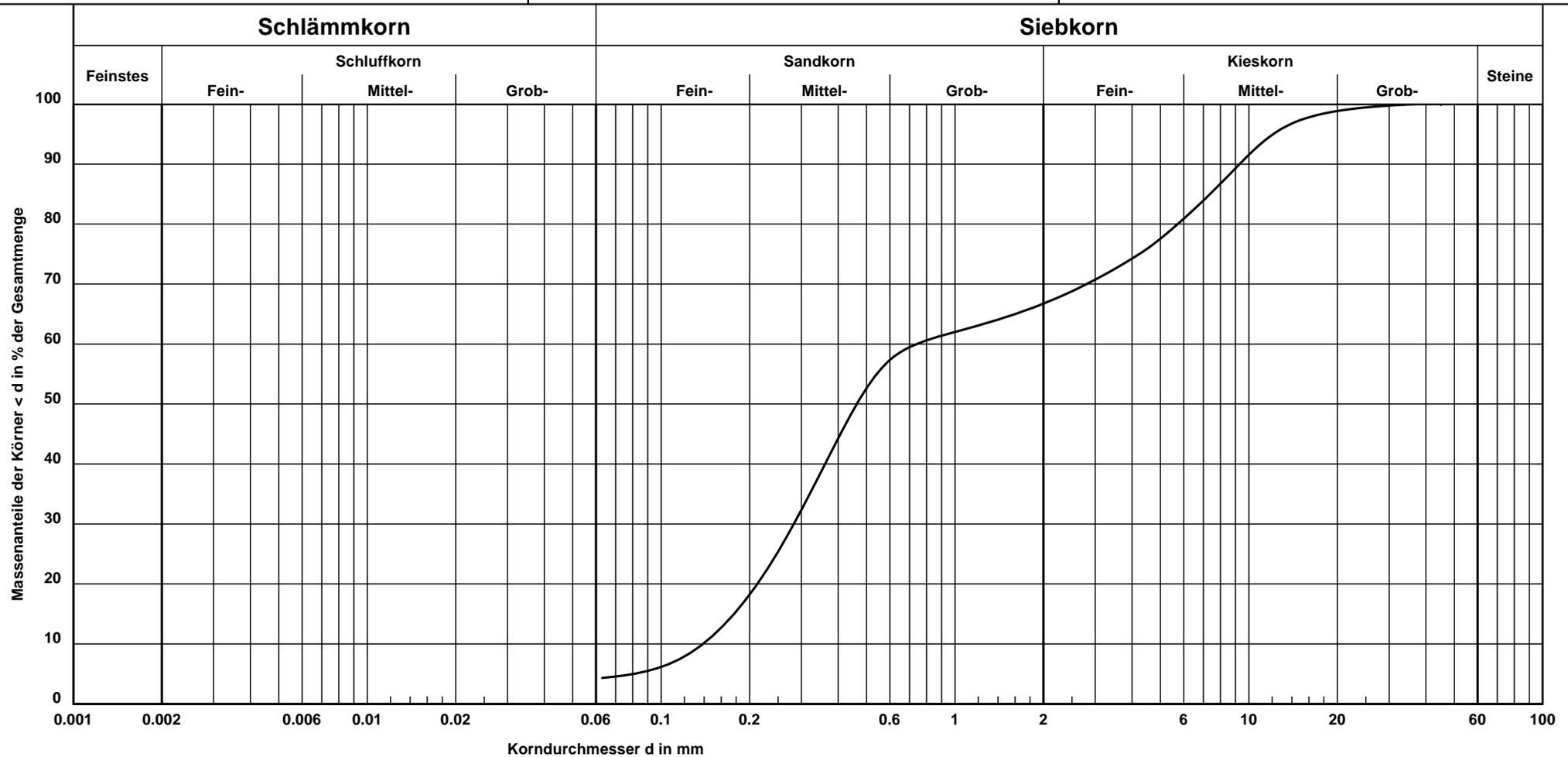
Datum: 21.08.2015



Bezeichnung:	RKS 9 - 1,30-3,50 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	S, G, u'		
T/U/S/G [%]:	- /12.8/42.5/44.7		
Bodengruppe:	GU		

Bearbeiter: Janzen

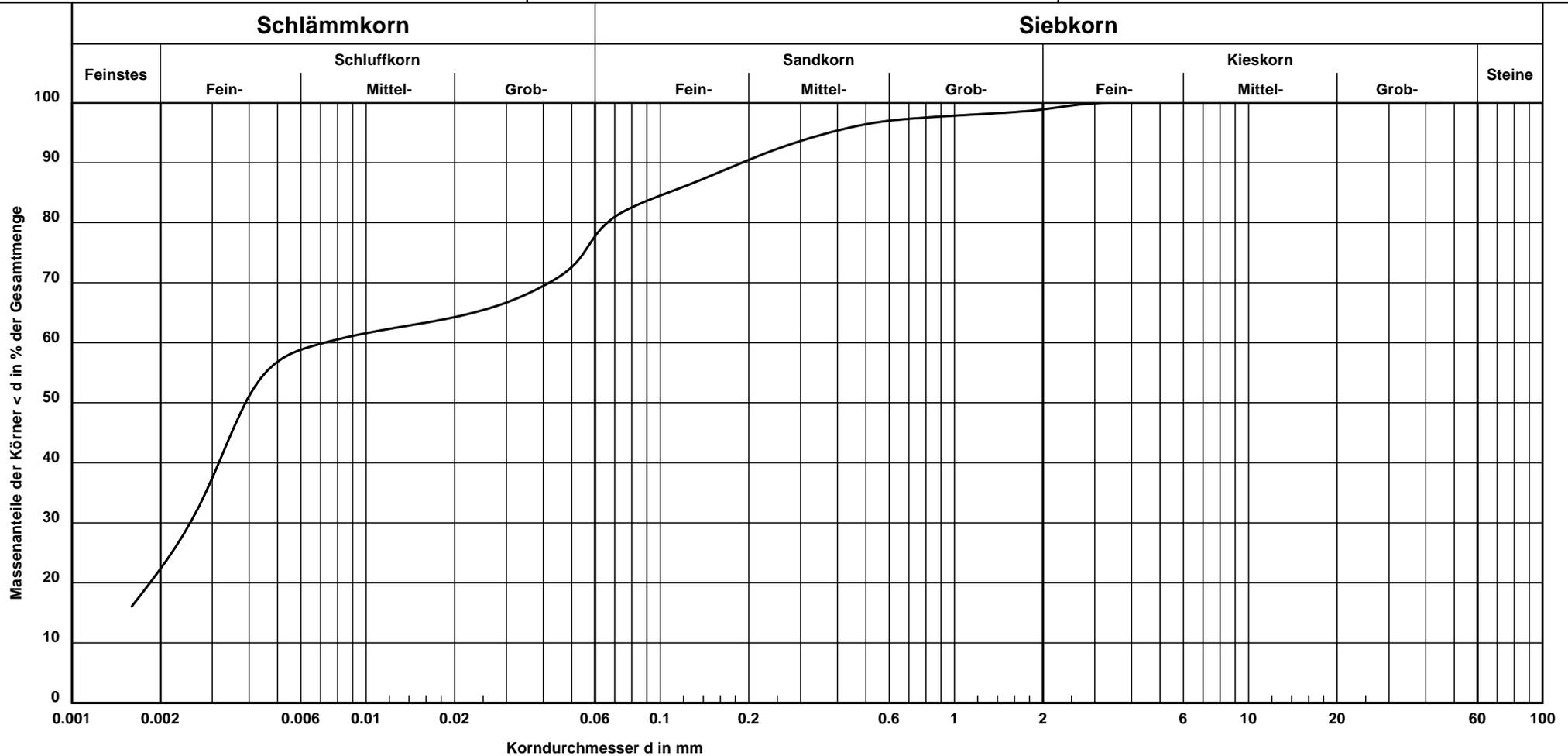
Datum: 18.08.2015



Bezeichnung:	RKS 10 - 2,10-4,50 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	S, mg, fg'		
T/U/S/G [%]:	- /4.3/62.4/33.3		
Bodengruppe:	SE		

Bearbeiter: Janzen

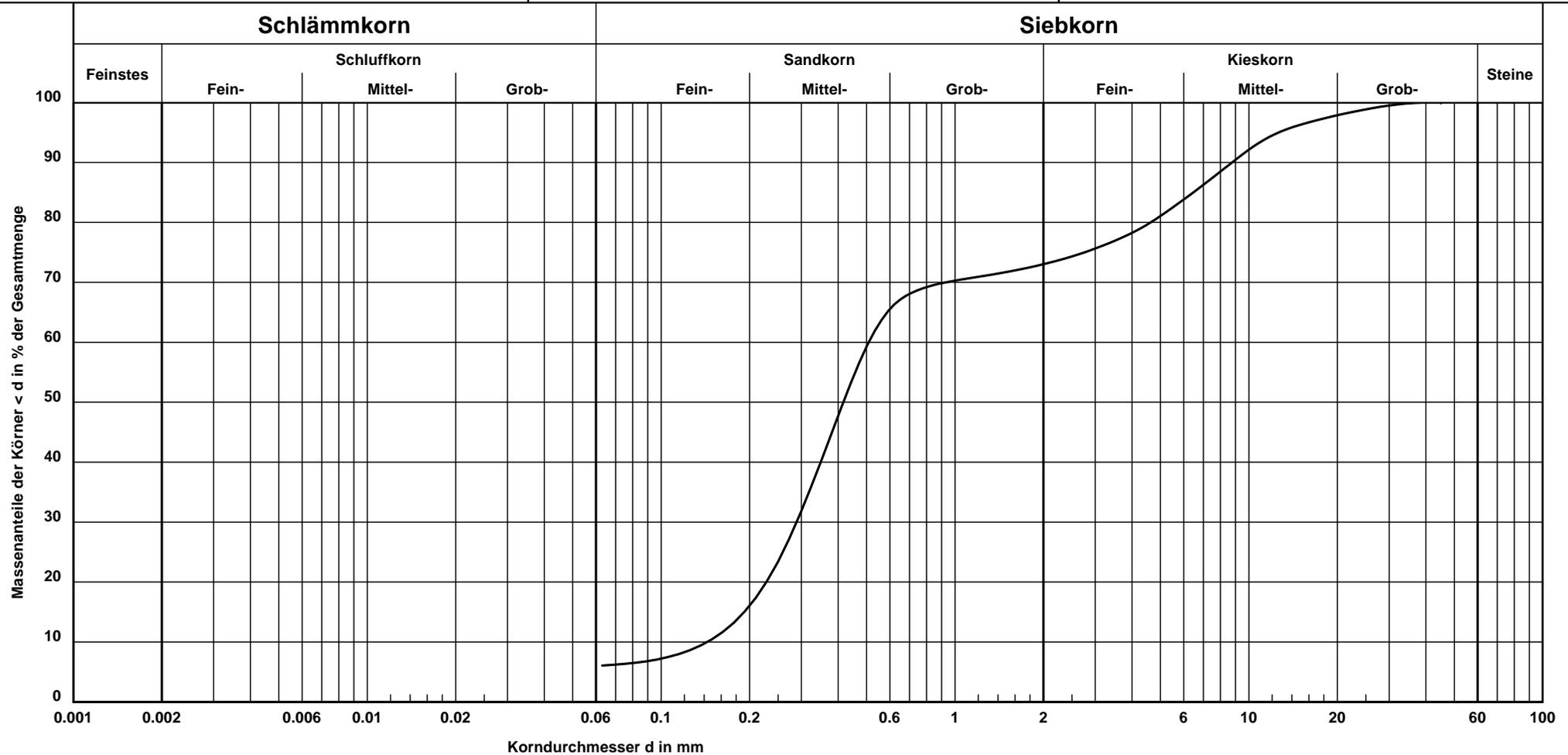
Datum: 21.08.2015



Bezeichnung:	RKS 11 - 3,00-3,50 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	U, t, fs', ms'		
T/U/S/G [%]:	22.3/56.7/19.8/1.1		
Bodengruppe:			

Bearbeiter: Janzen

Datum: 21.08.2015



Bezeichnung:	RKS 12 - 2,00-3,60 m	Bemerkungen:	Bericht: 210715-PAD-BRU Anlage: 4.3
Signatur:	_____		
Bodenart:	mS, u', fs', gs', fg', mg'		
T/U/S/G [%]:	- /6.1/66.9/27.0		
Bodengruppe:	SU		

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 18.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 5

Bezeichnung: RKS 1 - 0,70-2,00 m

Bodenart: mS, u, fs

T/U/S/G [%]: - / 15.8 / 82.4 / 1.8

Bodengruppe: SU*

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.141 / 0.265

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 228.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	0.00	0.00	100.00
11.2	0.00	0.00	100.00
8.0	2.10	0.92	99.08
5.0	0.50	0.22	98.86
4.0	0.50	0.22	98.64
2.8	0.40	0.18	98.46
2.0	0.60	0.26	98.20
1.4	0.40	0.18	98.03
1.0	0.80	0.35	97.68
0.71	3.80	1.67	96.01
0.5	7.40	3.25	92.76
0.25	81.50	35.75	57.02
0.125	82.20	36.05	20.96
0.063	11.70	5.13	15.83
Schale	36.10	15.83	-
Summe	228.00		
Siebverlust	-0.00		

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 18.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 5

Bezeichnung: RKS 1 - 2,00-4,80 m

Bodenart: G, u, ms, fs', gs'

T/U/S/G [%]: - / 19.0 / 32.1 / 48.8

Bodengruppe: GU*

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.289 / 4.038

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 910.40

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	25.30	2.78	97.22
11.2	106.00	11.64	85.58
8.0	80.10	8.80	76.78
5.0	122.20	13.42	63.36
4.0	33.10	3.64	59.72
2.8	43.20	4.75	54.98
2.0	36.00	3.95	51.02
1.4	30.00	3.30	47.73
1.0	24.80	2.72	45.00
0.71	22.60	2.48	42.52
0.5	30.00	3.30	39.22
0.25	112.50	12.36	26.87
0.125	50.00	5.49	21.38
0.063	21.40	2.35	19.02
Schale	173.20	19.02	-
Summe	910.40		
Siebverlust	-0.00		

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 18.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 5

Bezeichnung: RKS 2 - 3,70-5,00 m

Bodenart: S, u, mg, fg'

T/U/S/G [%]: - / 33.3 / 35.4 / 31.3

Bodengruppe: SU*

d10/d30/d60 [mm]: - / - / 0.622

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 645.10

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	19.70	3.05	96.95
11.2	18.30	2.84	94.11
8.0	51.60	8.00	86.11
5.0	52.90	8.20	77.91
4.0	19.20	2.98	74.93
2.8	23.10	3.58	71.35
2.0	17.90	2.77	68.58
1.4	13.60	2.11	66.47
1.0	15.60	2.42	64.05
0.71	16.50	2.56	61.49
0.5	23.90	3.70	57.79
0.25	84.90	13.16	44.63
0.125	53.50	8.29	36.34
0.063	19.40	3.01	33.33
Schale	215.00	33.33	-
Summe	645.10		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 18.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 5

Bezeichnung: RKS 3 - 2,00-4,30 m

Bodenart: G, ms, u', fs', gs'

T/U/S/G [%]: - / 13.2 / 38.6 / 48.2

Bodengruppe: GU

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.305 / 4.153

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 644.90

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	28.30	4.39	95.61
11.2	61.70	9.57	86.04
8.0	70.60	10.95	75.10
5.0	80.10	12.42	62.68
4.0	21.30	3.30	59.37
2.8	29.10	4.51	54.86
2.0	20.60	3.19	51.67
1.4	18.20	2.82	48.84
1.0	15.50	2.40	46.44
0.71	13.30	2.06	44.38
0.5	20.70	3.21	41.17
0.25	103.80	16.10	25.07
0.125	65.20	10.11	14.96
0.063	11.50	1.78	13.18
Schale	85.00	13.18	-
Summe	644.90		
Siebverlust	-0.00		

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 18.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 5

Bezeichnung: RKS 6 - 2,00-3,90 m

Bodenart: S, G, u'

T/U/S/G [%]: - / 10.4 / 45.8 / 43.8

Bodengruppe: GU

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.309 / 2.877

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 647.40

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	21.80	3.37	96.63
11.2	48.50	7.49	89.14
8.0	62.90	9.72	79.43
5.0	76.60	11.83	67.59
4.0	23.90	3.69	63.90
2.8	27.70	4.28	59.62
2.0	23.50	3.63	55.99
1.4	17.00	2.63	53.37
1.0	13.50	2.09	51.28
0.71	11.80	1.82	49.46
0.5	22.20	3.43	46.03
0.25	156.00	24.10	21.93
0.125	64.80	10.01	11.92
0.063	9.80	1.51	10.41
Schale	67.40	10.41	-
Summe	647.40		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 18.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 5

Bezeichnung: RKS 7 - 2,00-4,00 m

Bodenart: S, G, u'

T/U/S/G [%]: - / 5.4 / 47.3 / 47.4

Bodengruppe: GU

d10/d30/d60 [mm]: 0.136 / 0.352 / 3.431

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 717.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	0.00	0.00	100.00
11.2	86.30	12.80	87.20
8.0	61.00	9.05	78.15
5.0	74.80	11.09	67.06
4.0	32.10	4.76	62.30
2.8	36.80	5.46	56.84
2.0	29.80	4.42	52.42
1.4	23.00	3.41	49.01
1.0	16.30	2.42	46.59
0.71	16.60	2.46	44.13
0.5	25.60	3.80	40.33
0.25	137.90	20.45	19.88
0.125	85.40	12.67	7.21
0.063	12.50	1.85	5.35
Schale	36.10	5.35	-
Summe	674.20		
Siebverlust	42.80		

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 20.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 7

Bezeichnung: RKS 8 - 2,70-5,00 m

Bodenart: G, u, ms, fs', gs'

T/U/S/G [%]: 4.1 / 19.4 / 36.4 / 40.0

Bodengruppe: SU*

d10/d30/d60 [mm]: 0.013 / 0.120 / 1.996

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 568.50

Schlämmanalyse:

Trockenmasse [g]: 58.30

Korndichte [g/cm³]: 2.650

Aräometer:

Bezeichnung: DIN-Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm³]: 70.55

Fläche Meßzylinder [cm²]: 28.27

Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00

Länge der Skala [cm]: 14.50

Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50

Aräometer-Konstante: 0.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	11.50	2.02	97.98
11.2	76.00	13.37	84.61
8.0	46.70	8.21	76.39
5.0	47.70	8.39	68.00
4.0	15.10	2.66	65.35
2.8	17.20	3.03	62.32
2.0	13.70	2.41	59.91
1.4	11.00	1.93	57.98
1.0	10.30	1.81	56.17
0.71	9.70	1.71	54.46
0.5	17.20	3.03	51.43
0.25	72.70	12.79	38.65
0.125	53.90	9.48	29.16
0.063	14.30	2.52	26.65
Schale	151.50	26.65	-
Summe	568.50		
Siebverlust	0.00		

Schlämmanalyse

Zeit		R'	R = R' + C _m	Korngröße	T	C _T	R + C _T	Durchgang
[h]	[min]	[g]	[g]	[mm]	[°C]	[g]	[g]	[%]
0	0.5	26.50	26.50	0.0603	20.0	-0.00	26.50	19.45
0	1	24.00	24.00	0.0448	20.0	-0.00	24.00	17.62
0	2	19.50	19.50	0.0343	20.0	-0.00	19.50	14.32
0	5	16.50	16.50	0.0228	20.0	-0.00	16.50	12.11
0	15	13.80	13.80	0.0137	20.0	-0.00	13.80	10.13
0	45	12.00	12.00	0.0081	20.0	-0.00	12.00	8.81
2	0	10.00	10.00	0.0051	20.0	-0.00	10.00	7.34
6	0	7.20	7.20	0.0030	20.0	-0.00	7.20	5.29
19	15	5.10	5.10	0.0017	20.0	-0.00	5.10	3.74

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 21.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 5

Bezeichnung: RKS 9 - 1,30-3,50 m

Bodenart: S, G, u'

T/U/S/G [%]: - / 12.8 / 42.5 / 44.7

Bodengruppe: GU

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.307 / 3.083

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 702.70

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	11.50	1.64	98.36
11.2	72.80	10.36	88.00
8.0	57.40	8.17	79.83
5.0	87.10	12.40	67.44
4.0	27.20	3.87	63.57
2.8	35.20	5.01	58.56
2.0	23.90	3.40	55.16
1.4	20.40	2.90	52.26
1.0	15.50	2.21	50.05
0.71	13.40	1.91	48.14
0.5	21.70	3.09	45.05
0.25	158.60	22.57	22.48
0.125	54.90	7.81	14.67
0.063	13.50	1.92	12.75
Schale	89.60	12.75	-
Summe	702.70		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 18.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 5

Bezeichnung: RKS 10 - 2,10-4,50 m

Bodenart: S, mg, fg'

T/U/S/G [%]: - / 4.3 / 62.4 / 33.3

Bodengruppe: SE

d10/d30/d60 [mm]: 0.139 / 0.283 / 0.742

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 871.90

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	12.10	1.45	98.55
11.2	34.00	4.08	94.47
8.0	67.10	8.04	86.43
5.0	76.30	9.15	77.29
4.0	26.40	3.16	74.12
2.8	35.70	4.28	69.84
2.0	26.90	3.22	66.62
1.4	22.00	2.64	63.98
1.0	16.40	1.97	62.02
0.71	16.50	1.98	60.04
0.5	38.90	4.66	55.38
0.25	272.20	32.63	22.75
0.125	140.70	16.86	5.89
0.063	13.00	1.56	4.33
Schale	36.10	4.33	-
Summe	834.30		
Siebverlust	37.60		

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 21.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 7

Bezeichnung: RKS 11 - 3,00-3,50 m

Bodenart: U, t, fs', ms'

T/U/S/G [%]: 22.3 / 56.7 / 19.8 / 1.1

Bodengruppe:

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.003 / 0.007

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 78.90

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 53.00

Korndichte [g/cm³]: 2.700

Aräometer:

Bezeichnung: DIN-Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm³]: 70.55

Fläche Meßzylinder [cm²]: 28.27

Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00

Länge der Skala [cm]: 14.50

Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50

Aräometer-Konstante: 0.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	0.00	0.00	100.00
11.2	0.00	0.00	100.00
8.0	0.00	0.00	100.00
5.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.00	0.00	100.00
2.8	0.00	0.00	100.00
2.0	1.00	1.27	98.73
1.4	0.40	0.51	98.23
1.0	0.30	0.38	97.85
0.71	0.40	0.51	97.34
0.5	0.50	0.63	96.70
0.25	3.10	3.93	92.78
0.125	5.35	6.78	86.00
0.063	3.71	4.70	81.30
Schale	64.14	81.30	-
Summe	78.90		
Siebverlust	-0.00		

Schlammanalyse

Zeit		R'	R = R' + C _m	Korngröße	T	C _T	R + C _T	Durchgang
[h]	[min]	[g]	[g]	[mm]	[°C]	[g]	[g]	[%]
0	0.5	30.09	30.09	0.0546	20.0	-0.00	30.09	73.31
0	1	28.46	28.46	0.0402	20.0	-0.00	28.46	69.33
0	2	27.19	27.19	0.0292	20.0	-0.00	27.19	66.25
0	5	26.20	26.20	0.0189	20.0	-0.00	26.20	63.83
0	15	25.50	25.50	0.0111	20.0	-0.00	25.50	62.12
0	45	24.50	24.50	0.0065	20.0	-0.00	24.50	59.69
2	0	23.00	23.00	0.0041	20.0	-0.00	23.00	56.03
6	0	12.80	12.80	0.0028	20.0	-0.00	12.80	31.18
21	16	6.60	6.60	0.0016	20.0	-0.00	6.60	16.08

Körnungslinien

Paderborn "Bruktererweg"

Bodenuntersuchungen

Bearbeiter: Janzen

Datum: 21.08.2015

Prüfungsnummer: 210715-PAD-BRU

Probe entnommen am: 27.07.2015

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Prüfung DIN 18 123 - 5

Bezeichnung: RKS 12 - 2,00-3,60 m

Bodenart: mS, u', fs', gs', fg', mg'

T/U/S/G [%]: - / 6.1 / 66.9 / 27.0

Bodengruppe: SU

d10/d30/d60 [mm]: 0.143 / 0.289 / 0.509

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 446.10

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	13.80	3.09	96.91
11.2	11.50	2.58	94.33
8.0	26.70	5.99	88.34
5.0	33.20	7.44	80.90
4.0	12.70	2.85	78.05
2.8	13.80	3.09	74.96
2.0	9.10	2.04	72.92
1.4	6.80	1.52	71.40
1.0	4.70	1.05	70.34
0.71	6.50	1.46	68.89
0.5	24.80	5.56	63.33
0.25	204.30	45.80	17.53
0.125	46.70	10.47	7.06
0.063	4.40	0.99	6.07
Schale	27.10	6.07	-
Summe	446.10		
Siebverlust	0.00		

EUROFINS Umwelt West GmbH · Vorgebirgsstraße 20 · D-50389 Wesseling

conTerra - Geotechnische Gesellschaft mbH
Schützenstr. 65**48268 Greven**Titel: **Prüfbericht zu Auftrag 01537642**
Prüfberichtsnummer: **Nr. 86512005**Projektnummer: **Nr. 86512**
Projektbezeichnung: **210715-PAD-BRU**
Probenumfang: **2 Proben**
Probenart: **Feststoff**
Probeneingang: **24.08.2015**
Prüfzeitraum: **24.08.2015 - 28.08.2015**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

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

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Wesseling, den 01.09.2015

Dr. Anette Gerull
Prüfleiterin
Tel.: 02236 / 897 185

Projekt: 210715-PAD-BRU

Parameter	Einheit	BG	Probenbezeichnung	RKS5 (0,00-0,15m)	RKS13 (0,00-0,10m)
			Labornummer	015147532	015147533
			Methode		

Bestimmung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	BG	Methode	RKS5 (0,00-0,15m)	RKS13 (0,00-0,10m)
Naphthalin	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Acenaphthylen	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Acenaphthen	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Fluoren	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Phenanthren	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Anthracen	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Fluoranthren	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Pyren	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Benz(a)anthracen	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Chrysen	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Benzo(a)pyren	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg OS	0,5	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5
Summe PAK (EPA)	mg/kg OS		berechnet (AN-LG004)	(n. b.*)	(n. b.*)

Anmerkung:

(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

Erklärung zu Messstandorten und Akkreditierungen

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

EUROFINS Umwelt West GmbH · Vorgebirgsstraße 20 · D-50389 Wesseling

conTerra - Geotechnische Gesellschaft mbH
Schützenstr. 65**48268 Greven**Titel: **Prüfbericht zu Auftrag 01537639**
Prüfberichtsnummer: **Nr. 86512004**Projektnummer: **Nr. 86512**
Projektbezeichnung: **210715-PAD-BRU**
Probenumfang: **3 Proben**
Probenart: **Feststoff**
Probeneingang: **24.08.2015**
Prüfzeitraum: **24.08.2015 - 31.08.2015**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

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

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Wesseling, den 01.09.2015

Dr. Anette Gerull
Prüfleiterin
Tel.: 02236 / 897 185

Projekt: 210715-PAD-BRU

Parameter	Einheit	BG	Probenbezeichnung	RKS5 (0,40-1,60m)	RKS6 (0,70-1,60m)	RKS10 (0,50-2,10m)
			Labornummer	015147527	015147528	015147529
			Methode			

Bestimmung aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346 (AN-LG004)	82,0	86,6	92,6
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380 (AN-LG004)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 13137 (AN-LG004)	1,4	2,2	1,0
EOX	mg/kg TS	1	DIN 38414-S17 (AN-LG004)	< 1	< 1	< 1
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039, LAGA KW 04 (AN-LG004)	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039, LAGA KW 04 (AN-LG004)	55	< 40	150
KW-Typ	ohne		DIN EN 14039, LAGA KW 04 (AN-LG004)	SÖ	(n. n.*)	SÖ, BT
Benzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	mg/kg TS		berechnet (AN-LG004)	(n. b.*)	(n. b.*)	(n. b.*)
Dichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155 / HLOG HB Bd. 7 T.4 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe 10 LHKW	mg/kg TS		berechnet (AN-LG004)	(n. b.*)	(n. b.*)	(n. b.*)
Naphthalin	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	0,06
Pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chrysen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287 (AN-LG004)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe PAK (EPA)	mg/kg TS		berechnet (AN-LG004)	(n. b.*)	(n. b.*)	0,06

Projekt: 210715-PAD-BRU

Parameter	Einheit	BG	Probenbezeichnung	RKS5 (0,40-1,60m)	RKS6 (0,70-1,60m)	RKS10 (0,50-2,10m)
			Labornummer	015147527	015147528	015147529
			Methode			
Summe PAK (15), ohne Naphthalin	mg/kg TS		berechnet (AN-LG004)	(n. b.*)	(n. b.*)	0,06
PCB 28	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308 (AN-LG004)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308 (AN-LG004)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308 (AN-LG004)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308 (AN-LG004)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308 (AN-LG004)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308 (AN-LG004)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 PCB	mg/kg TS		berechnet (AN-LG004)	(n. b.*)	(n. b.*)	(n. b.*)
PCB 118	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308 (AN-LG004)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 7 PCB	mg/kg TS		berechnet (AN-LG004)	(n. b.*)	(n. b.*)	(n. b.*)

Bestimmung aus dem Königswasseraufschluss

Arsen	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	3,3	5,5	3,6
Blei	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	10	45	29
Cadmium	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	< 0,2	0,5	< 0,2
Chrom, gesamt	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	8	23	14
Kupfer	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	4	19	13
Nickel	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	7	15	16
Quecksilber	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 12846 (AN-LG004)	< 0,07	0,26	0,13
Thallium	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	46	386	56

Bestimmung aus dem Eluat

pH-Wert	ohne		DIN 38404-C5 (AN-LG004)	8,1	8,1	8,7
el. Leitfähigkeit (25 °C)	µS/cm	5	DIN EN 27888 (AN-LG004)	128	124	78,4
Chlorid	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1 (AN-LG004)	< 1	< 1	< 1
Sulfat	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1 (AN-LG004)	9	6	3
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403 (AN-LG004)	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Phenolindex (wdf.)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 14402 (AN-LG004)	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Arsen	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	0,001	0,001	0,004
Blei	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	0,001	< 0,001	< 0,001
Cadmium	mg/l	0,0003	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Chrom, gesamt	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	0,001	< 0,001	< 0,001
Kupfer	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Nickel	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	0,002	0,002	< 0,001
Quecksilber	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 12846 (AN-LG004)	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (AN-LG004)	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Anmerkung:

(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

(n. n.*): nicht nachweisbar

Erklärung zu Messstandorten und Akkreditierungen

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

