

GEOTECHNISCHER BERICHT

090713-ARN-GEW

ERSCHLIEßUNG GEWERBEGEBIET

ST. ARNOLD-NEUENKIRCHEN

BAUGRUNDUNTERSUCHUNGEN

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG.....	3
2	BEARBEITUNGSUNTERLAGEN	3
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	3
4	UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	4
4.1	Morphologie	4
4.2	Schichtenfolge.....	4
4.3	Grundwasserverhältnisse.....	4
4.4	Bodeneigenschaften	5
5	BODENGRUPPEN UND -KLASSEN.....	6
6	BODENKENNWERTE	6
7	ANGABEN ZUR VERSICKERUNGSMÖGLICHKEIT	7
8	HINWEISE FÜR KANALBAUMAßNAHMEN	7
8.1	Wasserhaltung, Baugrubenverbau und Rohraufleger.....	7
8.2	Wiedereinbau der anstehenden Böden	8
9	AUFBAU ZUKÜNFTIGER VERKEHRSFLÄCHEN.....	8
10	SCHLUßWORT	8

1 AUFGABENSTELLUNG

Im Vorfeld der geplanten Erschließung eines neuen Gewerbegebietes östlich der Emsdettener Straße im Neuenkirchener Ortsteil St. Arnold sollten Bodenuntersuchungen zur Erkundung der Untergrundverhältnisse (Bodenschichtung, Grundwasser, etc.) durchgeführt werden.

Die die **conTerra**[®] Geotechnische Gesellschaft mbH wurde über das Ingenieurbüro Ludewig & Sohn (Ibbenbüren) mit der Durchführung entsprechender Bodenuntersuchungen beauftragt. Der Untersuchungsaufwand, die Lage der Untersuchungspunkte sowie die Erkundungstiefe wurden vom Büro Ludewig & Sohn (Ibbenbüren) vorgegeben. Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen werden nachfolgend beschrieben und bewertet.

2 BEARBEITUNGSUNTERLAGEN

Für die Ausarbeitung dieses Berichtes lagen die folgenden Unterlagen vor:

- Lageplan, ohne Maßstab, mit Eintragung der Aufschlußpunkte
- Geologische Karte von NRW, Maßstab 1 : 25000, Blatt 3710 Rheine
- Erläuterungen zur Geologische Karte von NRW, Maßstab 1 : 25000, Blatt 3710 Rheine
- Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen:
Rammkernsondierungen (RKS); Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM), Versickerungsversuch (Open-End-Test), visuelle und manuelle Probenbeurteilung

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse innerhalb des geplanten Gewerbegebietes wurden am 09.07.2013 insgesamt sechs Rammkernsondierungen (RKS) bis in eine Tiefe von max. 6,00 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. Zur Beurteilung der Trageigenschaften bzw. zur Abschätzung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden wurden zudem sechs Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM gemäß DIN EN ISO 22476-2) bis max. 6,00 m Tiefe u. GOK durchgeführt. Zur Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit der oberflächennah anstehenden Böden wurde im Bereich der RKS 1 ein Versickerungsversuch (VS) nach dem „Open-End-Testverfahren“ durchgeführt.

Nach einer ersten Vor-Ort-Ansprache der bei den Feldarbeiten gewonnenen Proben erfolgte eine detaillierte Bodenansprache hinsichtlich der bodenphysikalischen Eigenschaften, Bodengruppen und -klassen, etc. im Labor. Die Aufschlußpunkte wurden vom Auftraggeber eingemessen und die Geländehöhen unserem Büro mitgeteilt.

Die Lage der Aufschlußpunkte geht aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der Rammkern- und Rammsondierungen sind den Schichtenprofilen und Schlagzahldiagrammen der Anlage 2 zu entnehmen. Das Ergebnis des Versickerungsversuches ist in Anlage 3 dokumentiert.

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Morphologie

Die Oberfläche des geplanten Erschließungsgebietes ist flach gewellt und dabei von Westen nach Osten geneigt. Der maximale zwischen den Sondierpunkten gemessene Höhenunterschied beträgt 2,53 m zwischen RKS 1 und RKS 6.

4.2 Schichtenfolge

Das Untersuchungsgebiet wird geologisch geprägt von mächtigen quartären Lockersedimenten. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um glaziale Grundmoränenablagerungen, glaziofluviale Rinnensedimente, Niederterrassenablagerungen der Ems und Flugsande. Aufgrund ihrer Genese stellen insbesondere die fluvialen Ablagerungen eine äußerst heterogene Folge aus sich lateral ineinander verzahnenden Schichten dar, die kleinräumig sowohl in der Mächtigkeit als auch der Kornzusammensetzung stark schwanken können.

Nach den vorliegenden Untersuchungen stehen im geplanten Erschließungsgebiet unter einer 0,40-0,50 m mächtigen Mutterbodenschicht aus humosen Feinsanden im Bereich der RKS 1-4 bis zur jeweiligen Bohrendteufe sowie im Bereich der RKS 5 und RKS 6 bis in Tiefen zwischen 1,60 m (RKS 6) und 2,30 m (RKS 5) u. GOK Niederterrassenablagerungen der Ems an. Diese setzen sich aus reinen, schwach schluffigen und schluffigen Feinsanden mit unterschiedlichen Anteilen an Mittelsanden zusammen.

Im Bereich der RKS 5 und RKS 6 folgen unter den Niederterrassensanden bis zur Bohrendteufe Grundmoränenablagerungen in Form von Geschiebemergeln. Während die Geschiebemergel in ihren oberen Abschnitten stark sandig ausgebildet und entsprechend als tonig-sandige Schluffe anzusprechen sind, überwiegen im unteren Teil stark tonige schwach feinsandige Schluffe. Beide Abschnitte werden durch eine 0,60-0,70 m mächtige Schicht aus schwach schluffigen mittelsandigen Feinsanden und feinsandigen Mittelsanden getrennt.

4.3 Grundwasserverhältnisse

In der folgenden Tabelle sind die angebohrten und die am Ende der Feldarbeiten eingemessenen Grundwasserstände zusammengefaßt.

Aufschlußpunkt	Höhe in m+NN	GW erbohrt (m u. GOK)	entspricht (m+NN)	GW nach Bohrende (m u. GOK)	entspricht (m+NN)
RKS 1	49,73	3,90	45,83	3,00	46,73
RKS 2	49,34	3,50	45,84	3,00	46,34
RKS 3	48,52	2,00	46,52	1,80	46,72
RKS 4	49,10	2,20	46,90	1,80	47,30
RKS 5	47,92	2,20	45,72	1,80	46,12
RKS 6	47,20	0,70	46,50	1,10	46,10

Tabelle 1: Grundwasserstände am 09.07.2013

Die festgestellten Wasserstände repräsentieren einen freien ungespannten Grundwasserspiegel in einem gut durchlässigen Porengrundwasserleiter. Aufgrund der relativ geringen Niederschläge im Zeitraum vor dem Untersuchungszeitpunkt handelt es sich bei den Wasserständen sicher nicht um den maximal zu erwartenden Grundwasserstand. Nach den Ergebnissen älterer Untersuchungen ist in niederschlagsreichen Zeiten erfahrungsgemäß mit einem Anstieg des Grundwassers um mindestens 0,50 m zu rechnen. Hierdurch kann es insbesondere in morphologischen Senken mit oberflächennah anstehenden stauenden Grundmoränenablagerungen - z.B. im östlichen Teil des geplanten Erschließungsgebietes - zur Bildung von Staunässe an der Geländeoberfläche kommen kann.

Detailliertere Aussagen zur Lage des Grundwasserspiegels bzw. seinen Schwankungsbereich innerhalb des geplanten Erschließungsgebietes sind nur durch die längerfristige Beobachtung von qualifiziert ausgebauten Grundwassermeßstellen möglich.

4.4 Bodeneigenschaften

Zur Bestimmung der bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Böden wurden die gestört entnommenen Bodenproben im Labor visuell und manuell beurteilt. Zur Abschätzung der Lagerungsdichte bzw. zur Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrundes der anstehenden Böden wurden zudem die Ergebnisse der durchgeführten Rammsondierungen herangezogen.

Der im geplanten Erschließungsgebiet vorhandene Mutterboden ist überwiegend sehr locker bis maximal mitteldicht gelagert. Aufgrund seiner Lagerungsdichte sowie seiner humosen Anteile und organischen Beimengungen stellt Mutterboden keine tragfähige Bodenschicht dar. Er ist wasserempfindlich, wasserhaltend, nicht verdichtungsfähig und frostempfindlich.

Die unter dem Mutterboden anstehenden Terrassenablagerungen setzen sich aus vorwiegend schwach schluffigen und stellenweise auch schluffigen Sanden zusammen. Diese sind mitteldicht bis dicht gelagert und somit bei Belastung nur noch mäßig bis gering zusammendrückbar. Unabhängig von ihrer Lagerungsdichte sind die Sande aufgrund ihrer rolligen Eigenschaften bei Wasserzutritt bzw. unterhalb des Grundwasserspiegels stark fließgefährdet. Die Durchlässigkeit der Sande kann gemäß DIN 18130 auf k-Werte von $1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ m/s abgeschätzt werden. Diese theoretischen Werte werden durch den an der RKS 1 durchgeführten Versickerungsversuch VS 1 (Anlage 3) bestätigt. Der auf einer Versickerungsebene von 0,60 m u. GOK innerhalb reiner mittelsandiger Feinsande durchgeführte Infiltrationsversuch ergab eine mittlere Durchlässigkeit von $9,03 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Die unterhalb der Terrassensande angetroffenen Grundmoränenablagerungen weisen prägende bindige Eigenschaften auf. Nach der visuellen und manuellen Probenbeurteilung und den bei den Rammsondierungen ermittelten Schlagzahlen liegen sie im Bereich der RKS 5 an ihrer Oberfläche in einer weich-steifen Konsistenz vor. Darunter bzw. an der RKS 6 weisen sie dagegen eine steife und mit zunehmender Tiefe halbfeste Zustandsform bei mitteldichter bis dichter Lagerung

auf. Aufgeweichte Geschiebemergel sind generell sehr stark zusammendrückbar und besitzen ein großes Setzungspotential. Steife Geschiebemergel sind dagegen nur noch mäßig zusammendrückbar und als ausreichend tragfähig zu bezeichnen. Aufgrund ihres sehr hohen Feinkornanteils ($< 0,063$ mm) reagieren die Geschiebemergel äußerst empfindlich auf eine Änderung des Wassergehaltes. Bei geringer Erhöhung des Wassergehaltes und dynamischer Belastung gehen sie rasch von einer steifen Konsistenz in eine weiche Zustandsform über. Bei Wasserentzug („Sommerfrost“) und Frosteinwirkung besitzen sie dagegen starke Schrumpfungseigenschaften. Die Wasserdurchlässigkeit der Geschiebemergel schwankt ebenfalls in Abhängigkeit vom Feinkornanteil. Während für die stärker sandigen Geschiebemergel k-Werte um $5 \cdot 10^{-8}$ m/s angenommen werden können, ist für die stärker tonigen Geschiebemergel von k-Werten $< 1 \cdot 10^{-9}$ m/s auszugehen. Die in die Geschiebemergel eingeschalteten Sande sind dicht bis sehr dicht gelagert. Sie sind gut durchlässig und unterhalb des Grundwassers stark fließgefährdet.

5 BODENGRUPPEN UND -KLASSEN

Gemäß DIN 18196 und DIN 18300 können die angetroffenen Böden in folgende Bodengruppen und -klassen eingeteilt werden:

Bodenart	Bodengruppe (DIN 18196)	Bodenklasse (DIN 18300)	Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB)	Verdichtbarkeit (ZTVA-StB)
Mutterboden	OH	1	F 2	-
Fein- und Mittelsande; rein	SE	3	F 1	V 1
Fein- und Mittelsande; schwach schluffig	SU	3	F 1-2	V 1
Fein- und Mittelsande; schluffig bis stark schluffig	SU*	3	F 3	V 3
Schluffe, sandig	UL/UM	4 (2)	F 3	V 3
Geschiebemergel, stark sandig	ST*	4 (2)	F 3	V 3
Geschiebemergel, stark tonig	TM/TA	4 (2)	F 3	V 3

Tabelle 2: Bodengruppen und -klassen gemäß DIN 18196 und DIN 18300

6 BODENKENNWERTE

Für erdstatische Berechnungen können nach DIN 1055, T2 folgende Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden:

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]
Sand, rein bis schwach schluffig (SE, SU)	17,0-19,0	9,0-11,0	30,0-35,0	-	10-80
Sande, schluffig bis stark schluffig (SU*)	17,0-19,0	9,0-11,0	30,0-35,0	-	25-40
Schluffe (UL, UM)	19,0-20,5	9,0-10,5	22,5	0-10	3-20
Geschiebemergel (ST*;TM, TL)	20,0-21,0	10,0-11,0	27,5	0-5	4-50

Tabelle 3: Bodenkennwerte

7 ANGABEN ZUR VERSICKERUNGSMÖGLICHKEIT

Zur Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagswasser in Baugebieten werden im ATV-Merkblatt 138 Anforderungen an die Durchlässigkeit der anstehenden Böden sowie an die Höhe des Grundwasserspiegels gestellt. Danach müssen die oberflächennahen Böden so durchlässig sein ($k\text{-Wert} \geq 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$), daß eine rückstaufreie Einleitung des anfallenden Niederschlagswassers gewährleistet ist. Zudem soll der Höhenabstand der zukünftigen Einleitstelle vom maximal zu erwartenden Grundwasserspiegel mindestens 1,0 m betragen.

Unter Berücksichtigung aller vorliegenden Untersuchungsergebnisse stehen im geplanten Baugebiet oberflächennah gut durchlässige Terrassensande an. Hinsichtlich des im ATV-Merkblatt geforderten Höhenabstandes von mindestens 1,00 m über dem maximal zu erwartenden Grundwasserspiegel zeigen die vorliegenden Daten, daß dieser Flurabstand in den östlichen tiefer liegenden Teilen des Erschließungsgebietes unabhängig von der Jahreszeit wohl über das ganze Jahr hinweg dauerhaft unterschritten wird. In den morphologisch höher liegenden Bereichen des Erschließungsgebietes wird der geforderte Höhenabstand dagegen nachweislich eingehalten, so daß hier auch in niederschlagsreichen Zeiten kein erhöhtes Rückstaurisiko besteht.

8 HINWEISE FÜR KANALBAUMABNAHMEN

Für die geplanten Erschließungsmaßnahmen sind neben der DIN 4033 und DIN 4124 vor allem die zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTVA-StB) und die Vorschriften der Tiefbauberufsgenossenschaft zu beachten.

8.1 Wasserhaltung, Baugrubenverbau und Rohraufleger

Unter Berücksichtigung aller Untersuchungsergebnisse dürfte im geplanten Erschließungsgebiet bei offener Verlegung der Kanalisation unabhängig von der Tiefenlage zukünftiger Rohrleitungen fast überall eine bauzeitige Absenkung des Grundwassers bis mindestens 0,50 m unterhalb der geplanten Baugrubensohle erforderlich werden. Als sichere und wirtschaftliche Maßnahme wird im vorliegenden Fall eine Grundwasserabsenkung mittels Tiefendrainage empfohlen.

Bei ausreichenden Platzverhältnissen und ordnungsgemäß abgesenktem Grundwasser können die Leitungsgräben unter einem Winkel von $\beta = 45^\circ$ abgeböschert werden. Zur Vermeidung von Erosionen, Aufweichungen oder Ausblutungen sollte dabei eine Abdeckung der Grabenflanken mit einer Baufolie erfolgen. Bei steileren Böschungen sollte die Sicherung der Kanalbaugruben über einen Großtafel- oder Kanaldielenverbau vorgenommen werden.

Die spätere Kanalisation dürfte zum überwiegenden Teil innerhalb der sandigen Ablagerungen der Niederterrasse liegen. Diese Sande sind im nicht aufgelockerten Zustand als Rohrauflagerung geeignet. Die Rohrauflagerung selbst kann in einem gut verdichteten Sandbett erfolgen, wobei jedoch eine punktförmige Auflagerung der Rohrmuffen zu vermeiden ist. Falls auf Höhe zukünftiger Rohrsohlen aufgeweichte Schluffe oder Geschiebemergel angetroffen werden, so

sind diese in jedem Fall auszuheben und durch verdichtungsfähiges Bodenmaterial auszutauschen. Austauschmaterial ist lagenweise einzubauen und zu verdichten, wobei als Verdichtungsziel ein Verdichtungsgrad von mind. 100 % der einfachen Proctordichte gefordert werden sollte.

8.2 Wiedereinbau der anstehenden Böden

Bei den im Bereich des geplanten Erschließungsgebietes oberflächennah anstehenden Böden handelt es sich vorwiegend um verdichtungsfähige Sande der Bodengruppen SE und SU. Diese rolligen Böden können nach Zwischenlagerung und ggf. Abtrocknung wieder eingebaut werden.

Schluffige Sande der Bodengruppe SU* gemäß DIN 18196 sind dagegen nur im Bereich ihres optimalen Wassergehaltes zu verdichten und sind daher sorgfältig aufzumieten und vor Durchnässung bzw. vollständiger Austrocknung zu schützen.

Im Gegensatz dazu sind die sandigen Schluffe (Bodengruppe UL/UM) und die Geschiebemergel nur schwer zu verdichten (V 3). Sie sollten von den einbaufähigen Böden getrennt und durch ein verdichtungsfähiges Bodenmaterial ersetzt werden.

Organisch durchsetzte Böden (Bodengruppen OH) nicht zu verdichten und dürfen daher weder zur Verfüllung von Baugruben noch unterhalb von Bauwerken oder Verkehrsflächen eingebaut werden. Sie sind ausschließlich für landschaftsgestalterische Belange und zur Andeckung zu verwenden.

Verdichtbarkeitsklasse	Kurzbeschreibung	Bodengruppe (nach DIN 18196)
V 1	nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST
V 2	Bindige, gemischtkörnige Böden	GU*, GT*, SU*, ST*
V 3	Bindige, feinkörnige Böden	UL, UM, TL, TM

Tabelle 4: Einteilung der Böden nach ihrer Verdichtbarkeit (gem. ZTVA-StB)

9 AUFBAU ZUKÜNFTIGER VERKEHRSFLÄCHEN

Bei den im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden handelt es sich um feinkornarme Sande, die nicht bzw. mittel frostempfindlich sind. Der für das Erdplanum im Bereich von Verkehrsflächen gemäß ZTVE-StB geforderte Verformungsmodul E_{v2} von 45 MN/m² dürfte auf diesen Böden ohne Probleme durch Nachverdichten zu erreichen sein. Für geplante Verkehrsflächen ist ein regelkonformer Aufbau gemäß RStO unter Berücksichtigung der anfallenden Verkehrslasten bzw. der Bauklasse zu wählen.

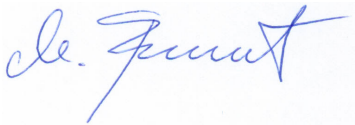
10 SCHLUßWORT

Im vorliegenden Bericht wurden die Untergrundverhältnisse auf der Basis von Ergebnissen durchgeführter Sondierungen beschrieben. Diese geben die Untergrundverhältnisse im unmittelbaren Bereich der jeweiligen Bohrstelle wieder. Geologisch bedingt können sich Abweichungen

hinsichtlich der Mächtigkeit von Schichten 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 auf jeden Fall mit einer Begutachtung der örtlichen Verhältnisse und ggf. einer Präzisierung der Gründungsarbeiten zu beauftragen. Ein entsprechender Termin kann auf Wunsch des Bauherrn bzw. der Fachplaner zur Optimierung der bautechnischen Ausführung unsererseits kurzfristig wahrgenommen werden.

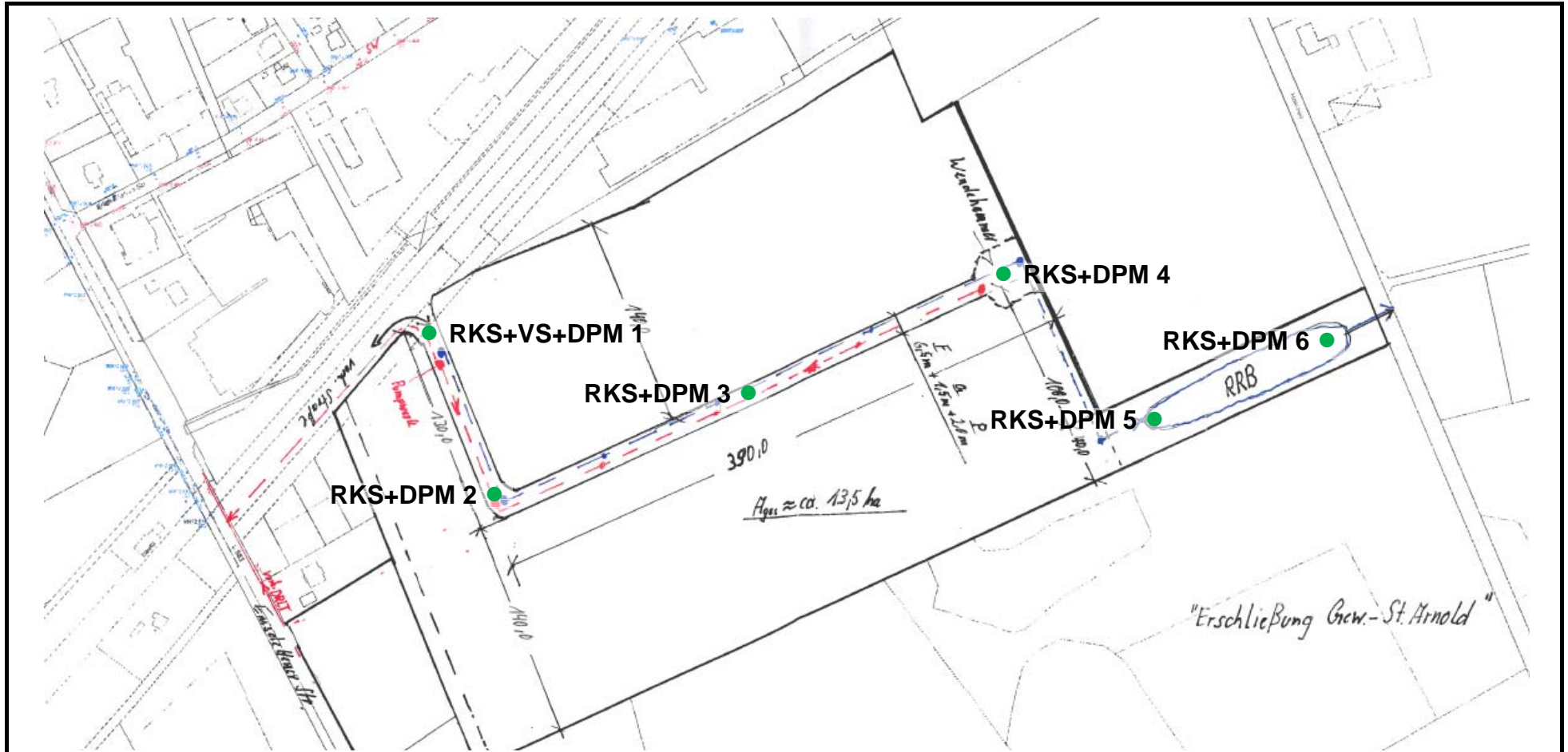
Sollten sich bei der weiteren Planung noch Fragen ergeben, die im vorliegenden Bericht nicht oder abweichend erörtert wurden, ist der Bodengutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Ferner ist der Gutachter bei generellen Änderungen der Planungen ergänzend hinzuzuziehen.


Sachbearbeiter

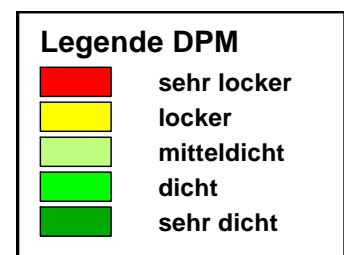
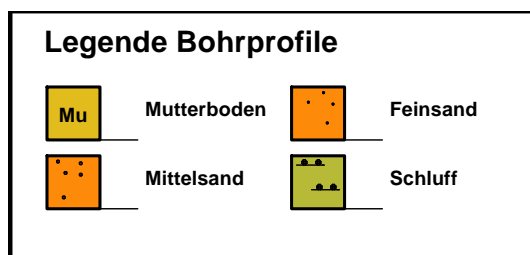
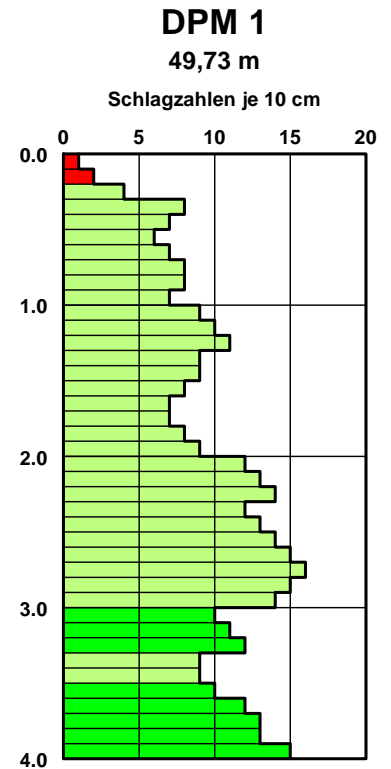
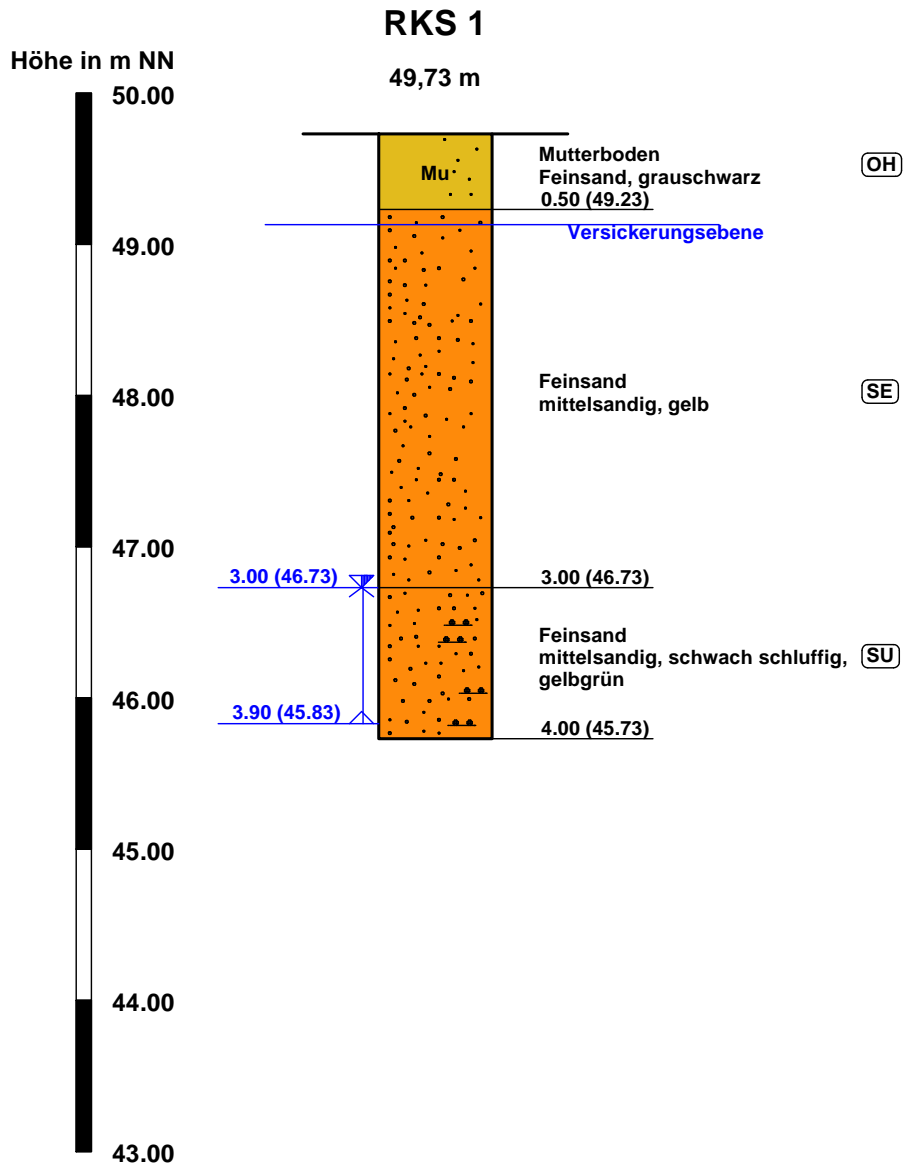


Dipl.-Geol. Michael Berndt

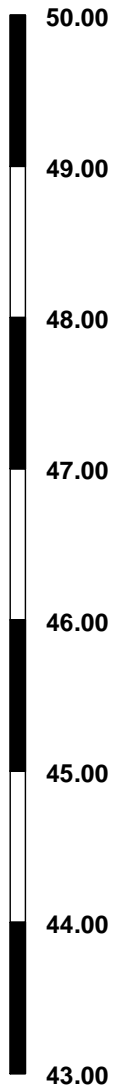
Greven, 05.08.2013



 <p> con Terra Geotechnische Gesellschaft mbH Schützenstraße 65 48268 Greven Tel. 02571 – 952855 Fax 02571 – 952856 info@conterra-gmbh.com </p>	Bezeichnung:	Lage der Untersuchungspunkte	
	Projekt:	Erschließung Gewerbegebiet St. Arnold, 48485 Neuenkirchen	
	Auftraggeber:	Ingenieurbüro Ludwig & Sohn, Jahnstraße 38, 49479 Ibbenbüren	
	Projekt-Nr.:	090713-ARN-GEW	
	Maßstab:	unmaßstäblich	
	Datum:	09./10. Juli 2013	
			Anlage 1

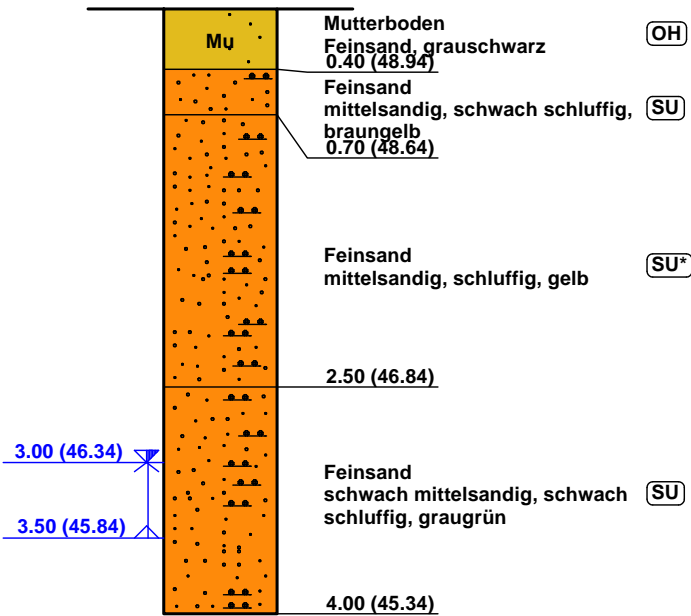


Höhe in m NN



RKS 2

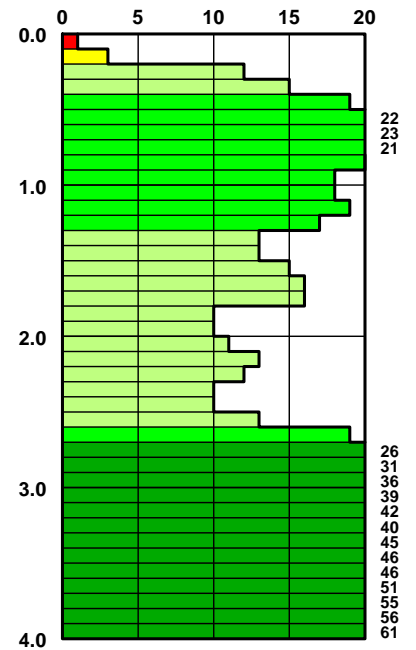
49,34 m



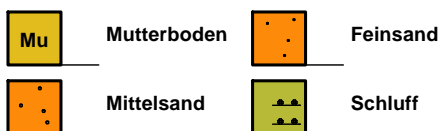
DPM 2

49,34 m

Schlagzahlen je 10 cm



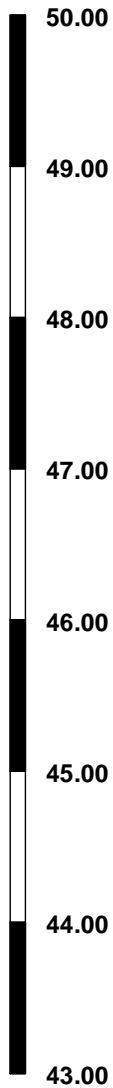
Legende Bohrprofile



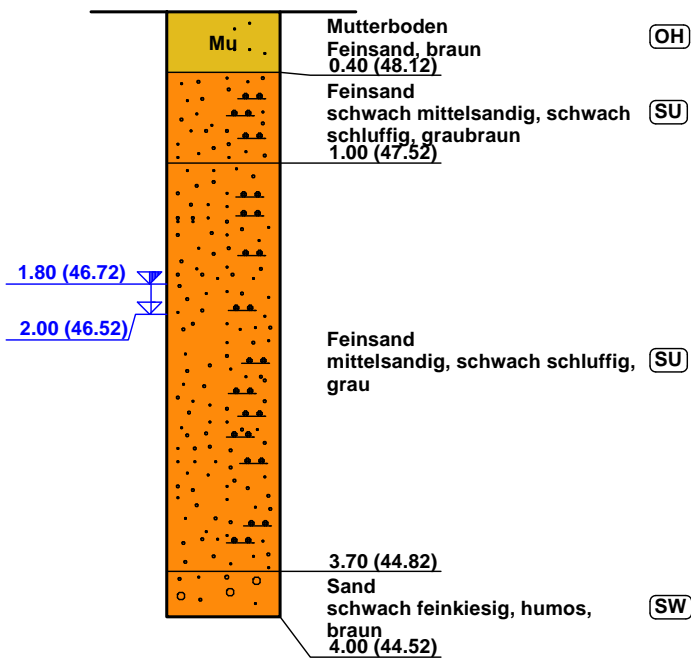
Legende DPM



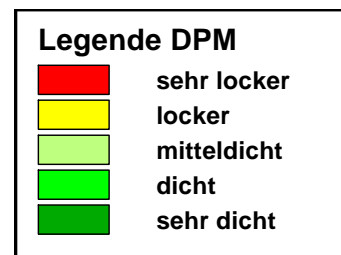
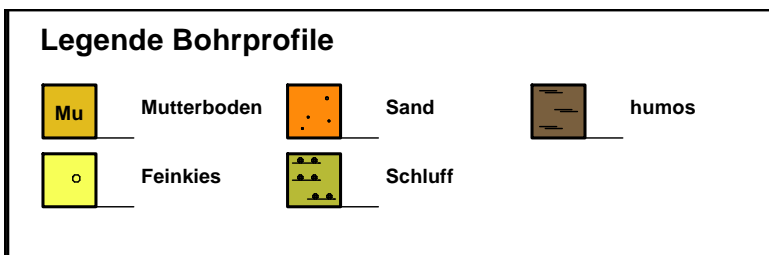
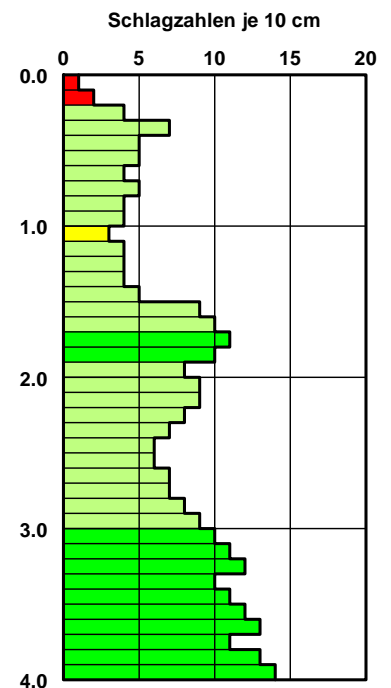
Höhe in m NN



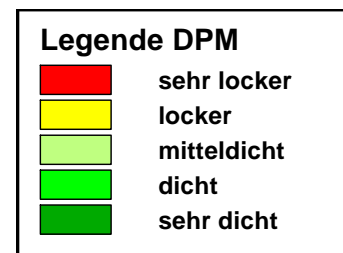
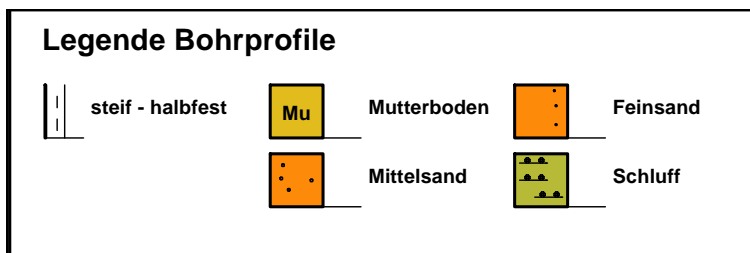
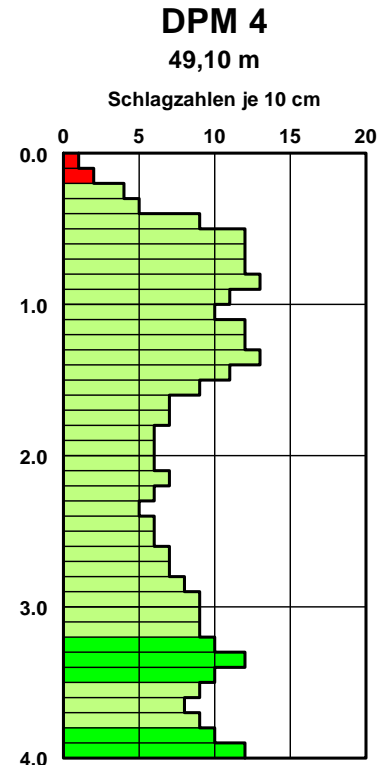
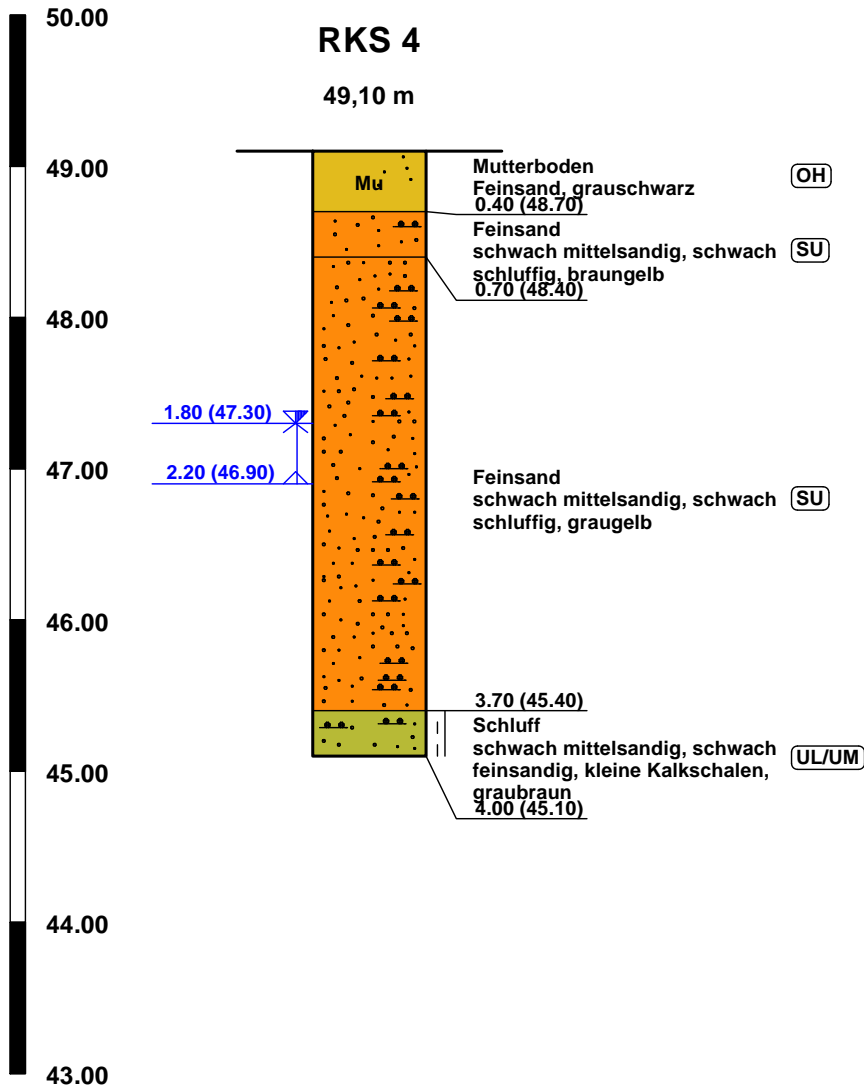
RKS 3
48,52 m



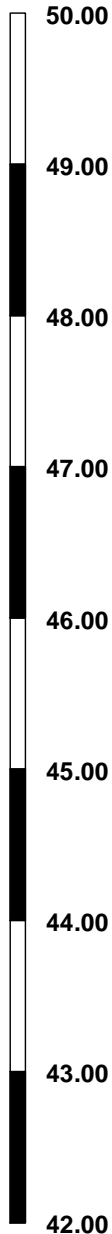
DPM 3
48,52 m



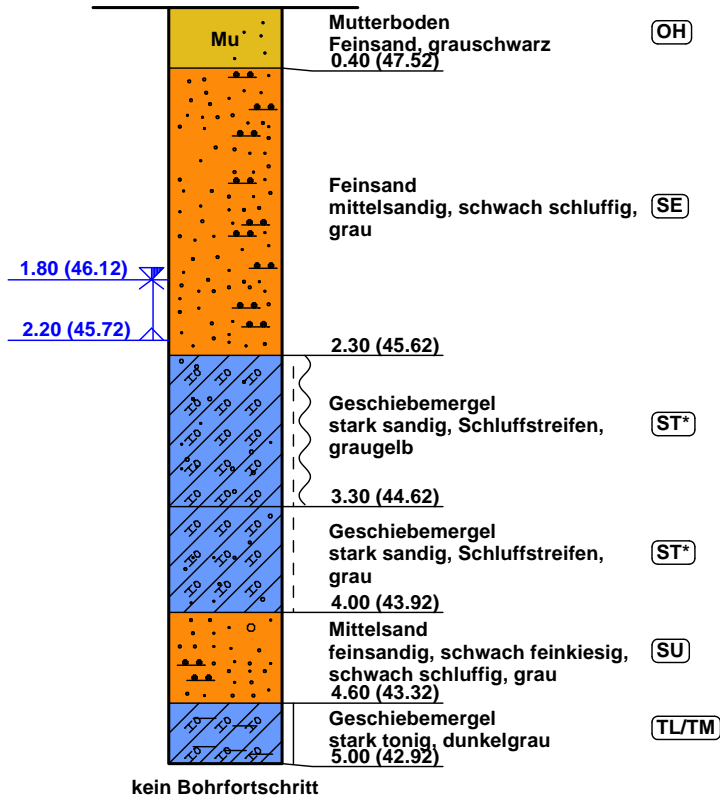
Höhe in m NN



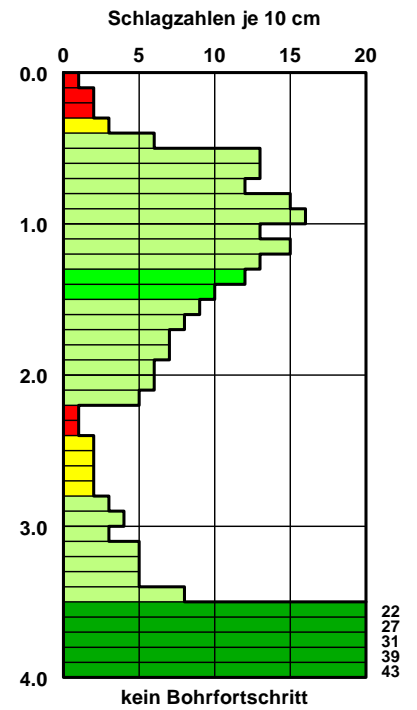
Höhe in m NN



RKS 5
47,92 m



DPM 5
47,92 m



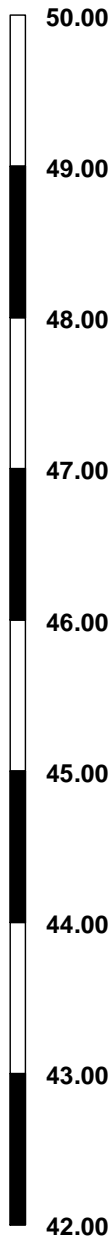
Legende Bohrprofile



Legende DPM

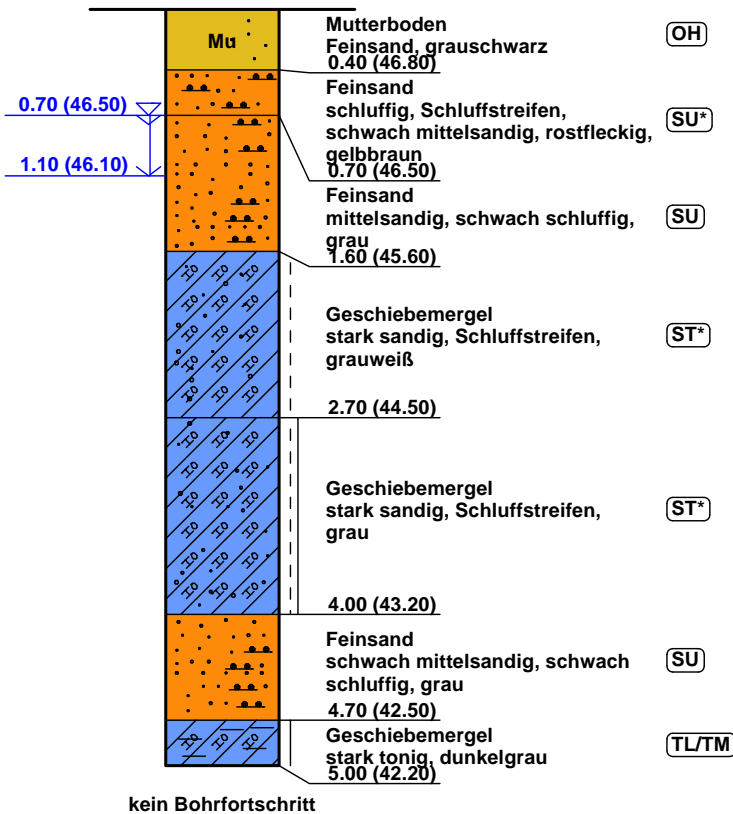


Höhe in m NN



RKS 6

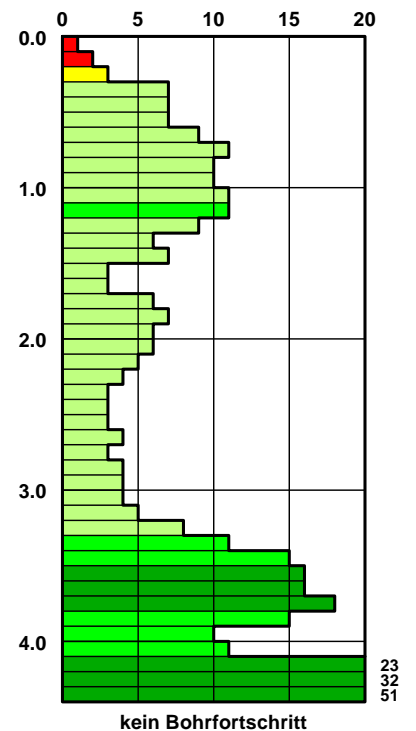
47,20 m



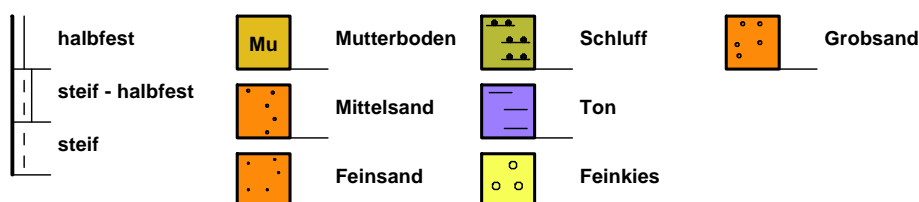
DPM 6

47,20 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Bohrprofile



Legende DPM



BESTIMMUNG DER DURCHLÄSSIGKEIT

Open-End Test: Verfahren mit abnehmender Druckhöhe



Geotechnische Gesellschaft mbH
 Schützenstraße 65 48268 Greven
 Tel. 02571 – 952855 Fax 02571 – 952856
 info@conterra-gmbh.com

Projekt :	<u>Erschließung</u>	Projekt-Nr. :	<u>090713-ARN-GEW</u>
	<u>St. Arnold- Neuenkirchen</u>	Anlage Nr. :	<u>3</u>
Meßpunkt :	<u>bei RKS 1</u>		
Versickerungsebene :	<u>0,60 m u. GOK</u>	entspricht :	<u>49,13 m+NN</u>
Durchgeführt von :	<u>Gr.</u>	am :	<u>09.07.2013</u>

Berechnungsgrundlage :
$$k_f = \frac{\pi \cdot D^2}{11 \cdot D \cdot \Delta t} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2} \quad [cm / s]$$

- Δt Versuchsdauer [s]
- r Durchmesser des Pegelrohres [cm]
- h_1 Wasserstand bei Versuchsbeginn [cm]
- h_2 Wasserstand bei Versuchsende [cm]

Nr.	Wasserstand			Innendurchmesser des Pegelrohres [mm]	Versuchsdauer [s]	Durchlässigkeit [m/s]
	in Ruhe [m GOK]	bei Versuchsbeginn [m GOK]	ende [m GOK]			
VS 1	-3,00	0,40	0,059	100	300	1,01E-05
	-3,00	0,40	-0,165	100	600	8,65E-06
	-3,00	0,40	-0,390	100	900	8,39E-06
	Mittelwert:					
	Mittelwert:					
	Mittelwert:					