

Geotechnisches Gutachten
für
die Erschließung des Gewerbegebietes Espach IV
in
88444 Ummendorf

Bauherr und Auftraggeber:

Gemeinde Ummendorf
Biberacher Straße 9
88444 Ummendorf

Geotechnische Projektleitung:

Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi
Vertretung Oberschwaben

Erstattungsdatum:

24. Oktober 2012

Aktenzeichen:

UDOES4 G01

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	2
2. Unterlagen	2
3. Projektbeschreibung	4
4. Allgemeiner geologischer Überblick	4
5. Baugrunderkundung	5
5.1 Bohrsondierungen	5
5.2 Rammsondierungen	6
6. Schichtenbeschreibung	7
7. Hydrogeologische Situation	9
8. Geotechnische Laboruntersuchungen	12
9. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke	14
10. Boden- und Felsklassen	14
11. Berechnungskennwerte	15
12. Bau der Infrastruktur	15
12.1 Geländeprofilierung	15
12.2 Kanal- und Leitungsbau	15
12.3 Straßenbau	18
13. Allgemeine Angaben zur Bebauung	20
13.1 Baugrubenausbildung	20
13.2 Bauwerksgründung	23
13.3 Gebäudeabdichtung	29
13.4 Arbeitsraumverfüllung / Geländeprofilierungen	30
13.5 Regenwasserversickerung	31
13.6 Allgemeine Angaben zur Nutzung von Geothermie	32
13.7 Erbebensicherheit	32
14. Schlussbemerkungen	32

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage 1	Lagepläne
	1.1 Übersichtslageplan
	1.2 Lageplan der Untersuchungspunkte
Anlage 2	Bohrsondierungen
	2.1 – 2.10 Bohrkernaufnahmen
	2.11 Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage 3	Rammsondierungen
	3.1 – 3.10 Rammsondierprofile
Anlage 4	4.1 – 4.4 Geologische Profilschnitte
Anlage 5	5.1 – 5.3 Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen
Anlage 6	6.1 – 6.6 Bestimmung der Kornverteilung
Anlage 7	7.1 – 7.3 Bestimmung der Konsistenzgrenze
Anlage 8	Lageplanskizze der im Gebiet verlegten Drainagen (landwirtschaftliche Melioration)

1. Auftrag

Die Gemeinde Ummendorf plant die Erweiterung des Gewerbegebietes Espach in Ummendorf. In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik, Henke und Partner GmbH, Vertretung Oberschwaben am 12.07.2012 entsprechend dem Angebot (Az.: UDOES4 K01) vom 06.07.2012 beauftragt, für die geplante Erweiterung des Gewerbegebietes Espach IV in Ummendorf eine Baugrunderkundung durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten zu erstellen.

Der Auftrag umfasst das Abteufen von 10 Bohr- und 10 Rammsondierungen zur Erkundung der allgemeinen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Baufeld. Durch geotechnische Laborversuche sind die anstehenden Böden zu klassifizieren und bodenmechanische Eigenschaften zu ermitteln, die anstehenden Bodenschichten im Hinblick auf ihre bautechnische Eignung zu bewerten sowie Boden- bzw. Berechnungskennwerte der Böden festzulegen. Die Darstellung erfolgt in einem geotechnischen Gutachten, in dem die Baugrundverhältnisse beschrieben, Berechnungskennwerte angegeben und Angaben zur hydrogeologischen Situation gemacht werden. Für die Gründung von Gebäuden werden Empfehlungen abgegeben und die zulässige Baugrundbelastbarkeit angegeben. Außerdem werden Angaben zur Verwendbarkeit der anstehenden Böden, zu ggf. erforderlichen Grundwasserabsenkungen, zur Nutzung von Geothermie zur Regenwasserversickerung sowie zum Kanal-, und Straßenbau gemacht. Allgemeine Ausführungshinweise runden das geotechnische Gutachten ab.

2. Unterlagen

Zur Bearbeitung des Projektes standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

Gemeinde Ummendorf:

- [1] Lageplan Bebauungsplan Espach IV, Datenstand 26.03.2012 in Papierform
- [2] Leitungsplan Bereich gepl. Gewerbegebiet Espach IV als pdf-Datei

Telekom:

- [3] Leitungsplan Telekomleitungen Bereich gepl. Gewerbegebiet Espach IV als pdf-Datei

EnBW:

- [4] Leitungsplan Strom Bereich gepl. Gewerbegebiet Espach IV als pdf-Datei

e.wa riss

- [5] Leitungsplan Gas Bereich gepl. Gewerbegebiet Espach IV als pdf-Datei

Aus eigenen Archivunterlagen stand uns zur Verfügung:

Henke und Partner GmbH:

- [6] Geotechnisches Gutachten für das Gewerbegebiet Espach in Ummendorf vom 18.09.1998 Az.: ESPACG01
- [7] Erläuterungsbereich zum Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis für die Grundwasserentnahme bei der Erstellung eines Regenüberlaufbeckens Nr. 550 und der zugehörigen Nebenbauwerke in Ummendorf vom 09.12.1999 Az.: RÜUDOG03
- [8] Erläuterungsbereich zum Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis für die Grundwasserentnahme bei der Erstellung eines Erdbeckens zur Regenwasserbehandlung im Gewerbegebiet Espach in Ummendorf vom 09.12.1999 Az.: RÜUDOG04
- [9] Erläuterungsbereich zum Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis für die vorübergehende Grundwasserentnahme bei den Erschließungsarbeiten für das Gewerbegebiet Espach in Ummendorf vom 18.01.1999 Az.: ESPACG02
- [10] Geotechnisches Gutachten für den Bau von Regenüberlaufbecken im Bereich des Gewerbegebietes Espach in Ummendorf vom 08.07.1999 Az.: RÜUDOG01
- [11] Gutachten zur Abrechnung des Grabenaushubs für Rohrgräben im Zuge der Erschließung des Gewerbegebietes Espach in Ummendorf vom 27.11.2000 Az.: ESPACG03
- [12] Geotechnisches Gutachten für den Neubau eines Büro- und Lagergebäudes der Fa. Cteam in Ummendorf vom 03.11.2004 Az.: UDOCTG01
- [13] Geotechnisches Gutachten für den Neubau einer Kalthalle und eines Parkplatzes der Fa. Cteam in Ummendorf vom 10.04.2012 Az.: UDOCTM G01
- [14] Geotechnisches Gutachten für das Gewerbegebiet Espach II in Ummendorf vom 05.03.2007 Az.: UDOBEF G01
- [15] Vordimensionierung einer Grundwassernutzung zu Heiz- und Kühlzwecken zum Projekt Neubau einer Produktionshalle der Fa. Berger im Gewerbegebiet Espach II in Ummendorf vom 16.05.2012 Az.: UDOBEF G02

Geologisches Landesamt Baden-Württemberg:

- [16] Geologische Karte von Baden-Württemberg, M. 1:25 000 mit Erläuterungen, Kartenblatt 7924 Biberach an der Riß - Süd

3. Projektbeschreibung

Die Gemeinde Ummendorf plant für einen großen Gewerbebetrieb das bestehende Gewerbegebiet Espach II in nordwestlicher Richtung zwischen der nordöstlich verlaufenden Umlach und dem südwestlich verlaufenden Feldweg bis zum nordöstlich verlaufenden Feldweg zu erweitern. Das neue Gewerbegebiet Espach IV soll auf den Flurstücken 1112, 1116, 1118, 1120, 1122 und 1124/2 mit einer Abmessung von ca. 310 m x 205 m (Fläche ca. 65.000 m²) entstehen. Der Abstand zu Umlach, die parallel der nordöstlichen Grundstücksgrenze des neu geplanten Gewerbegebietes verläuft, beträgt ca. 10 m. Die Fläche des geplanten Gewerbegebietes Espach IV ist nahezu eben und ist derzeit eine Wiese, die landwirtschaftlich genutzt wird. Auf dem Flurstück 1118 befindet sich im nordöstlichen Bereich ein Erdbecken zur Regenwasserbehandlung das eingezäunt ist. Ein Übersichtslageplan des betrachteten Gebiets ist als Anlage 1 beigefügt.

4. Allgemeiner geologischer Überblick

Der tiefere Untergrund im Bereich des betrachteten Untersuchungsgebietes (nach Kernbohrung Bericht [14] ca. 25 bis 30 m unter GOK) wird von den tertiären Schichten der Oberen Süßwassermolasse gebildet, welche von würmeiszeitlichen Kiesen und Sanden (Schmelzwasserkiese und –sande) überlagert werden. Nach oben wird das Schichtpaket durch alluviale Ablagerungen in Form von Auelehmen und anmoorigen Böden abgeschlossen. Das betrachtete Gebiet liegt im Gewinn „Großer Egelsee“, was auf das frühere Vorhandensein eines Sees und damit das Vorkommen von jungen Ablagerungen hinweist. Wie aus Überlieferungen und altem Kartenmaterial bekannt ist, verlief die Umlach vor 1927 mit einigen Nebenarmen im Untersuchungsgebiet. Ebenso ist bekannt dass im Bereich des neu geplanten Gewerbegebietes Drainagen zur Trockenlegung der Wiesenflächen (landwirtschaftliche Melioration) angelegt wurden, die das Gebiet nach Norden und Nordwesten entwässern. Eine entsprechende Skizze der auf dem Gelände zu erwartenden Drainage liegt als Anlage 8 bei. Es muss daher im gesamten Gebiet im Bereich der alluvialen Ablagerungen mit starken und auch auf kurze Distanz wechselnden Schichtmächtigkeiten gerechnet werden.

5. Baugrunderkundung

Nach dem Einholen der Leitungspläne aller Sparten im Untersuchungsbereich wurden zur Erkundung der Baugrundsituation am 01.08.2012 und am 02.08.2012 zehn Bohrsondierungen (BS 1/12 bis BS 3/12) und zehn schwere Rammsondierungen (DPH 1/12 bis DPH 10/12) abgeteuft. Zusätzlich wurden zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwassersituation nahegelegene Aufschlüsse, die für die Erkundung des Gewerbegebietes Espach II (BS 1/06, SG 1/06, SG 2/06, DPH 1/06, BS 2/06/GWM) sowie für die Erweiterung der Fa. Cteam (SG 4/12 und SG 5/12) hergestellt wurden, verwendet.

Die Aufschlüsse wurden so angeordnet, dass das gesamte geplante Gewerbegebiet "Espach IV" vom Schichtenverlauf her erfasst wird.

Die Lage der Untersuchungspunkte kann dem als Anlage 1.2 beiliegenden Lageplan entnommen werden. Die Lage der Aufschlüsse wurde mit dem Laufrad eingemessen. Als Lagebezug dienten die vorhandenen Wege und Gebäude. Das Einmessen der Ansatzhöhen der Aufschlüsse erfolgte mittels Nivellement, wobei als Höhenbezugspunkt eine Bauhöhe der Baumaßnahme „Erweiterung Fa. Cteam“ mit einer Höhe von 538,65 m NN diente.

5.1 Bohrsondierungen

Die zehn Bohrsondierungen (BS 1/12 – BS 10/12) wurden mittels Sondierdraht bis in Tiefen zwischen 2,5 m und 3,0 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Insgesamt wurden 29,5 lfd. m bohrsondiert. Die gewonnenen Bohrkerns wurden nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN EN ISO 14688-1 aufgenommen und beschrieben. Die ausführlichen Schichtenbeschreibungen mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an die DIN 4023 sind als Anlagen 2.1 bis 2.10 beigefügt. Eine Legende der hierbei verwendeten Signaturen und Abkürzungen liegt als Anlage 2.11 bei. Aus dem frischen Bodenmaterial wurden repräsentative Proben für geotechnische Laborversuche und als Rückstellproben entnommen.

Die Bohrsondierungen BS 1/12 und BS 3/12 wurden zu 1,0" Grundwassermessstellen ausgebaut. Der Pegelausbau der BS 1/12 und BS 3/12 kann der Anlage 2.1 bzw. 2.3 entnommen werden.

5.2 Rammsondierungen

Die zehn Rammsondierungen (DPH 1/12 bis DPH 10/12) wurden mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht.

Bei dem Sondierverfahren werden die Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe (N_{10}) gezählt und in einem tiefenbezogenen Diagramm aufgetragen. Die Rammsondierungen wurden bis in eine Tiefe von 5,0 – 8,0 m unter GOK niedergebracht. Insgesamt wurden 64,0 lfd. m sondiert. Die Rammsondierprofile können den Anlagen 3.1 bis 3.10 entnommen werden.

Durch die Rammsondierungen können Schichtgrenzen erkannt und bei bindigen Böden die Konsistenz an Hand der Schlagzahlen beurteilt werden. Schichtgrenzen werden in den Rammsondierdiagrammen im Wesentlichen durch markante Wechsel in den Schlagzahlen markiert. Bei regelmäßigeren Schlagzahlen ist tendenziell von einem bindigen Boden mit geringem Stein-/Kiesanteil, bei häufigem Wechsel in den Schlagzahlen von gemischtkörnigem und bei einzelnen Spitzenpeaks von stein- bzw. schutthaltigem Boden auszugehen.

Erfahrungsgemäß können bei feinkörnigen und grobkörnigen Böden nachfolgende Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen anhand der ermittelten Schlagzahlen pro 10 cm Eindringung (N_{10}) der schweren Rammsonde ohne Mantelreibung am Gestänge abgeschätzt werden. Die Mantelreibung des Gestänges wird über die Drehbarkeit des Gestänges mittels Drehmomentschlüssel überprüft (Angabe in Nm neben dem Rammsondierprofil).

Feinkörnige Böden:

Schlagzahl N_{10}	Konsistenz
0 – 0,5	breiig ($I_c = 0$ bis 0,5)
0,5 - 2	weich ($I_c = 0,5$ bis 0,75)
2 - 6	steif ($I_c = 0,75$ bis 1,0)
6 - 14	halbfest ($I_c > 1,0$)
> 14	fest

Grobkörnige Böden:

Schlagzahl N ₁₀ über GW	Lagerungsdichte	Schlagzahl N ₁₀ unter GW	Lagerungsdichte
0 - 5	locker	0 - 3	locker
5 - 20	mitteldicht	3 - 14	mitteldicht
> 20	dicht	> 14	dicht

Die Rammsondierung DPH 10/12 wurde zu einer 1,0" Grundwassermessstellen ausgebaut. Der Pegelausbau der DPH 10/12 kann der Anlage 3.10 entnommen werden.

6. Schichtenbeschreibung

Anhand der Aufschlüsse stellt sich die geologische Situation im Bereich des geplanten Gewerbegebietes Espach IV wie folgt dar:

Die Schichtenfolge beginnt mit einem ca. 10 bis 60 cm mächtigen durchwurzelt **Oberboden**.

Nur in der BS 1/12 wurde unter dem Oberboden aufgrund der Nähe zum bestehenden Feldweg eine **Auffüllung**, bestehend aus einem sandigen Kies, bis ca. 40 cm unter GOK angetroffen.

Unter dem Oberboden bzw. der künstlichen Auffüllungen folgt in allen Schürfen eine **bindige Aueablagerung** in Form von **Auelehm, Mudde bzw. Sumpfton** und **Torf**. Die bindigen Aueablagerungen weisen eine zumeist weiche und weich bis breiige Konsistenz auf. Die geringe Konsistenz bzw. geringe Tragfähigkeit der bindigen Aueablagerungen wird auch durch die Rammsondierungen mit Schlagzahlen von N₁₀ 0 – 1 belegt. Bei der Mudde bzw. Sumpfton handelt es sich um einen schwarzen schluffigen, humosen Ton. Die Mudde bzw. der Sumpfton besteht zumeist aus einem Gemisch aus Torf und Mudde bzw. Sumpfton. Der Torf ist zumeist stark zersetzt und enthält einzelne Holzstücke. Beim grauen Auelehm handelt es sich um einen tonigen, schwach sandigen bis sandigen Schluff. Im Auelehm waren zumeist auch Holzstücke vorhanden.

Unterlagert werden die bindigen Aueablagerungen teilweise von einem grauen schluffigen bis schwach schluffigen **Talsand**. Im Talsand sind teilweise Holzstücke enthalten.

Darunter bzw. direkt unter den bindigen Aueablagerungen wurde als letztes durch die Bohrsondierungen aufgeschlossenes Schichtglied ein sandiger, schwach schluffiger, grauer **Schmelzwasserkies** in allen Bohrsondierungen angetroffen. Auf den oberen 10 cm bis 70 cm kann der Schmelzwasserkies, wie in der BS 4/12 festgestellt, verlehmt sein. Auf der Grundlage der durchgeführten Rammsondierungen weist der Schmelzwasserkies eine mitteldichte - dichte Lagerung auf.

Die Oberkante der Talsand und Schmelzwasserkiesschicht wurde anhand der Bohrsondierungen, Rammsondierungen und Schürfen in folgenden Tiefen festgestellt:

Bezeichnung Aufschluss	OK Talsand [m u. GOK]	OK Talsand [m ü. NN]	OK Kies [m u. GOK]	OK Kies [m ü. NN]
BS 1/12	1,80	535,68	2,60	534,88
BS 2/12	1,70	535,37	2,20	534,89
BS 3/12	0,95	536,38	2,00	535,33
BS 4/12	-	-	2,10	535,66
BS 5/12	2,10	535,61	2,40	535,31
BS 6/12	-	-	2,00	535,71
BS 7/12	-	-	1,50	536,75
BS 8/12	-	-	1,50	536,29
BS 9/12	-	-	1,70	536,18
BS 10/10	0,60	537,77	1,50	536,87
DPH 1/10	1,50	535,65	1,90	535,25
DPH 2/10	2,0	535,41	2,30	535,11
DPH 3/10	-	-	1,30	536,06
DPH 4/10	-	-	1,90	535,78
DHP 5/10			1,90	535,68
DPH 6/10			1,70	536,31
DPH 7/12			1,60	536,54
DPH 8/12			1,70	536,65
DPH 9/12			1,70	536,30
DPH 10/12			2,20	536,06
SG 4/12			1,50	536,54

Bezeichnung Aufschluss	OK Talsand [m u. GOK]	OK Talsand [m ü. NN]	OK Kies [m u. GOK]	OK Kies [m ü. NN]
SG 5/12			1,20	536,67
BS 1/06			2,20	536,12
BS 2/06			1,70	537,37
SG 1/06			2,50	535,98
SG 2/06			1,20	537,40
DPH 1/06			1,80	536,98

Somit wurde ein Schwankungsbereich der Schmelzwasserkiesoberkante zwischen 534,88 m NN und 537,40 m NN ($\Delta t = 2,52$ m) im Bereich des geplanten Gewerbegebietes Espach IV festgestellt.

Zur Verdeutlichung der Schichtverläufe wurden über das Baufeld verteilt insgesamt 4 geologische Profilschnitte angefertigt, die als Anlagen 4.1 bis 4.4 beiliegen. Die Lage der Profilschnitte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Es ist hierbei zu beachten, dass die Schichtenverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden und daher naturgemäß vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

7. Hydrogeologische Situation

Nach Abschluss der Sondierarbeiten wurde in den unverrohrten Sondierlöchern der Bohr- und Rammsondierungen der Grundwasserstand gemessen. Da die Sondierlöcher teilweise nicht standfest waren, sind diese bereits vor der beabsichtigten GW-Messung bereichsweise wieder zugefallen. Durch das Zufallen kann es zu einem Wassereinstau im Sondierloch kommen, so dass die Grundwasserspiegelmessungen in den unverrohrten Sondierlöchern mit Unsicherheiten behaftet sind.

Nachfolgend sind die gemessenen Grundwasserstände in den Sondierlöchern direkt nach Abschluss der Sondierarbeiten tabellarisch dargestellt:

Bezeichnung Bohr- / Rammson- dierung	Wasserstand unter GOK [m]	Wasserstand [mNN]	Bemerkung
BS 1/12	0,9	536,58	Sondierloch nach 2,2 m zugefallen
BS 2/12	0,45	536,64	Sondierloch nach 2,1 m zugefallen
BS 3/12	1,00	536,33	Sondierloch nach 1,8 m zugefallen
BS 4/12	0,55	536,81	Sondierloch nach 2,0 m zugefallen
BS 5/12	0,73	536,98	Sondierloch nach 2,3 m zugefallen
BS 6/12	0,81	536,90	Sondierloch nach 2,2 m zugefallen
BS 7/12	0,80	537,45	Sondierloch nach 2,4 m zugefallen
BS 8/12	0,75	537,04	Sondierloch nach 1,7 m zugefallen
BS 9/12	0,75	537,13	Sondierloch nach 1,75 m zugefallen
BS 10/10	1,10	537,27	Sondierloch nach 2,1 m zugefallen
DPH 1/10	0,67	536,48	Sondierloch nach 2,9 m zugefallen
DPH 2/10	0,66	536,75	Sondierloch nach 2,95 m zugefallen
DPH 3/10	0,56	536,80	Sondierloch nach 1,85 m zugefallen
DPH 4/10	0,98	536,70	Sondierloch nach 3,45 m zugefallen
DHP 5/10	0,64	536,94	Sondierloch nach 1,75 m zugefallen
DPH 6/10	0,94	537,07	Sondierloch nach 2,4 m zugefallen
DPH 7/12	1,13	537,01	Sondierloch nach 1,95 m zugefallen
DPH 8/12	1,57	536,78	Sondierloch nach 1,75 m zugefallen
DPH 9/12	0,85	537,15	Sondierloch nach 2,1 m zugefallen
DPH 10/12	1,06	537,20	Sondierloch nach 3,0 m zugefallen

Im Rahmen der Baugrunderkundungen wurden zwei Bohrsondierungen (BS 1/12 und BS 3/12) und eine Rammsondierung (DPH 10/12) zu 1,0'' Grundwassermessstellen ausgebaut, um die Grundwasserstände in der Folgezeit zu beobachten und zur Ermittlung der Grundwasserfließrichtung sowie des Grundwassergefälles im Bereich des Baufeldes. Zusätzlich wurde die als 1,5'' Grundwassermessstelle ausgebaut Bohrsondierung BS 2/06 bei den nachfolgenden Grundwassermessungen mit einbezogen. Außerdem wurde der Wasserspiegel der Umlach südlich der Brücke über die B 312 gemessen.

Nachfolgend sind die bisher ausgeführten Grundwassermessungen und Wasserspiegelmessungen der Umlach dargestellt:

Messstelle	BS 1/12		BS 3/12		DPH 10/12		BS 2/06	
Höhe POK	537,59 mNN		537,82 mNN		538,49 mNN		539,22 mNN	
Datum	m. u POK	mNN						
03.08.2012	1,03	536,56	1,52	536,30	1,12	537,37	2,39	537,83
14.08.2012	1,06	536,53	1,57	536,25	1,19	537,30	2,43	536,79
24.10.2012	0,97	536,62	1,49	536,33	1,10	537,39	2,36	536,86

Messstelle	Brücke Umlach	
Höhe POK	538,92 mNN	
Datum	m. u POK	mNN
03.08.2012	3,28	535,64
14.08.2012	3,31	535,61
24.10.2012	3,30	535,62

Als Grundwasserleiter ist im Baufeld die Schmelzwasserkielesschicht anzusehen. Alle Grundwassermessstellen sind im Schmelzwasserkies verfiltert und geben daher den Grundwasserstand im Aquifer wieder. Auf der Grundlage der GW-Messungen bei der Baugrunderkundung und den Pegelmessungen liegen im Baufeld gespannte Grundwasserverhältnisse vor. Anhand der gemessenen Grundwasserstände in den Grundwassermessstellen BS 1/12, BS 3/12, DPH 10/12 und BS 2/06 wurde die Grundwasserfließrichtung in der Schmelzwasserkielesschicht ermittelt. Somit ergibt sich im Bereich des Baufeldes eine Grundwasserfließrichtung in der Schmelzwasserkielesschicht von Süden nach Norden. Das Grundwassergefälle beträgt ca. 0,373 %. Die Umlach steht in Korrespondenz mit dem Grundwasser. Es ist davon auszugehen, dass das Grundwassergefälle im Nahbereich der Umlach steiler ist, als in den entfernter liegenden Bereichen. Somit muss bei Hochwasser mit einem höheren Grundwasserspiegel gerechnet werden.

Da keine langfristigen Grundwassermessungen vorliegen, muss auf die gemessenen Grundwasserstände zur Berücksichtigung von Hochwassersituationen ein Sicherheitszuschlag gewählt werden. Als **Bemessungswasserstand** wird für das südliche Baufeld eine Höhe von **538,50 m NN** und für die Nordgrenze des Baufeldes von **537,50 mNN** angegeben. Dieser Wasserstand ist in einigen Teilflächen damit geländegleich bzw. liegt leicht über der bestehenden Geländeoberkante.

Damit deckt sich diese Angabe mit der bei Hochwassersituationen bzw. nach starken Niederschlägen bereits mehrfach festgestellten Beobachtung, dass sich ein freier Wasserspiegel im betrachteten Gelände einstellt.

Für den Schmelzwasserkies, der als Aquifer im Baufeld wirkt, kann nach den Erfahrungen aus der Erschließung des Gewerbegebietes Espach I und dem Pumpversuch für die Regenüberlaufbecken von einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 5 \times 10^{-3}$ m/s bis $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s für den unverlehnten Schmelzwasserkies, der als Aquifer dient, ausgegangen werden. Damit ist der unverlehnte Schmelzwasserkies als sehr hoch wasserdurchlässig einzustufen. Die den Schmelzwasserkies überlagernden alluvialen Deckschichten sind gering wasserdurchlässig.

Im Baufeld wirkt die Obere Süßwassermolasse (OSM), deren Tiefenlage nach [15] bei ca. 25 –30 m unter GOK liegt als Grundwasserstauer, sie ist selbst als Grundwassergeringleiter anzusprechen.

Grundwasseranalysen wurden nicht ausgeführt. Für das im Rißtal anstehende Grundwasser ist nicht von einer Betonaggressivität gemäß DIN 4030 auszugehen. Es wird allerdings empfohlen für alle Bauteile, die mit den organogenen und humosen Böden in Kontakt kommen können von einem schwachen chemischen Angriffsgrad auszugehen, da sich aus den humosen Inhaltsstoffen ein solcher ergeben kann.

Das Baufeld liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand Juli 2008) außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten.

8. Geotechnische Laboruntersuchungen

Für geotechnische Laboruntersuchungen wurden aus den frischen Bohrkernen repräsentative Bodenproben entnommen.

Zur Bodenklassifikation und zur Bestimmung bodenphysikalischer und -mechanischer Eigenschaften wurden im geotechnischen Labor nachfolgende geotechnischen Laboruntersuchungen ausgeführt:

- 20-mal Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes nach DIN 18121
- 6-mal Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123
- 3-mal Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
- 3-mal Bestimmung organischer Bestandteile nach DIN 18128

Eine tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Laborergebnisse liegt als Anlage 5.1 bis 5.3 bei.

In den Anlagen 6.1 bis 6.6 sind die ermittelten Sieblinien dargestellt. Die Bestimmung der Konsistenzgrenzen kann der Anlage 7.1 – 7.3 entnommen werden.

Wie aus den geotechnischen Laboruntersuchungen hervorgeht, weisen die Schmelzwasserkiese einen geringen Feinkornanteil von bis zu 6 % auf. Beim Schmelzwasserkies handelt es sich vorwiegend um weitgestufte und intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische der Bodengruppe GW und GI nach DIN 18196. Anhand der Sieblinien der untersuchten Talsandproben handelt es sich beim Talsand zumeist um einen stark schluffigen bzw. stark tonigen Sand der Bodengruppe SU* bzw. ST* nach DIN 18196. Wie die Talsandprobe der BS 10/12 aus einer Tiefe von 0,8 m unter GOK zeigt, kann der Talsand auch als enggestufter Sand (Bodengruppe SE nach DIN 18196) anstehen.

Die anhand der Körnungslinie abgeschätzten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte nach Beyer für eine mitteldichte Lagerung der Schmelzwasserkiese schwankt zwischen $k_f = 1,9 \times 10^{-3}$ m/s bis $k_f = 2,9 \times 10^{-4}$ m/s.

Anhand der Konsistenzgrenzenbestimmungen wurde für den Auelehm bzw. für die Mudde eine weich – breiige Konsistenz ermittelt. Nach DIN 18196 handelt es sich beim Auelehm bzw. der Mudde um einen organischen Ton bzw. Schluff der Bodengruppe OT / OU oder um einen ausgeprägt plastischen Ton der Bodengruppe TA.

9. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke

Nachfolgend sind die bautechnisch relevanten Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten anhand der durchgeführten geotechnischen Laborversuche, allgemeiner Erfahrungen mit den Böden bei anderen Bauvorhaben und mit vergleichbaren Böden zusammengestellt.

geol. Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Zusammen-drückbarkeit	Durchlässig-keit	Verdichtungs-fähigkeit	Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB 09
Auelehm / Mudde / Torf	TM / TA / OU / OT / H	sehr groß	sehr gering	sehr schlecht – nicht möglich	F3 – F2 ²⁾ mittel - sehr frostempfindlich
Talsand	SU* / ST* / SU / ST / SE / SI / SW	mittel - gering	groß - gering	mäßig - gut	F1 – F3 ¹⁾ nicht - sehr frostempfindlich
Schmelzwasserkies	GU* / GU / GI / GW / GX	gering – sehr gering	groß - gering	gut	F1 – F3 ¹⁾ nicht - sehr frostempfindlich

¹⁾ Die Bodengruppe GU* / GT* / SU* / ST* ist der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen, in Abhängigkeit von Ungleichförmigkeitszahl U und Anteil an feinkörnigen Bestandteilen ist die Bodengruppe GU /GT / SU /ST der Frostempfindlichkeitsklasse F2 oder F1 zuzuordnen

²⁾ Die Bodengruppe TA ist der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen

10. Boden- und Felsklassen

Die im Untersuchungsgebiet über die Aufschlusstiefe angetroffenen Schichten können für Erdarbeiten nach DIN 18300 und für Bohrarbeiten nach DIN 18301 folgenden Boden- und Felsklassen zugeordnet werden:

	Boden- /Felsklasse nach DIN 18 300	Boden- /Felsklasse nach DIN 18 301
Oberboden	1	BO 1
Auelehm / Mudde / Torf	4 / 2 ¹⁾ / 3 / 5	BB 1 ¹⁾ / BB 2/ BB 3 / BO 1 / BO 2
Talsand	3 / 4	BN 1 / BN 2
Schmelzwasserkies	3 / 4 / 5 ²⁾ / 7 ²⁾	BN 1 / BN 2 + BS 1 + BS 3

¹⁾ Bei ungünstiger Lage des Grundwasserspiegels kann eine breiige Konsistenz vorhanden sein

²⁾ Das Auftreten von Blöcken ist in den Schmelzwasserkiesen aufgrund der eiszeitlichen Entstehungsgeschichte möglich.

11. Berechnungskennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach EC 7 angesetzt werden. Die Boden- bzw. Berechnungskennwerte sind auf der Grundlage der durchgeführten geotechnischen Laborversuche und nach allgemeiner Erfahrung mit vergleichbaren Böden festgelegt worden.

Bodenschichten	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Undrained Kohäsion	Steifemodul
	g_k [kN/m ³]	g'_k [kN/m ³]	j_k [°]	c_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
Auelehm / Mudde / Torf	15	5	20 (17,5 – 25)	0 (0 - 8)	12 (8 - 50)	1,5 (0,8 bis 5)
Talsand	19	9	30 (27,5 – 35)	0 (4 - 0)	-	15 (10 bis 40)
Schmelzwasserkies	20	11	35 (32,5 – 40)	0 (4 - 0)	-	70 (50 bis 120)

() Schwankungsbreite der Bodenkenngrößen (z. B. für Grenzwertbetrachtungen)

12. Bau der Infrastruktur

12.1 Geländeprofilierung

Da das Grundwasser im Hochwasserfall bereichsweise über die bestehende Geländeoberkante ansteigen kann, wird empfohlen das Gelände bis über den Bemessungswasserspiegel anzuschütten. Verbleiben die bindigen Aueablagerungen unter einer Geländeanschüttung muss mit langanhaltenden Setzungen gerechnet werden. Werden Geländeaufschüttungen auf den bindigen Aueablagerungen im Bereich von Gebäuden vorgesehen, sind diese frühzeitig aufzubringen, damit ein Großteil der Setzungen vor Erstellung von Bauwerken bereits abgeklungen ist.

12.2 Kanal- und Leitungsbau

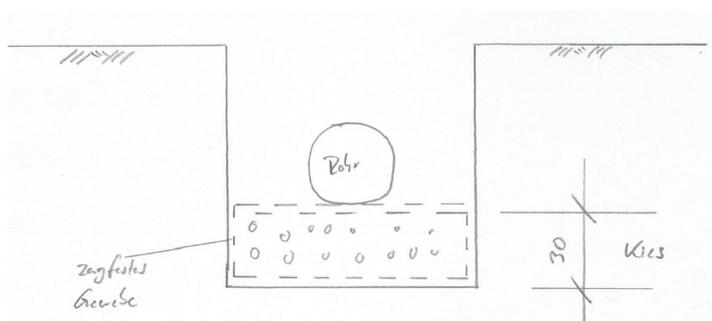
Bei der Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben sowie von Gruben für Schächte sind die Angaben der DIN 4124 zu beachten. Gruben und Gräben dürfen bis zu 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung senkrecht ausgeschachtet werden. Gräben mit Tiefen > 1,25 m müssen mit abgeböschten Wänden oder mit einem Verbau hergestellt werden. Freie Böschungen dürfen nur über dem GW-Spiegel ausgebildet werden. Erforderliche freie Böschungen über dem GW-Spiegel sind bei

den hier anstehenden Böden mit $\beta \leq 45^\circ$ anzulegen. Bei Schichtwasseraustritten aus der Böschung, bei einer Grundwasserabsenkung durch eine offene Wasserhaltung oder bei Lasten entlang der Böschungskrone (Abstand ≤ 2 m) sind die zulässigen Böschungswinkel durch Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 nachzuweisen.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind Böschungen bei länger offenstehenden Baugruben mit einer über die Bauzeit UV-beständigen Folie abzuhängen. An der Böschungskrone ist eine Tagwassersperre zur Vermeidung des Oberflächenwasserabflusses über die Böschung anzuordnen.

Unter dem GW-Spiegel können entsprechende für die erforderliche Tiefe zugelassene Grabenverbaugeräte verwendet werden, sofern das Grundwasser bis unter die Aushubsole abgesenkt wird. Für den Einsatz von Grabenverbaugeräten sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten.

Aufgrund der hohen Zusammendrückbarkeit und dem hohen Anteil an organischer Substanz wird empfohlen, die bindigen Aueablagerungen unter Kanälen und Schächten abzutragen und durch gut tragfähigen Boden wie z.B. Wandkies zu ersetzen. Ein Belassen der bindigen Aueablagerung führt erfahrungsgemäß zu hohen und lang anhaltenden Setzungen bzw. zu schädlichen Differenzsetzungen. Soll aus wirtschaftlichen Gründen kein Bodenaustausch unter Kanal- bzw. Leitungssohlen ausgeführt werden, wird empfohlen zur Vergleichmäßigung der Setzungen bzw. zur Vermeidung kleinräumiger Setzungen unter dem Rohraufleger ein Gründungspolsters aus einem zugfesten geotextilen Gewebe einzubauen. Die Höchstzugkraft (maßgebend ist der kleinere Wert aus Längs- und Querrichtung) des Gewebes sollte $F_{z,5\%} \geq 35$ kN/m (GRK 3 + Masse pro Flächeneinheit ≥ 180 g/m²) betragen (z.B. TENAX Gewebe G40 oder vergleichbar). Bei Stößen ist eine Überlappung von ≥ 50 cm erforderlich. Folgender Aufbau wird hierbei empfohlen:



Soll ein Gründungspolster eingebaut werden, muss eine ggf. erforderliche Geländeaufschüttung deutlich vor der Verlegung der Leitungen aufgebracht werden, damit die Sofortsetzungen und ein Teil der Konsolidationssetzungen bereits abgeklungen sind. Jedoch muss in den nächsten Jahren mit weiteren Setzungen (Konsolidations- und Kriechsetzungen sowie Setzungen aus organischen Zersetzungsprozessen der im Untergrund anstehenden Torf- und Anmoorschicht) gerechnet werden.

Das Grundwasser liegt im Baufeld gespannt vor, so dass erst nach dem Durchstoßen der abdichtenden, bindigen Aueablagerungen Grundwasser über die Sohle der Grube bzw. des Grabens zufließt. Aufgrund der gespannten Grundwasserverhältnisse steigt das Grundwasser in der Grube bzw. im Graben nach dem Durchstoßen der bindigen Aueablagerungen rasch an. Um die Leitungen fachgerecht verlegen zu können müssen Wasserhaltungsmaßnahmen ausgeführt werden. Um die abzapfenden Wassermengen gering zu halten, sind Gräben nur in kurzen Abschnitten auszuheben. Bei den teilweise anstehenden Talsanden muss unter dem Einfluss des strömenden Grundwassers mit Fließerscheinungen gerechnet werden. Um ein Ausfließen der Talsande zu vermeiden, sind filterstabile Pumpensümpfe anzulegen, es ist die Verwendung filterstabiler Schüttmaterialien bzw. der Einbau von geotextilen Filtervliesen vorzusehen. Bei den anstehenden wasserdurchlässigen Schmelzwasserkiesen ist ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f zwischen 3×10^{-3} m/s und 5×10^{-4} m/s anzunehmen. Bei einer offenen Wasserhaltung und einer Grabengröße von ca. 1,5 m x 6,0 m wird bei einer Absenkung von 1,0 m die zu erwartende Fördermenge mit ca. 4 - 15 l/s abgeschätzt.

Innerhalb der **Kanal- und Leitungszone** (Raum zwischen Grabensohle und –wänden bis 0,15 m Höhe über Rohrscheitel), wird empfohlen, gering kompressibles, gut verdichtbares Material bis zu einem Größtkorn von 20 mm der Verdichtbarkeitsklasse V1 nach ZTV A-StB nach den Vorschriften der jeweiligen Leitungsbetreiber einzubauen. Hierunter fallen nichtbindige bis schwach bindige Böden mit den Bezeichnungen nach **DIN 18196: GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST**. Die Verdichtung in der Leitungszone darf nur mit leichtem Verdichtungsgerät erfolgen. Innerhalb der Leitungszone müssen Verdichtungsgrade $D_{Pr} \geq 97$ % erreicht werden.

Als Verfüllmaterial in der **Verfüllzone** werden Böden der Verdichtbarkeitsklasse V1 bzw. V2 (nichtbindige bis schwachbindige und gemischtkörnige Böden) nach ZTV A-StB mit der Bezeichnung nach **DIN 18196: GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST, GU*, GT*, SU*, ST*** empfohlen.

Die Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad D_{pr} in Abhängigkeit des verwendeten Verfüllmaterials für Grabenverfüllungen unter befestigten Wegen sind der ZTV E-StB 09 und ZTV A-StB 97/06 zu entnehmen.

Die im Baufeld anstehenden bindigen Aueablagerungen sind für die Kanalgrabenverfüllung nicht geeignet.

Das Verfüllmaterial ist gleichmäßig lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Mächtigkeiten der Verfülllagen ist auf das verwendete Verdichtungsgerät und auf den Boden abzustimmen. Die verwendeten Baustoffe und Einbauverfahren dürfen zu keinen schädlichen Verformungen oder ungünstigen Lastfällen für die Leitungen führen. Das Verdichten darf in der Leitungszone und in dem Bereich bis 1,0 m über Rohrscheitel nur mit leichtem, bis 3,0 m auch mit mittelschwerem und darüber auch mit schwerem Verdichtungsgerät ausgeführt werden. Schwer zugängliche Bereiche in der Leitungszone, in denen sich der Verfüllboden nicht fachgerecht verdichten lässt, sind mit anderen geeigneten Baustoffen wie z.B. Boden-Bindemittelgemische, Beton oder Flüssigboden zu verfüllen, sofern sich dies nicht nachteilig auf die Rohrbettung, die Leitungen und den Oberbau auswirkt. Die Verfüllungen sind über Kontrollprüfungen auf die Einhaltung der geforderten Verdichtung bzw. Tragfähigkeit zu überwachen.

Die Anforderungen der DIN EN 1610 "Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen" sind zu beachten.

12.3 Straßenbau

Die Anforderungen an den Aufbau und die Tragfähigkeit des Straßenoberbaus hängen von der nach der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 01) gewählten Bauklasse, Befestigung und Verkehrsbelastung ab. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist nach Kapitel 3.2 der RStO 01 zu bestimmen. Das Baufeld liegt nach Bild 6 der RStO 01 in der Frosteinwirkungszone II.

Aufgrund der hohen Zusammendrückbarkeit und dem hohen Anteil an organischer Substanz wird auch bei der Herstellung von Verkehrsflächen der Austausch der bindigen Aueablagerungen bis auf die Talsand- bzw. Schmelzwasserkielesschicht empfohlen. Bei einem Bodenaustausch bis auf

den Talsand bzw. den Schmelzwasserkies, muss aufgrund des gespannten Grundwassers eine Wasserhaltung für den Einbau der Bodenaustauschschicht ausgeführt werden. Um die abzupumpenden Wassermengen gering zu halten, sind nur kleine Abschnitte auszuheben. Bei einer Baugrubengröße mit Abmessungen von 8 m x 15 m wird bei einer offenen Wasserhaltung und einer Absenkung von 1,0 m die zu erwartende Fördermenge mit ca. 12 - 30 l/s abgeschätzt.

Alternativ ist auch denkbar, einen Unterwasseraushub auszuführen und den Bodenaustausch bis zur Grundwasserspiegeloberkante mittels Wacken auszuführen. Zwischen Wacken und dem weiteren Kieseinbau ist ein Trennvlies der Georobustheitsklasse GRK 4 einzulegen. Die Verdichtung erfolgt 15 cm über dem GW-Spiegel mit einem möglichst schweren Walzenzug.

Alternativ können auch Verkehrsflächen, wenn gewisse Verformungen nach Fertigstellung der Verkehrsflächen in Kauf genommen werden, auf einem Gründungspolster aus einem hochzugfesten Gewebe oder Geogitter gegründet werden. Das Gründungspolster führt zur Vergleichmäßigung der Setzungen bzw. zur Vermeidung kleinräumiger Setzungen. Durch eine zeitweise Überschüttung des planmäßigen Straßengradient können zusätzlich Setzungen vorweggenommen werden. Des Weiteren wird bei einer Gründung der Verkehrsflächen mittels eines Gründungspolsters empfohlen, die Asphaltdecksicht frühestens 2 Jahre nach Inbetriebnahme der Verkehrsflächen aufzubringen.

Da die Aueablagerungen eine nur sehr geringe Tragfähigkeit von $E_{v2} < 5 \text{ MN/m}^2$, wie Tragfähigkeitskontrollen bei der benachbarten Fa. Cteam zeigten, aufweisen, muss um eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ auf OK Frost-/Tragschicht zu erreichen, eine mindestens 1,1 m mächtige Kiesschüttung mit Kies 0/45 mm (einschl. Gründungspolster und Frost-Tragschicht) aufgebracht werden.

Das hochzugfeste Gewebe oder Geogitter des Gründungspolsters ist waagrecht zu verlegen und vor dem Aufbringen der Schüttung gerade zu recken und leicht zu spannen (z.B. mittels Einschlagen von Stahlnadeln), so dass Faltenfreiheit gewährleistet ist. Überlappungsstöße in Längs- und Querrichtung müssen mindestens 0,5 m betragen. Die Geokunststoffbewehrungen dürfen nicht direkt befahren werden. Das Schüttmaterial ist "vor Kopf" einzubringen. Eine Befahrung kann nach Aufbringung einer mindestens 30 cm mächtigen Kiesschicht über der Geokunststoffbewehrung erfolgen. Bei Einbau eines Geogitters ist ein Trennvlies der Georobustheitsklasse GRK 3 zwischen

Geogitter und bindige Aueablagerungen einzubauen. Es wird empfohlen ein biaxiales Geogitter mit einem charakteristischen Wert der Langzeitzugfestigkeit $R_{B,k} \geq 20 \text{ KN/m}$ bei 2% Gesamtdehnung zu verwenden.

Die Verdichtung der ungebundenen Materialien für den Unterbau sowie für den Oberbau dürfen zur Vermeidung des „Hochziehens“ von Wasser aus den Weichschichten und der nicht abschätzbaren Auswirkungen von Vibrationen auf die Konsolidierung des Untergrundes ausschließlich statisch mit einer geeigneten Walze erfolgen. Die Mächtigkeit der Einbaulagen ist auf das Verdichtungsgerät anzupassen. Die geforderte Verdichtung von $D_{pr} \geq 100 \%$ für den Bodenaustauschschicht und die Frost-/ Tragschicht ist mittels statischen Plattendruckversuchen durch einen Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ nachzuweisen.

Aufgrund der teilweise hohen organischen Bestandteile innerhalb der bindigen Aueablagerung, wird die Ausführung einer Bodenverbesserung bzw. Bodenstabilisierung mittels Bindemittelzugabe zur Erhöhung der Untergrundtragfähigkeit hier nicht empfohlen.

13. Allgemeine Angaben zur Bebauung

13.1 Baugrubenausbildung

Bei der Herstellung von Baugruben für die gewerbliche Bebauung sind die Angaben der DIN 4124 zu beachten. Baugruben dürfen bis zu 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung senkrecht ausgeschachtet werden. Baugruben mit Tiefen $> 1,25 \text{ m}$ müssen mit abgeböschten Wänden oder mit einem Verbau hergestellt werden. Freie Böschungen dürfen nur über dem GW-Spiegel ausgebildet werden. Erforderliche freie Böschungen über dem GW-Spiegel sind bei den hier anstehenden Böden mit $\beta \leq 45^\circ$ anzulegen. Bei Schichtwasseraustritten aus der Böschung, bei einer Grundwasserabsenkung durch eine offene Wasserhaltung oder bei Lasten entlang der Böschungskrone (Abstand $\leq 2 \text{ m}$) sind die zulässigen Böschungswinkel durch Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 nachzuweisen.

Auf den Baugrubenböschungen ist loser oder aufgelockerter Boden abzuräumen. Bis mindestens 2 m hinter die Böschungskrone ist diese lastfrei zu halten. Bei hohen Lasten hinter der Böschung

(Kran, BE-Fläche usw.) oder bei freien Böschungshöhen von größer 5 m oder wenn oberhalb eine Hang mit einem Böschungswinkel von $\beta > 10^\circ$ liegt, muss die Standsicherheit der Baugrube über einen rechnerischen Nachweis nach DIN 4084 erbracht werden. Sollen freie Böschungen unterhalb des GW-Spiegels angelegt werden sind Wasserhaltungsmaßnahmen durchzuführen.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind die Baugrubenböschungen mit einer überlappenden und windsicher fixierten Folie abzuhängen. Am Kopf der Böschungen sollte zusätzlich eine Tagwassersperre angeordnet werden.

Bei Baugruben mit großen Abmessungen, die tief unter den GW-Spiegel reichen, ist eine offene Wasserhaltung erfahrungsgemäß nicht mehr möglich. Aufgrund der tiefliegenden abdichtenden Schicht (ca. 25 m bis 30 m unter GOK) ist eine wasserundurchlässige Baugrubenumschließung bis in die abdichtende Schicht hier nicht wirtschaftlich. Eine wasserundurchlässige Baugrubenumschließung kann z.B. mittels Spundwand und Unterwasserbetonsohle hergestellt werden. Je nach Tiefe der Baugrube muss die Spundwand und Unterwasserbetonsohle ggf. rückverankert werden.

Das Einbringen der Spundwände erfolgt mittels Vibration. Auf die davon ausgehenden Erschütterungen wird hingewiesen. Es ist zu prüfen ob in geringer Entfernung liegende Gebäude oder Infrastrukturleitungen vorhanden sind, auf die sich die Erschütterungen negativ auswirken können. Diese sind dann beim Einbringen der Spundwände entsprechend zu überwachen.

Da das Vorhandensein von Blöcken und Findlingen im Schmelzwasserkies nicht ausgeschlossen werden kann, sollte in der Ausschreibung eine Position für die Hindernisbeseitigung durch Bohrungen vorgesehen werden.

Um die vom Ziehen der Spundwände ausgehenden Setzungen, nach Erreichen der Auftriebssicherheit des Bauwerks, zu minimieren, gibt es die Möglichkeit der Ziehschlitzverpressung. Dabei werden vor dem Einbringen der Spundwand Leitungen an die Profile angebracht. Beim Ziehen wird durch diese Leitungen eine Bentonit- oder Dämmersuspension verpresst, so wird der beim Ziehen freigegebene Hohlraum verfüllt und die Setzungen reduziert. Allerdings ist zu beachten, dass auch bei einer Verpressung des Ziehschlitzes, im Nahbereich bis in eine Entfernung von ca. 3 – 4 m um die Spundwand, Setzungen nicht ausgeschlossen werden können.

Je nach Baugrubentiefe kann eine **Rückverankerung** der Spundwand und der Unterwasserbetonsohle notwendig werden. Für die Aufnahme der Zugkräfte können Verpressanker als Temporäranker zum Einsatz kommen. Die Verankerung ist in der mindestens mitteldichtgelagerten Schmelzwasserkielesschicht vorzusehen. Bei Durchführung einer Nachverpressung mittels 2 unterschiedlich tiefgeführter Verpressschläuche im Drittelpunkt der Verankerungslänge oder bei Verwendung eines Ankerzementes (z.B. Fa. Schwenk CEM I 42,5 R-HO), der durch spezielle Zusätze eine Expansion des Verpresskörpers bewirkt, kann auf der Grundlage von durchgeführten Zugversuchen im Schmelzwasserkies und aufgrund allgemeiner Erfahrungen charakteristische Mantelreibung von

$$q_{s;k} = 220 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

Der nachfolgend ausgewiesene charakteristische Herauszieh Widerstand $R_{a;k}$ und Bemessungsherauszieh Widerstand $R_{a;d}$ bezieht sich auf eine Krafteintragungslänge $L_{\text{fixed}} = 5,0 \text{ m}$ und einen Verpresskörperdurchmesser von $d_0 = 133 \text{ mm}$ (Fläche Verpresskörper $2,09 \text{ m}^2$).

	charakteristischer Herauszieh Widerstand	Bemessungswert
	$R_{a;k} \text{ (kN)}$	$R_{a;d} = R_{a;k} / \gamma_A \text{ (kN)}$
Schmelzwasserkies	459	418

Sollten Herauszieh Widerstände für andere Verpresskörperabmessungen benötigt werden, so können diese von uns noch angegeben werden.

Die angegebenen Ankerkräfte sind auf der Baustelle durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen.

Die Prüfkraft P_p (kN) der Eignungs- bzw. Abnahmeprüfung ergibt sich aus dem Bemessungswert P_d (kN) der Ankerbeanspruchung zu $P_p = 1,1 (= \gamma_A) \times P_d$.

Bei der Herstellung der Verankerungsbohrungen sollte der Ankeransatzpunkt über dem Normalwasserstand liegend gewählt werden, um den Zufluss von Grundwasser über die Ankerbohrungen

zur Baugrube und die Gefahr des ungewollten Sandaustrags und damit verbundener Setzungen zu vermeiden. Werden die Ankeransatzpunkte nur wenige Zentimeter über dem Normalwasserstand liegend gewählt, so sollte eine Abdichtung der Ankeröffnungen in der Spundwand für den Fall des Anstiegs des Grundwasserspiegels vorgesehen werden.

Die Bemessung der Baugrubenumschließung muss durch eine statische Berechnung erfolgen. Durch die teilweise dichte Lagerung des Schmelzwasserkieses wird die Verwendung von Spundbohlen mit einem großen Widerstandsmoment empfohlen. Im Falle nahliegender Gebäude oder Infrastrukturleitungen wird der Ansatz eines erhöhten aktiven Erddrucks bei der Bemessung der Baugrubenumschließung empfohlen, sind keine setzungsgefährdeten Bauteile oder Leitungen in der Nähe des Verbaus (innerhalb des Gleitflächenwinkels ϑ_a) anzutreffen, so kann der aktive Erddruck für die Bemessung angesetzt werden. Um Schäden an Infrastrukturleitungen zu vermeiden, sollten die Bohrungen der Verpressanker einen Mindestabstand von $\geq 1,5$ m zu diesen aufweisen. Die Entwurfsregeln für die Anordnung von Verpressankern sind zu berücksichtigen.

13.2 Bauwerksgründung

Die bei der Baugrunderkundung festgestellten gering tragfähigen zum Teil organischen Aueablagerungen sind für die Abtragung von Gebäudelasten nicht geeignet. Die Abtragung von Gebäudelasten auf diesen Schichten würde zu großen Setzungen führen, vor allem besteht die Gefahr von bauwerksschädlichen Setzungsdifferenzen durch unterschiedliche Lasten und durch die festgestellte vorhandene unterschiedliche Mächtigkeiten der stark kompressiblen Aueablagerungen im Bereich des Baufeldes. Zusätzlich muss mit lastunabhängigen Setzungen aus organischen Zersetzungsprozessen der organischen Anteile innerhalb der Aueablagerungen gerechnet werden. Es wird deshalb empfohlen, die Gebäudegründung in die gut tragfähigen unverlehmteten Schmelzwasserkies zu führen. Es muss von einer Verlehmung der Schmelzwasserkieserschicht von ca. 50 bis 80 cm unter OK Schmelzwasserkieserschicht gerechnet werden. Eine frostsichere Einbindung von außenliegenden Fundamenten und Bauteilen von mindestens 1,0 m unter Gelände ist vorzusehen.

Für alle Bauteile, deren planmäßige Bauwerksunterkante oberhalb des Normalwasserspiegels liegt, sind Tiefgründungen mit Hilfe von Bohrpfehlen, Brunnen oder anderen Tiefgründungselementen wie z.B. duktilen Gusspfehlen, Betonrüttelsäulen oder Teilverdrängungsbohrpfehlen vorzuse-

hen. Die Einbindung der Tiefgründungselemente richtet sich nach der Höhe der Lasten an den Lastabtragungspunkten. Der unverlehmt anstehende Schmelzwasserkies ist hoch tragfähig und gering kompressibel.

Für unterkellerte Bauteile, die bis in den unverlehmt Schmelzwasserkies einbinden, kann die Gründung über eine Plattengründung erfolgen. Die erkundete Tiefenlage des Schmelzwasserkiesoberkante ist in den Profilschnitten eingetragen, oder kann dem Höhengleichenplan der Anlage 5 entnommen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass zwischen den Aufschlüssen interpoliert wurde, lokale Abweichungen von der in den Profilschnitten markierten Schichtgrenze können daher nicht ausgeschlossen werden.

Sofern eine Gebäudeunterkellerung unterhalb des Grundwasserspiegels zu liegen kommt, ist die Ausbildung einer Bodenplatte zur Aufnahme des Wasserdruckes erforderlich, diese ist dann auch für die Abtragung der Bauwerkslasten in dem gut tragfähigen unverlehmt Schmelzwasserkies heranzuziehen.

Für Plattengründungen ist der Grundbruch als Versagensform nicht maßgebend. Allerdings sollte auf eine möglichst gleichmäßige und stetige Verteilung der Lasten geachtet werden, um damit geringe Setzungsdifferenzen für die unterschiedlich beanspruchten Plattenbereiche zu bewirken. Die durch die Bauwerkskonstruktion schadensfrei aufnehmbaren Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen sind durch den Tragwerksplaner zu beurteilen und ggf. zu begrenzen.

Die Bemessung einer elastisch gebetteten Gründungsplatte erfolgt zumeist mit dem Bettungsmodul oder Steifemodulverfahren.

Nach DIN – Fachbericht 120 „ Wechselwirkung Baugrund / Bauwerk bei Flachgründungen“ erfolgt der Berechnungsablauf beim Bettungsmodulverfahren prinzipiell wie folgt:

1. Festlegung eines Startwertes für den Bettungsmodul durch den Baugrundgutachter.
2. Berechnung der Vertikalverschiebung und Sohldrücken mit dem Bettungszifferverfahren durch den Tragwerksplaner.
3. Setzungsberechnung nach DIN 4019 ($EI = 0$) mit der aus (2.) gewonnenen Sohldruckverteilung durch den Baugrundgutachter.

4. Vergleich der Vertikalverschiebungen aus (2.) mit den Setzungen aus (3.) durch den Tragwerksplaner.
5. Neuberechnung der Bettungsmoduli aus den Quotienten Sohldruck (2.) und Setzung aus (3.) durch den Baugrundgutachter.

Sofern in (4.) ausreichende Übereinstimmung zwischen den Vertikalverschiebungen aus (2.) und den Setzungen aus (3.) festgestellt wurde, kann die Iteration abgebrochen werden. Ist dies nicht der Fall so erfolgt eine Neuberechnung ab (2.).

Nach einer ausreichenden Übereinstimmung der Vertikalverformung kann von einem näherungsweise korrekten Ansatz des Baugrundmodells in der statischen Berechnung ausgegangen werden. Die ermittelten Verformungen bzw. Differenzverformungen sind vom Tragwerksplaner hinsichtlich der Bauwerks- bzw. Tragwerksverträglichkeit zu überprüfen.

Als Startwert für den Bettungsmodul kann ein Bettungsmodul von $k_s = 10 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden.

Vor Aufbringung der Gründungsplatte müssen die aushubbedingten Auflockerungen der Aushubsohle durch ein vollflächiges Nachverdichten der Gründungssohle mit geeignetem schweren Verdichtungsgerät auf mindestens 100% der einfachen Proctordichte beseitigt werden. Es wird empfohlen die Qualität der Nachverdichtung durch Kontrollprüfungen mittels statischem Plattendruckversuch ($D_{pr} \geq 100\% = E_{v1}/E_{v2} \leq 2,3$) zu überprüfen.

Eine Nachverdichtung des Baugrunds ist nur möglich, wenn der GW-Stand mindestens 50 cm unter Aushubsohle ansteht bzw. auf dieses Maß abgesenkt wird.

Bei nicht unterkellerten Gebäuden besteht die Möglichkeit die Lasten durch eine Brunnengründung in den Schmelzwasserkies einzubringen. Bei einer Brunnengründung wird ein Stahlrohr bzw. Schachtringe (Durchmesser je nach Belastung 0,8 m bis 1,5 m) bei gleichzeitigem Ausheben im Inneren mittels Brunnengreifer in den Untergrund gedrückt, bis die statisch erforderliche Einbindetiefe in die Schmelzwasserkiese erreicht ist. Über ein Schüttrohr bzw. mit Hilfe einer Betonpumpe werden das Stahlrohr bzw. die Schachtringe ausbetoniert. Bei der Verwendung eines Stahlrohres wird dieses anschließend wieder gezogen. Eine konstruktiv sinnvolle Bewehrung sollte in Abstimmung

mung mit dem Tragwerksplaner eingebaut werden. Die Bemessung der Brunnengründung erfolgt über den Grundbruchnachweis und für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit über eine Setzungsberechnung.

Unter Berücksichtigung einer Brunntiefe von mindestens 2 m unter Geländeoberkante, einer Einbindung von mindestens 0,5 m in den gut tragfähigen unverlehmtten Schmelzwasserkies, und einer Lage der OK Bodenplatte von mindestens 0,5 m oberhalb des GW-Spiegels sowie unter Ansatz eines Verkehrslastanteils von 50 %, können die Brunnen je nach Durchmesser folgende Bemessungslasten F_d aufnehmen:

Brunnen \varnothing 1,0 m: $F_d \leq 600$ kN

Brunnen \varnothing 1,2 m: $F_d \leq 900$ kN

Brunnen \varnothing 1,5 m: $F_d \leq 1400$ kN

Bei Ausnutzung der vollen Bemessungslast sind Setzungen von $s = 0,5$ cm bis 1,0 cm zu erwarten. Es können auch mehrere kleine Brunnen direkt nebeneinander unter einem Lastpunkt angeordnet werden. Eine größere Einbindung der Brunnen in die Schmelzwasserkieschicht führt zu einer Erhöhung der aufnehmbaren Bemessungslast.

Alternativ kann die Gründung auch über duktile Gusspfähle erfolgen. Bei dem duktilen Gusspfahl handelt es sich um einen Ramppfahl, allerdings ist durch die geringe Größe des Pfahldurchmessers und dem zum Einrammen verwendeten hydraulischen Schnellschlaghammer die abstrahlende Energie begrenzt, so dass keine nachteiligen Einwirkungen für benachbarte Gebäude zu erwarten sind.

Nach den bauaufsichtlichen Zulassungen sind für diesen Pfahltyp Probelastungen vorzunehmen, um die äußere Tragfähigkeit zu bestimmen bzw. es sind Probelastungen vergleichbarer Böden für die Dimensionierung heranzuziehen.

Die Bemessungswerte $R_{i,d}$ der inneren Tragfähigkeit der Pfähle für die verschiedenen Gussrohrprofile mit und ohne Mantelverpressung für die Bemessungssituation BS-P (ständige Bemessungssituation) unter Anrechnung der inneren Betonverfüllung kann der bauaufsichtlichen Zulassung entnommen werden.

Ein Stabilitätsnachweis nach Theorie II. Ordnung (Knicknachweis) nach DIN 18800-5 muss nach der bauaufsichtlichen Zulassung ohne seitliche Stützung durch einen Boden geführt werden, wenn ein Pfahl teilweise frei, in organischen (wie. z.B. Torf) oder in bindigen Böden mit einer undränierten Scherfestigkeit von $c_u \leq 15 \text{ kN/m}^2$ steht.

Eine weitere wirtschaftlich interessante Gründungsalternative könnte auch die Ausführung von Betonrüttelsäulen sein. Hierbei wird ein Schleusenrüttler eingesetzt, bei dem Beton zugegeben wird. Betonrüttelsäulen werden in ganzer Länge aus pumpfähigem Beton der Güte C 20/25 hergestellt. Hierbei wird die Fußtragfähigkeit durch mehrmaliges Heben und Senken des Rüttlers verbessert und der Fuß aufgeweitet, während der Schaft wegen der hohen inneren Festigkeit des Betons in einem Zuge erstellt wird.

Betonrüttelsäulen weisen in der Regel einen Durchmesser zwischen 40 - 70 cm auf. Eine ggf. erforderliche Bewehrung kann in die Betonrüttelsäulen eingebracht werden. Bei Einbindung des Säulenfußes in die gut tragfähige mitteldicht gelagerte unverlehnte Schmelzwasserkiessschicht kann erfahrungsgemäß eine charakteristische Belastung von ca. $F_{c;k} = 350$ bis 500 kN pro Säule abgetragen werden. Die Tragfähigkeit sollte ebenfalls durch die Ausführung von Probelastungen überprüft werden.

Bei diesem Verfahren fällt, wie auch bei einer Gusspfahlgründung kein Aushub an, da es sich um ein Vollverdrängungssystem handelt. Aufgrund des deutlich schwereren Gerätes gegenüber den Gründungsvarianten mit Gusspfählen oder Brunnen muss eine ca. 30 - 50 cm mächtige Schottertragschicht zum Befahren des Baufeldes vorhanden sein.

Weitere wirtschaftliche Tiefgründungsverfahren können hier auch Teilverdrängungsbohrpfähle oder Stahlbetonfertigrampfpfähle sein. Für die Bemessung von Teilverdrängungsbohrpfählen und Stahlbetonfertigrampfpfählen kann nachfolgende charakteristische Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand für den Schmelzwasserkies angesetzt werden.

	charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ kN/m ²
Teilverdrängungsbohrpfahl	125
Stahlbetonfertigrammpfahl	90

	charakteristischer Pfahlspitzen- widerstand $q_{b,k}$ kN/m ²	Bezogene Pfahlkopfsetzung s/D
Teilverdrängungsbohrpfahl	800	0,02
	1.000	0,03
	2.500	0,10
Stahlbetonfertigrammpfahl	5.000	0,035
	6.000	0,100

In Abstimmung mit dem Tragwerksplaner ist zu prüfen, welches der vorgeschlagen Gründungsverfahren bei Vorliegen konkreter Lasten und geometrischen Randbedingungen die wirtschaftlichste Variante darstellt.

Um Schäden in der Bodenplatte durch Differenzsetzungen zu vermeiden sollte diese freitragend (wie eine Gebäudedecke) ausgebildet werden. Aufgrund der Gefahr, dass ein Setzungsspalt unter der Bodenplatte entstehen kann, sollte die Abtragung von Horizontallasten nicht durch Reibung der Bodenplatte erfolgen. Eine Abtragung von Horizontallasten kann durch Aktivierung des Erdwiderstandes vor Einzel- und Streifenfundamenten und zusätzlich bei mit den Fundamenten biegesteif verbundenen Pfählen oder Brunnen durch Ansatz einer horizontalen Bettung sowie bei duktilen Gusspfählen durch die Anordnung von Schrägpfählen erfolgen.

Bei einer freitragenden Bodenplatte müssen die Grundleitungen an die Bodenplatte angehängt werden.

Gegebenfalls kann auch unter einer Bodenplatte bzw. eines Industriebodens ein flächiger Bodenaustausch bis zur tragfähigen Schmelzwasserkieschicht erfolgen.

Wenn aus wirtschaftlichen Gründen die kompressiblen und zum Teil stark organischen Aueablagerungen unter einer Bodenplatte bzw. eines Industriebodens verbleiben sollen, muss mit Verfor-

mungen und Rissbildungen in der Bodenplatte gerechnet werden. Eine frei aufliegende Bodenplatte sollte nur bei geringer Belastung der Platte realisiert werden. Bei der Ausbildung einer frei aufliegenden Bodenplatte müssen zwischen der Bodenplatte und den Konstruktionsteilen des Gebäudes Raum- bzw. Bewegungsfugen ausgebildet werden. Die Bodenplatte darf nicht direkt auf den Fundamenten aufliegen. Des Weiteren wird empfohlen, zur Vergleichmäßigung der Setzungen und Erhöhung der Tragfähigkeit ein Gründungspolster mit gut tragfähigem Kies (z.B. Kies 0/45 mm) und geotextiler Bewehrung unter einer frei aufliegenden Bodenplatte einzubauen. Es wird ein Aufbau, wie unter Kapitel 12.3 Straßenbau beschrieben, empfohlen.

Eine Betonplatte wird bei gleicher Belastung umso mehr auf Biegung beansprucht, je nachgiebiger die Unterkonstruktion ist. Es wird angenommen, dass die Bodenplatte elastisch gebettet ist. Die Steifigkeit dieser Bettung wird durch den Bettungsmodul k_s rechnerisch erfasst. Unter der Voraussetzung einer ausreichenden Tragfähigkeit der Unterkonstruktion in Abhängigkeit der Beanspruchung kann für Einzellasten (ständige Stützenlasten) bis 100 kN und einer Kontaktpressung von $\sigma \leq 1,0 \text{ N/mm}^2$ der Bettungsmodul anhand folgender Gleichung nach Lohmeyer abgeschätzt werden:

$$k_s = E_T / (0,83 \times h \times \sqrt[3]{(E_{cm} / E_T)})$$

h = Dicke der Betonplatte

E_{cm} = Elastizitätsmodul des Betons

E_T = Elastizitätsmodul der Tragschicht $\approx E_{v2}$ -Wert OK Tragschicht

Kleinere Bettungsmodul und somit größere Beanspruchungen der Betonbodenplatte entstehen beim Einbau weicher Wärmedämmschichten unter der Betonbodenplatte bzw. bei hohen ständigen Flächenlasten auf der Bodenplatte.

Im Anschlussbereich tiefgegründeter Bauwerke und nicht tiefgegründeter befestigter Außenanlagen muss im Laufe der Jahre mit Setzungsunterschieden gerechnet werden.

13.3 Gebäudeabdichtung

Da die aufgeschlossenen Aueablagerungen einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 1 \times 10^{-4}$ m/s aufweisen, sind erdberührte Wände und Bodenplatten oberhalb des Bemessungswasserspiegels nach DIN 18195-1

1. **mit Dränung nach DIN 4095** gegen Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser nach DIN 18195 - 4
2. **ohne Dränung** gegen aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18195 - 6, Abschnitt 9 abzudichten.

Erdberührte Wände und Bodenplatten unterhalb des Bemessungswasserspiegels sind nach DIN 18195-1 gegen drückendes Wasser von außen nach DIN 18195 – 6, Abschnitt 8 abzudichten.

Die Vorgaben der DIN 4095 bezüglich der Ausbildung von Drainageeinrichtungen sind zu beachten.

Für Abdichtungen von Terrassen, Balkone, flach geneigte Dächer usw. wird auf die spezifischen Angaben der DIN 18195 verwiesen.

13.4 Arbeitsraumverfüllung / Geländeprofilierungen

Die anstehenden Aueablagerungen sind für einen Wiedereinbau nicht geeignet.

Sollen Nachsetzungen über der Arbeitsraumverfüllung (Zugänge, Stellplätze, Terrassen etc.) verringert werden, sind gut verdichtbare Böden der Verdichtungsklasse V 1 nach ZTV A-StB wie auch der unverlehnte Schmelzwasserkies zu verwenden. Die Verdichtung sollte hierbei mindestens 100 % der einfachen Proctordichte betragen. Um Tagwassereintritte in den Arbeitsraum zu verringern, sollten die außerhalb des Bauwerks und außerhalb von befestigten Flächen liegenden Arbeitsraumverfüllungen auf den obersten 0,5 m mit gering durchlässigem bindigen Boden verfüllt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass Geländeanschüttungen über das ehemalige Geländeniveau im Einflussbereich der Bauwerksgründung zu zusätzlichen Setzungen bzw. bauwerksschädlichen Differenzsetzungen führen können. Sind Geländeaufschüttungen im Bereich von Gebäuden vorgesehen, sind diese frühzeitig aufzubringen, damit ein Großteil der Setzungen vor Erstellung von Bauwerken bereits abgeklungen ist.

13.5 Regenwasserversickerung

Das Baufeld liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand Juli 2008) außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Somit bestehen diesbezüglich keine Einschränkungen für eine Regenwasserversickerung.

Für die Planung von Versickerungsanlagen wird üblicherweise ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f \geq 1 \cdot 10^{-6}$ [m/s] als untere Grenze angesehen. Die bindigen Aueablagerungen und der zu meist schluffige Talsand weisen erfahrungsgemäß eine geringere Wasserdurchlässigkeit auf. Diese Schichten sind daher für eine Regenwasserversickerung nicht geeignet.

Der unverlehnte Schmelwasserkies weist erfahrungsgemäß einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von ca. $k_f = 3 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-4}$ m/s auf und ist damit für die Versickerung von Regenwasser geeignet. Für Versickerungssysteme müssten daher die bindigen Aueablagerungen und die Talsandschicht entfernt bzw. teilentfernt werden und durch einen versickerungsfähigen Boden ersetzt werden.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Aufgrund des hohen Bemessungswasserspiegels kann dies nur bei einer entsprechenden Geländeaufschüttung ständig eingehalten werden.

Ist die Geländeaufschüttung nicht ausreichend hoch, ist eine Regenwasserversickerung bei niedrigen bzw. normalen Grundwasserständen möglich. Für hohe Grundwasserstände muss ein Überlauf mit Anschluss an eine geeignete Vorflut ggf. mit Anschluss an einen Zwischen- bzw. Pufferspeicher vorgesehen werden.

Die allgemeinen Grundsätze zum Umgang mit Regenwasser kann dem Merkblatt DWA-ATV 153 entnommen werden. Für die Planung, Bau und Betrieb der notwendigen Versickerungsanlage ist eine Bemessung bzw. Berechnung nach dem Arbeitsblatt DWA A138 notwendig.

Sollte eine Versickerung weiterverfolgt werden, so sollte das gewählte System zweckmäßigerweise mit dem Wasserwirtschaftsamt abgestimmt werden.

13.6 Allgemeine Angaben zur Nutzung von Geothermie

Das Baufeld liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Umweltverwaltung (Stand Juli 2008) ergänzt um die vom RGL/LGRB hydrogeologisch abgegrenzten Wasser- und Heilquellenschutzgebieten außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten.

Beim Standort bietet sich eine geothermische Nutzung des Grundwassers für die Heizung und ggf. Kühlung des Gebäudes über eine Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage an. Hierbei wird das Grundwasser aus einem oder mehreren Entnahmebrunnen je nach Bedarf gefördert und nach dem Wärmeentzug über einen oder mehrere Schluckbrunnen in das Grundwasser wieder eingeleitet. Sollte eine Wasserförderung zur geothermischen Nutzung weiterverfolgt werden, so ist ein 5“-Grundwasserpegel herzustellen, darin ist ein Pumpversuch auszuführen und es ist das Grundwasser auf spezifische Parameter (insbesondere Mangan und Eisen) hin zu untersuchen, um die Eignung des Grundwassers hierfür klären zu können. Im Zuge einer Planung sind Reichweiten der Entnahme bzw. Versickerung sowie deren Auswirkungen zu betrachten.

13.7 Erbebensicherheit

Gemäß DIN 4149:2005-04 - Bauten in deutschen Erdbebengebieten- sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ergibt sich für das Baufeld folgende ingenieurgeophysikalische Zuordnung:

Erdbebenzone	0
Untergrundklasse	S
Baugrundklasse	C

14. Schlussbemerkungen

Das geologische Modell des Baugrunds resultiert aus punktuellen Aufschlüssen. Mit naturgemäßen Schwankungen der Baugrundsichtung muss daher gerechnet werden.

Bei dem im Baufeld sehr oberflächennah liegenden Grundwasserspiegel muss bereits bei geringen Abtragstiefen mit dem Zutritt von Wasser gerechnet werden. Das Wasser wird bevorzugt über die Aushubsohle der Abtragsflächen zufließen. Die bindigen Aueablagerungen wirken wegen der geringen Wasserdurchlässigkeit abdichtend gegen das im Schmelzwasserkies geführte Wasser, so

dass kleine Gruben, deren Sohle in den bindigen Aueablagerungen endet, für kurze Zeiträume nahezu trocken bleiben kann. Für alle größeren oder tieferreichenden Aushubflächen müssen Wasserhaltungsmaßnahmen betrieben werden. Um abzupumpende Wassermengen möglichst gering zu halten, sollte für alle Bauarbeiten das Freilegen des Grundwassers nur in kleinen abschnitten angestrebt werden. Eine Grundwasserentnahme muss bei der "Unteren Wasserbehörde" des LRA Biberach angezeigt und von dieser genehmigt werden. Bei den teilweise anstehenden Talsanden muss unter dem Einfluss des strömenden Grundwassers mit Fließerscheinungen gerechnet werden, was unbedingt zu vermeiden ist. Geeignet bautechnische Vorkehrungen, wie das Anlegen von filterstabilen Pumpensämpfen, Verwendung filterstabiler Schüttmaterialien bzw. die Verwendung geotextiler Trenn- und Filtervlies sind daher vorzusehen.

Für geplante Einzelbauvorhaben im untersuchten Baufeld wird die Ausarbeitung eines optimierten Gründungskonzepts unter Berücksichtigung aller Randbedingungen empfohlen.

Für den Erdbau (Kanal- und Straßenbau) wird empfohlen, eine Fremdüberwachung zur Prüfung (Tragfähigkeits- und Verdichtungskontrollen) und Qualitätssicherung mit einzuschalten. Eigenüberwachungsmaßnahmen der ausführenden Firma stellen erfahrungsgemäß keine verlässliche Qualitätskontrolle für den Bauherrn dar.

Sofern noch Fragen zum Gutachten bestehen, stehen wir Ihnen für die Beantwortung dieser gerne zur Verfügung.



.....
(Projektleitung)

Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi



.....
(Projektbearbeitung)

Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle

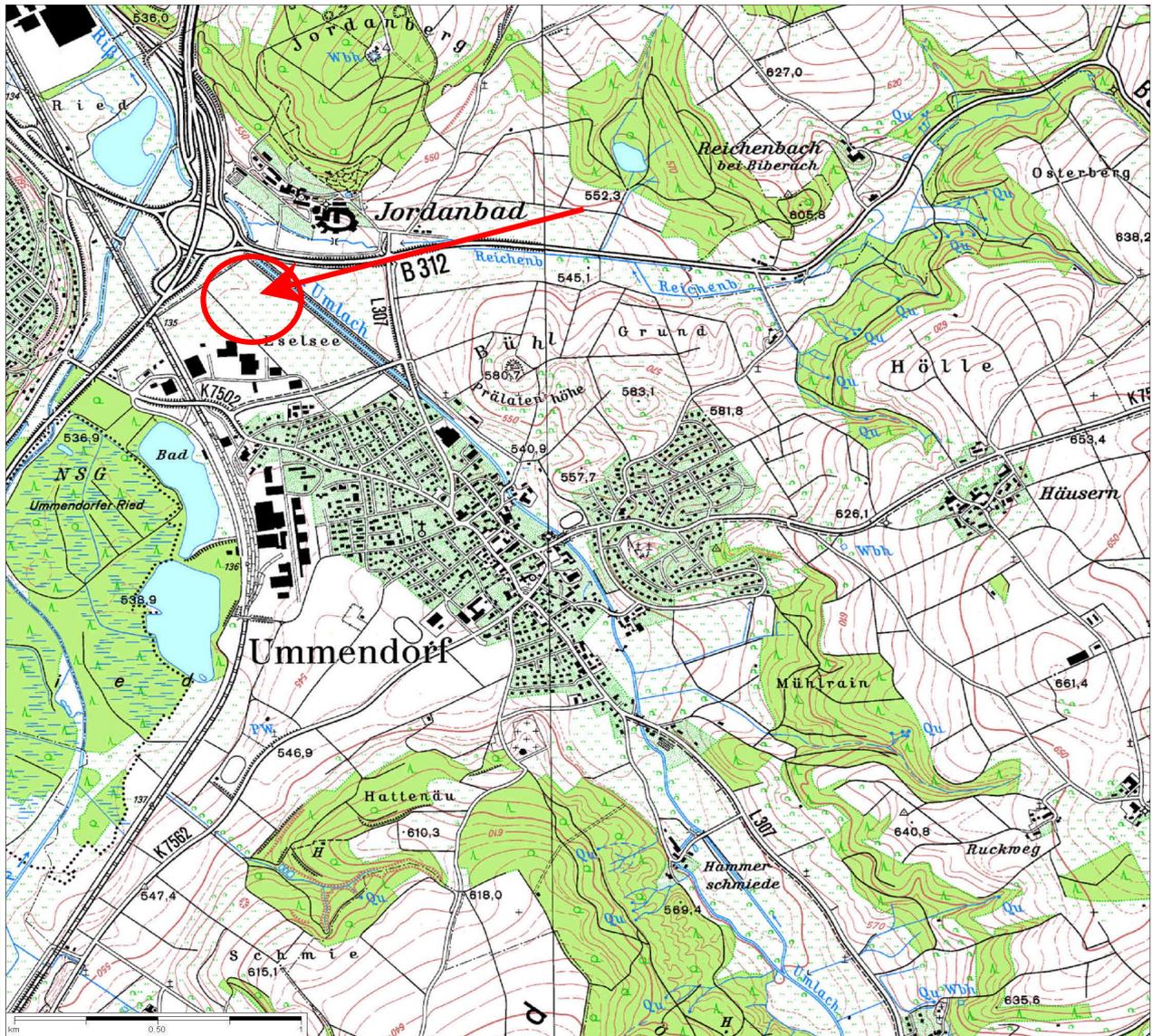


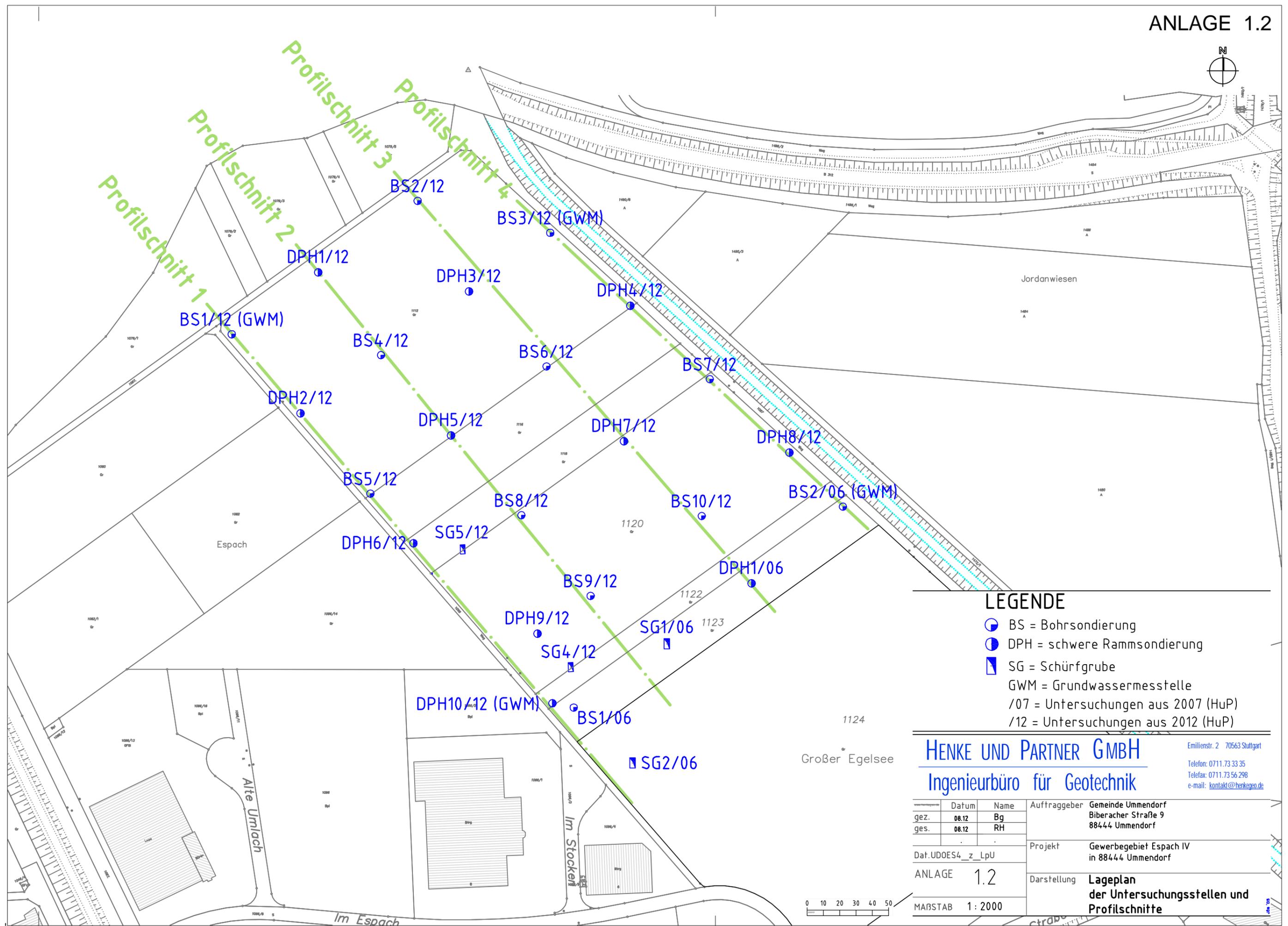
Von der Industrie- und Handelskammer
Ulm öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für
Erd- und Grundbau; Felsböschungen

Übersichtslageplan

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Erschließung Gewerbegebiet Espach IV in Ummendorf





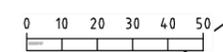
LEGENDE

- BS = Bohrsondierung
- DPH = schwere Rammsondierung
- ▣ SG = Schürfgrube
- GWM = Grundwassermesstelle
- /07 = Untersuchungen aus 2007 (HuP)
- /12 = Untersuchungen aus 2012 (HuP)

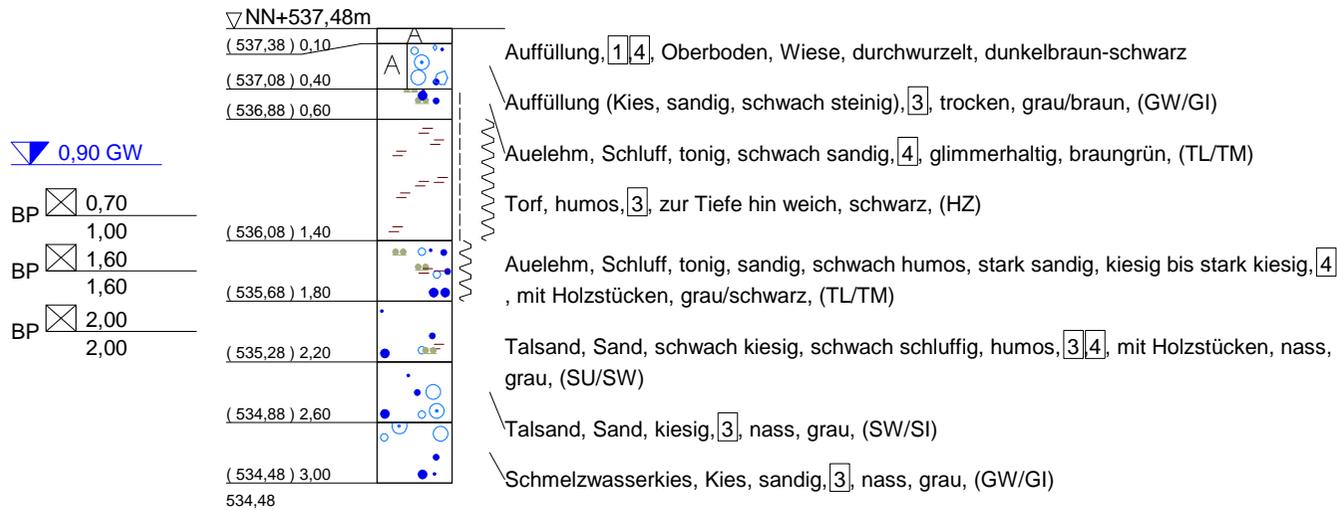
HENKE UND PARTNER GMBH
 Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstr. 2 70563 Stuttgart
 Telefon: 0711.73 33 35
 Telefax: 0711.73 56 298
 e-mail: kontakt@henkegeo.de

gez.	Datum	Name	Auftraggeber	Gemeinde Ummendorf Biberacher Straße 9 88444 Ummendorf
ges.	08.12	Bg		
	08.12	RH	Projekt	Gewerbegebiet Espach IV in 88444 Ummendorf
Dat.UD0ES4_z_LpU			Darstellung	Lageplan der Untersuchungsstellen und Profilschnitte
ANLAGE 1.2			MABSTAB 1 : 2000	

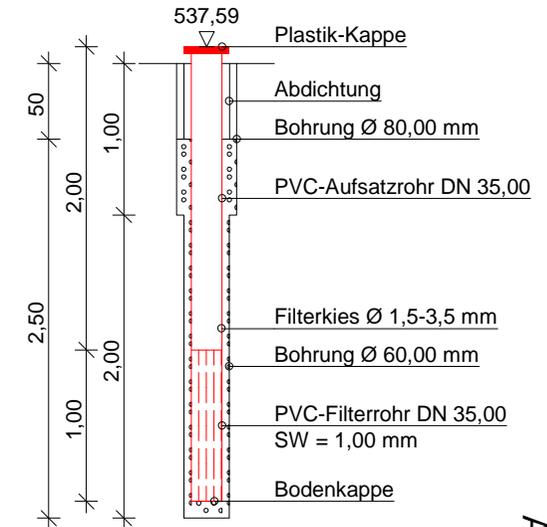


BS 1/12



Bohrloch nach Sondierende bei 2,2 m zugefallen

Pegelausbau



ANLAGE 2.1

Bauvorhaben:

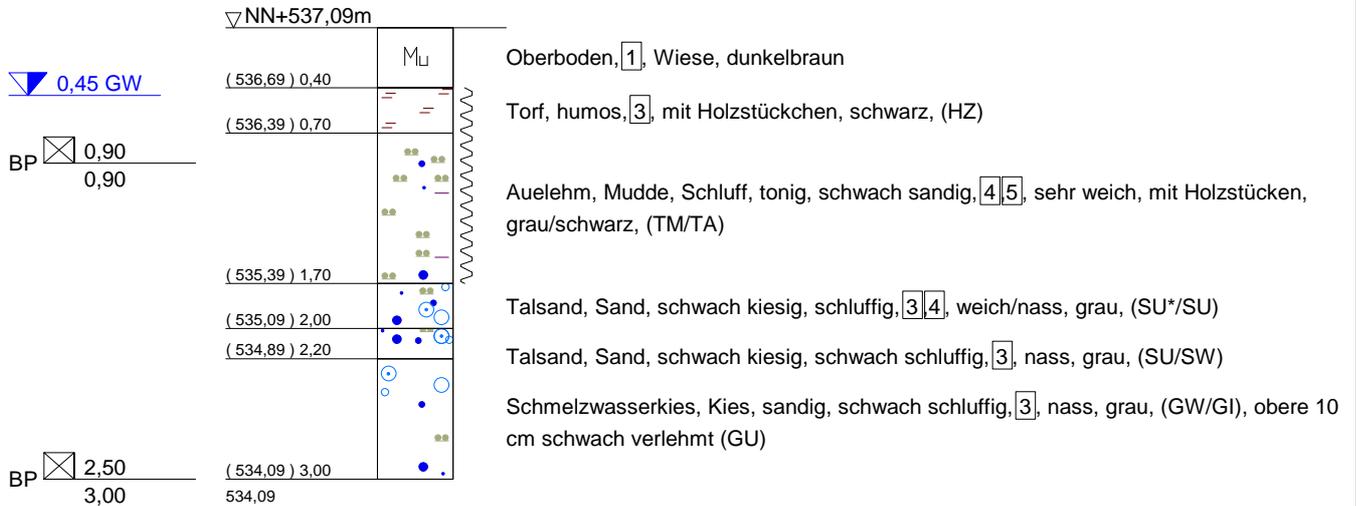
Bebauungsplan Espach IV
in 88444 Ummendorf

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 1/12

Plan-Nr: UDOES4 BS1 12	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing. C. Rauser-Härle Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: UDOES4	

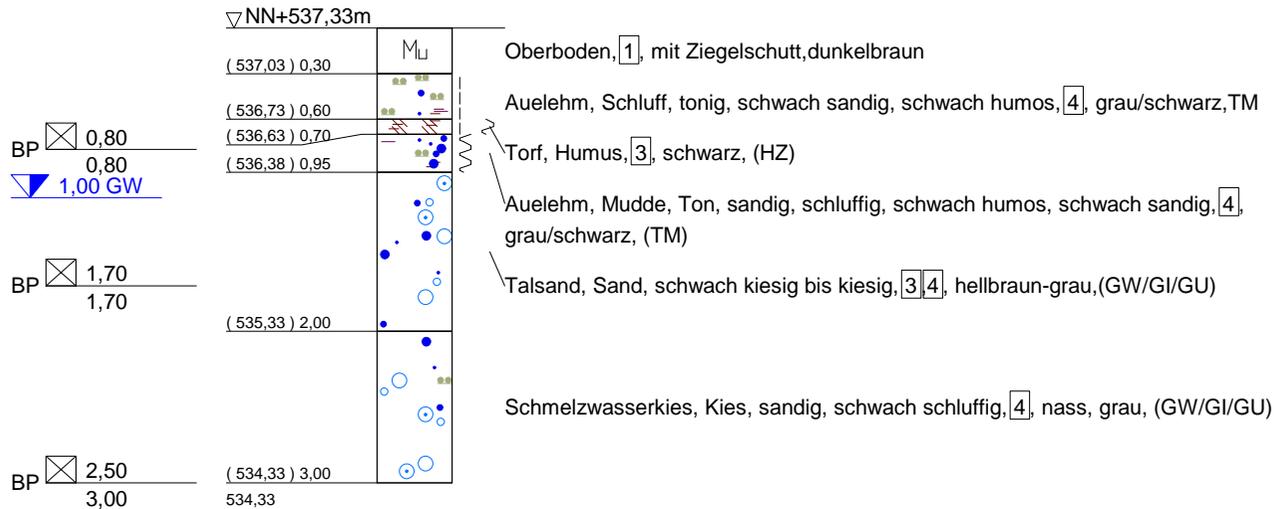
BS 2/12



Bohrloch nach Sondierende bei 2,1 m zugefallen

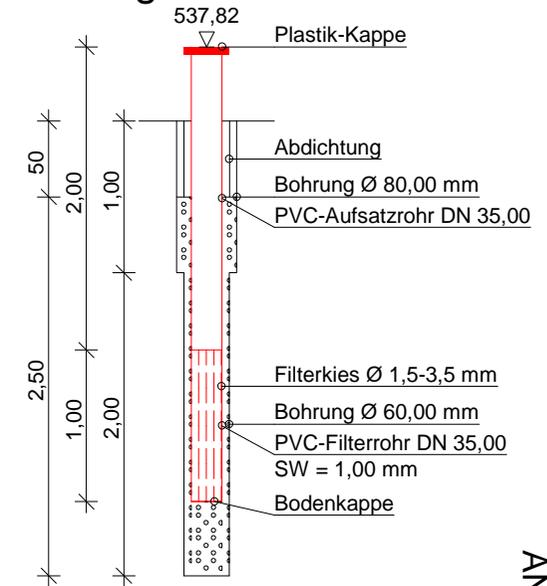
Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf	
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 2/12	
Plan-Nr: UDOES4 BS2 12	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: UDOES4	

BS 3/12



Bohrloch nach Sondierende bei 1,8 m zugefallen

Pegelausbau



ANLAGE 2.3

Bauvorhaben:

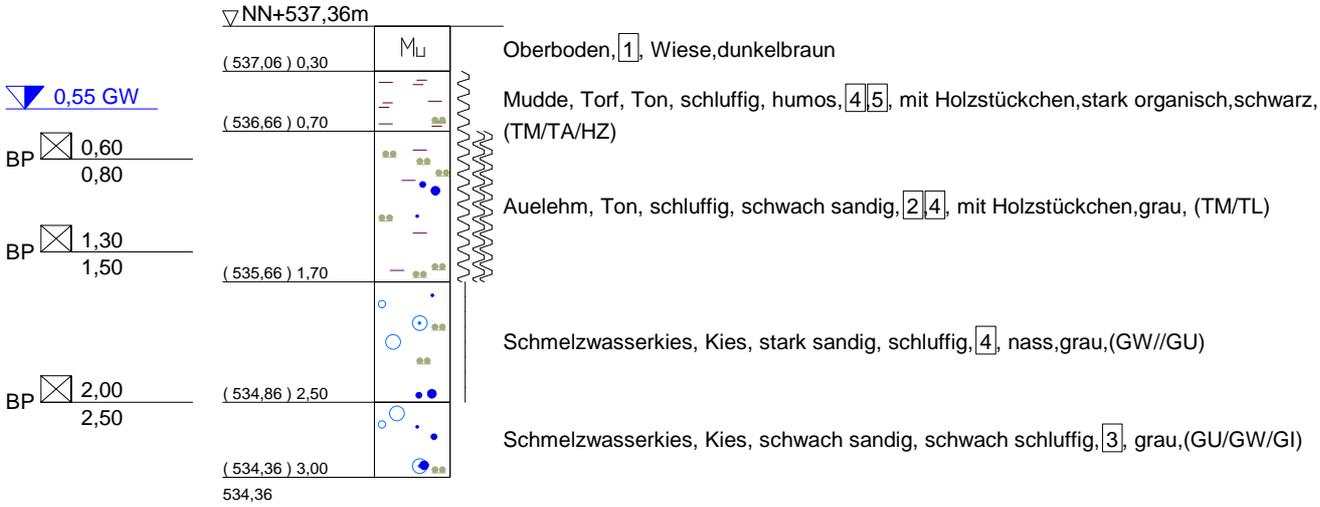
Bebauungsplan Espach IV
in 88444 Ummendorf

Planbezeichnung:

Bohrsondierung (BS) 3/12

Plan-Nr: UDOES4 BS3 12	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing. C. Rauser-Härle
	Gezeichnet: Wr
	Geändert:
	Gesehen:
	Datum: 1.8.12
	Projekt-Nr: UDOES4

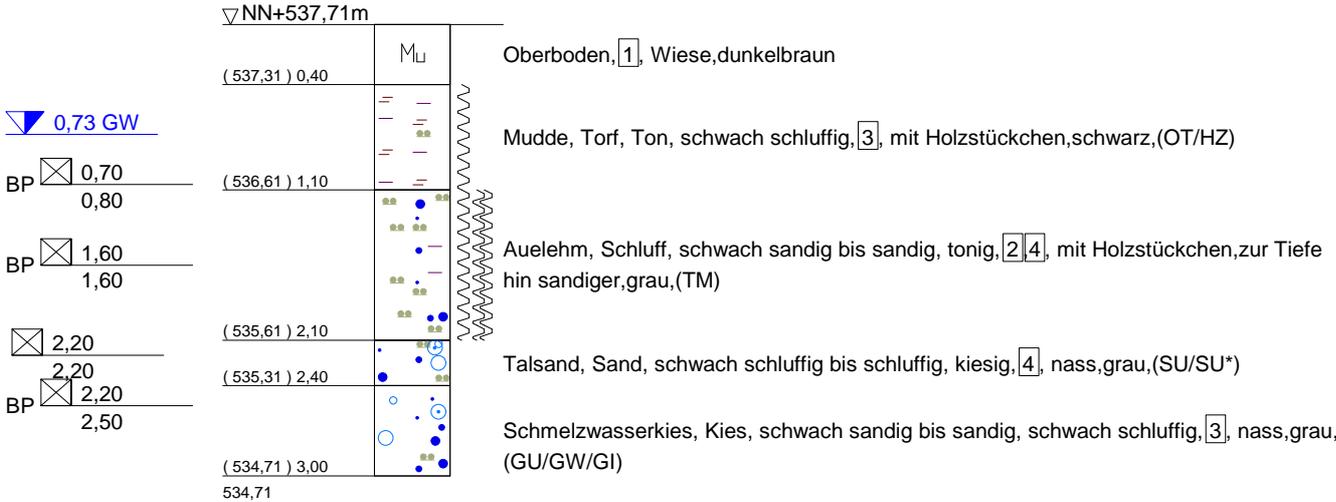
BS 4/12



Bohrloch nach Sondierende bei 2,0 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 4/12		
Plan-Nr: UDOES4 BS4 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 1.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: UDOES4	

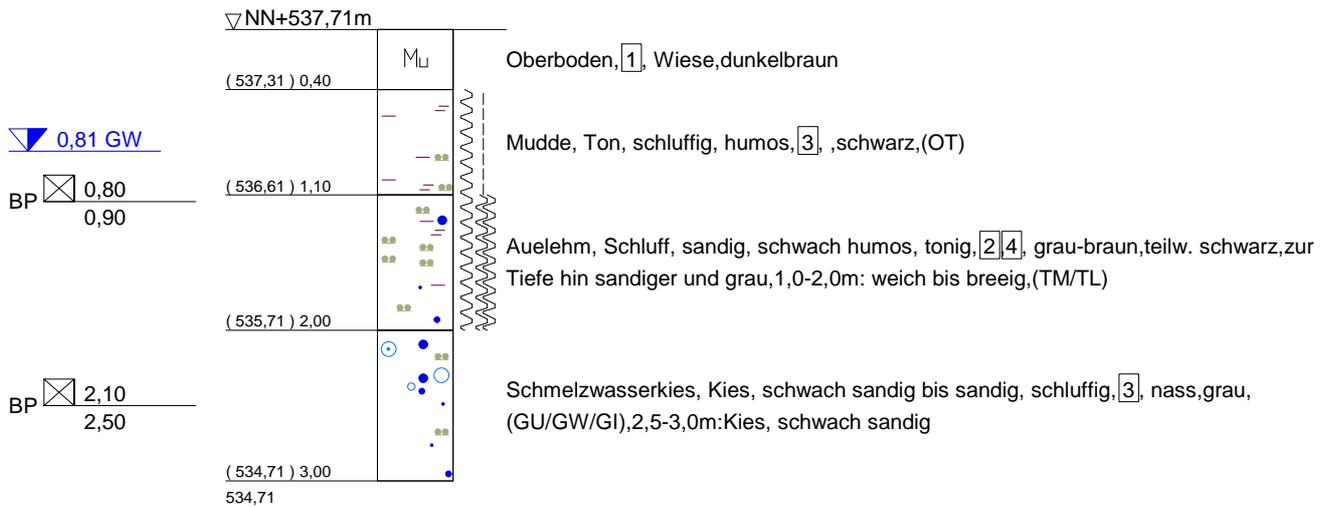
BS 5/12



Bohrloch nach Sondierende bei 2,3 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 5/12		
Plan-Nr: UDOES4 BS5 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing. C. Rauser-Härle	Datum: 1.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: UDOES4	

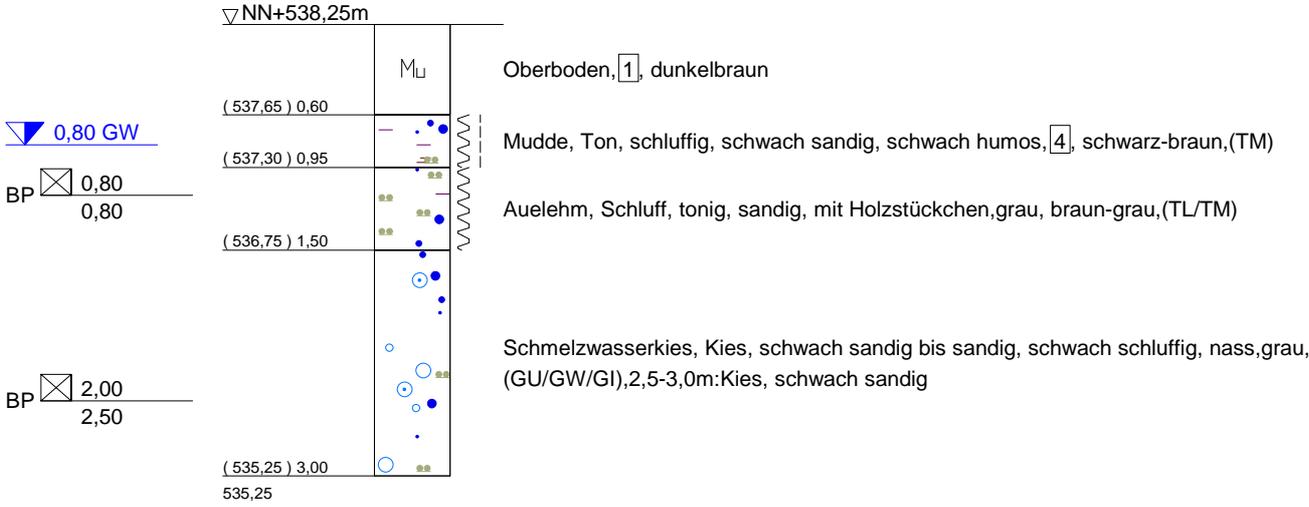
BS 6/12



Bohrloch nach Sondierende bei 2,2 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf	
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 6/12	
Plan-Nr: UDOES4 BS6 12	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle Datum: 1.8.12
	Gezeichnet: Wr
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: UDOES4	

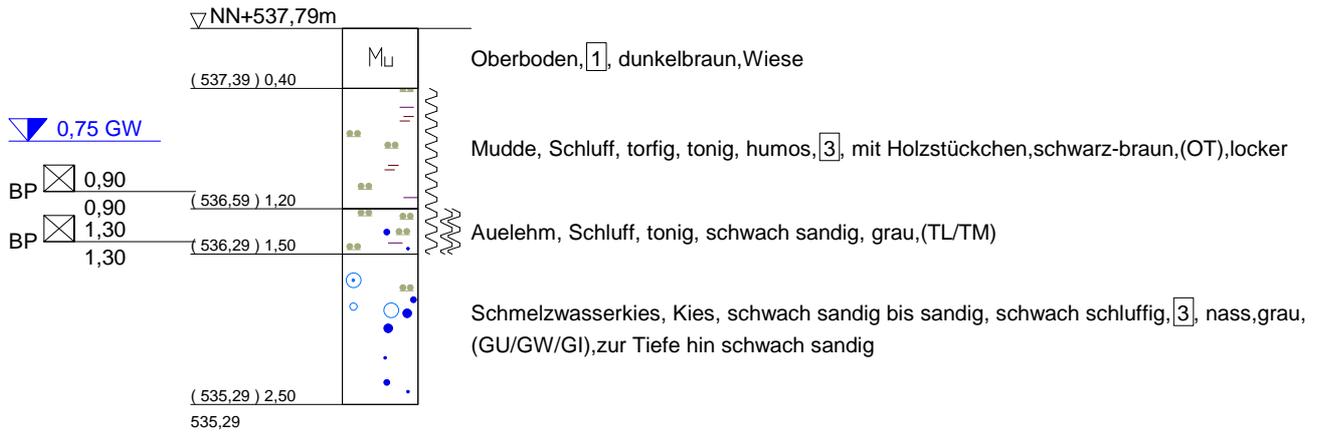
BS 7/12



Bohrloch nach Sondierende bei 2,4 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 7/12		
Plan-Nr: UDOES4 BS7 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 1.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: UDOES4	

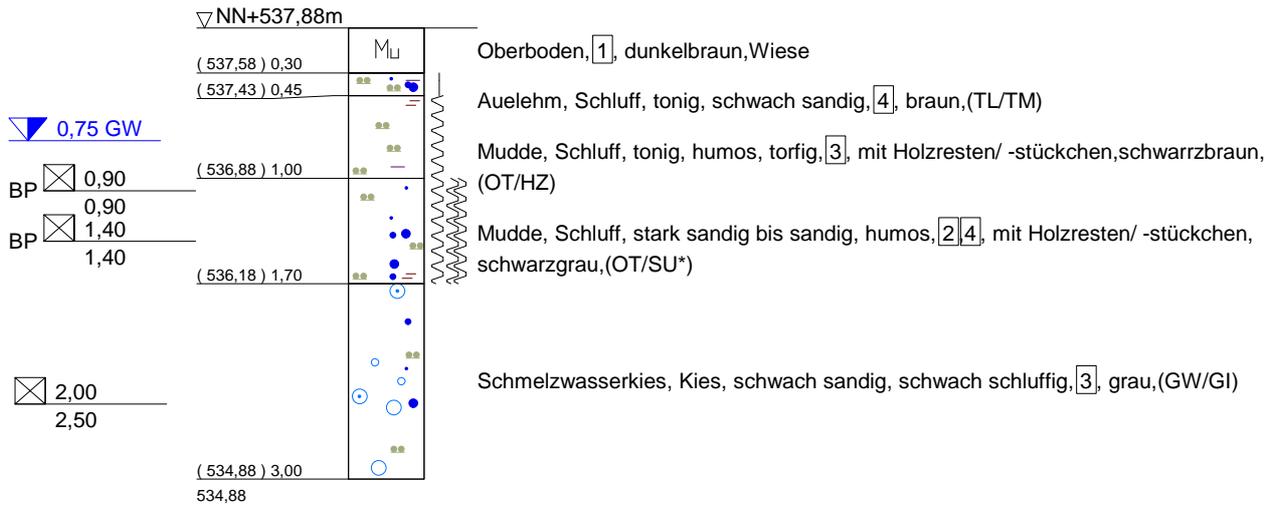
BS 8/12



ab 2,5m großer Stein -> Rammgrenze
Bohrloch nach Sondierende bei 1,7 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 8/12		
Plan-Nr: UDOES4 BS8 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 1.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: UDOES4	

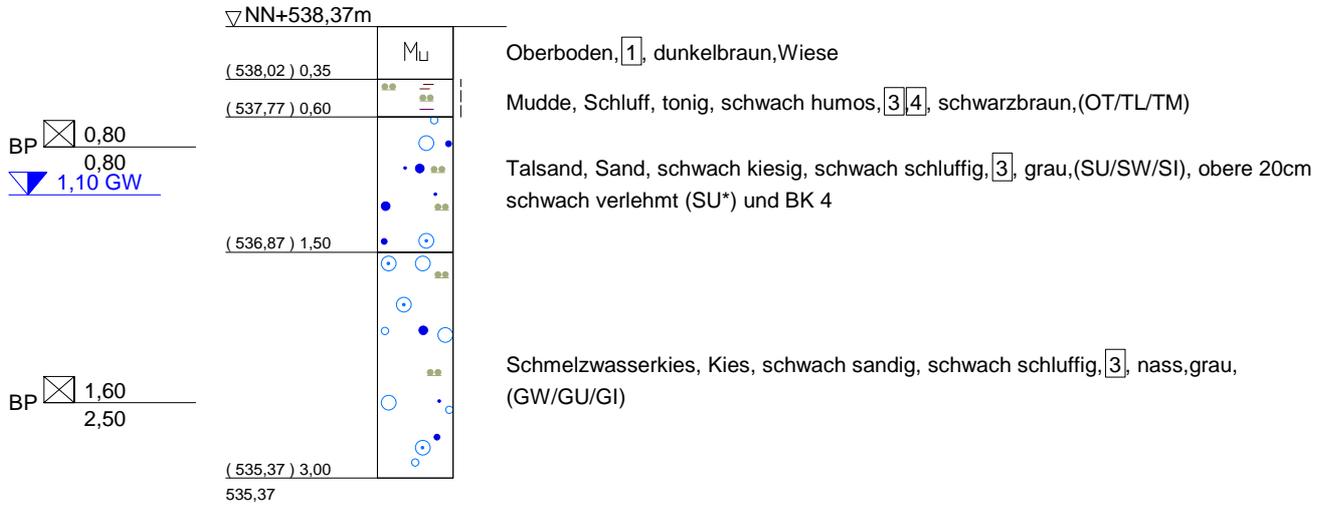
BS 9/12



Bohrloch nach Sondierende bei 1,75 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 9/12		
Plan-Nr: UDOES4 BS9 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 1.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: UDOES4	

BS 10/12



Bohrloch nach Sondierende bei 2,1 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 10/12		
Plan-Nr: UDOES4 BS10 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 1.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: UDOES4	

Zeichenerklärung (DIN 4023)

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Bodenarten

Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Steine	steinig	X x	
Kies	kiesig	G g	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Ton	tonig	T t	
Torf	torfig	H h	
Mergel	mergelig	Mg mg	
Auffüllung		A	

Felsarten

Fels allgemein	Z	
Fels verwittert	Zv	
Brekzie, Konglomerat	Gst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Kalkstein	Kst	
Mergelstein	Mst	
Granit, Gneis	Ma	

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Nebenanteile

t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
ḡ	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

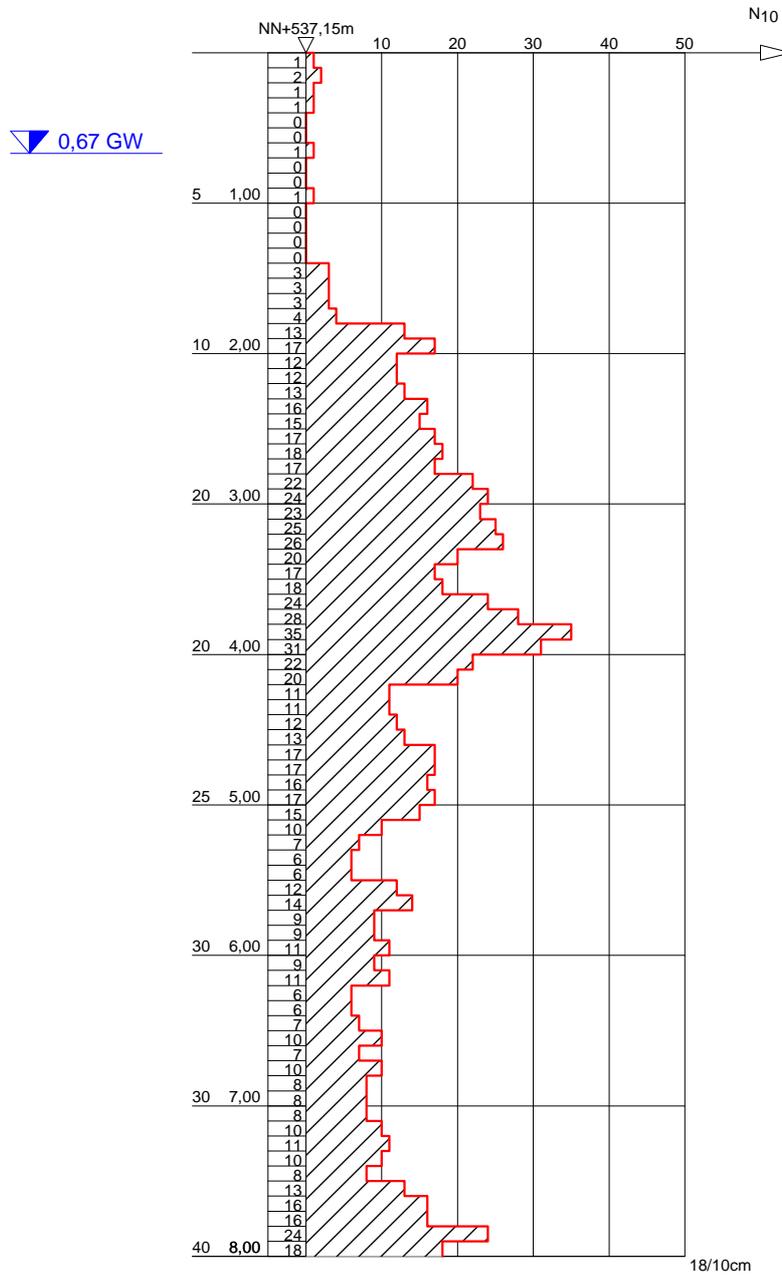
Konsistenz

	flüssig		halbfest
	breiig		fest
	weich		klüftig
	steif		stark klüftig, brüchig

Probenentnahmen und Grundwasser

BP		Becherprobe
EP		Eimerprobe
GP		Glasprobe
ZP		Zylinderprobe
UP		ungestörte Probe
		Grundwasser angebohrt
		Grundwasser nach Bohrende
		Ruhewasserstand
k. GW		kein Grundwasser

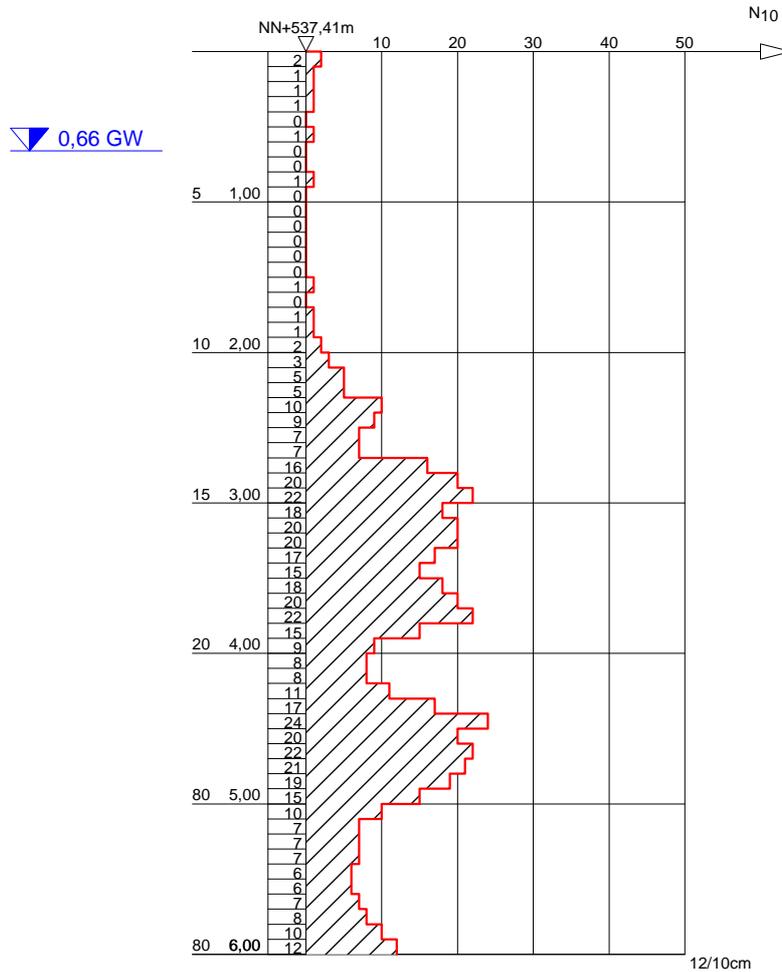
DPH 1/12



Bohrloch nach Sondierende bei ~2,9 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Schwere Rammsondierung (DPH) 1/12		
Plan-Nr: UDOES4 DPH1 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr: UDOES4		

DPH 2/12



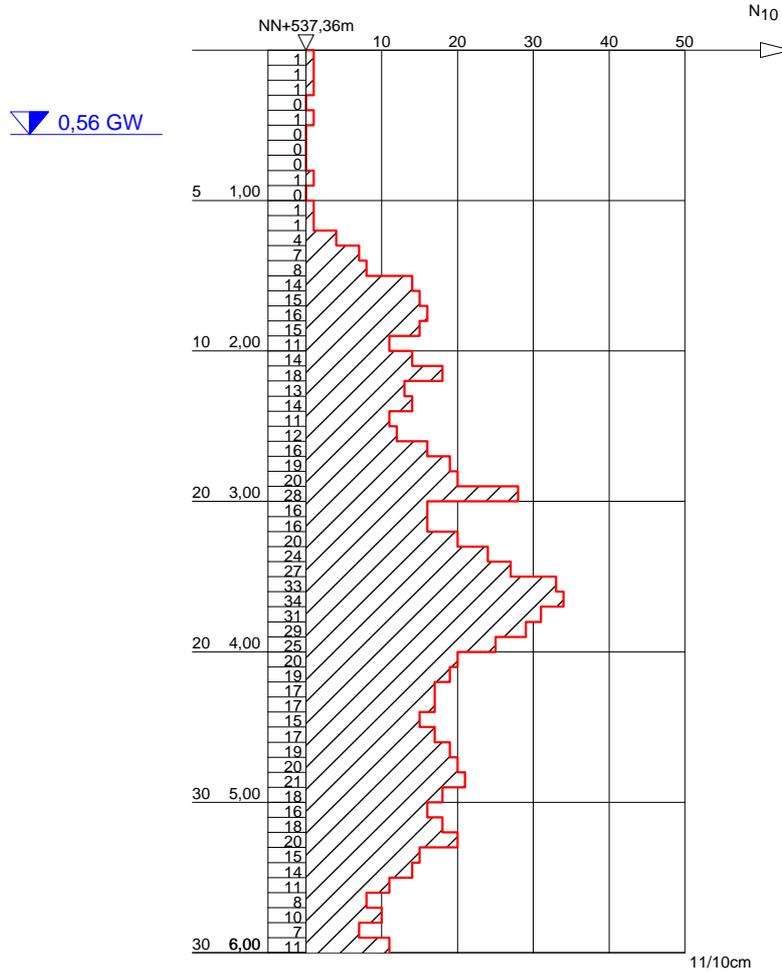
Bohrloch nach Sondierende bei ~2,95 m zugefallen

Bauvorhaben:
 Bebauungsplan Espach IV
 in 88444 Ummendorf

Planbezeichnung:
 Schwere Rammsondierung (DPH) 2/12

Plan-Nr: UDOES4 DPH2 12	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: UDOES4	

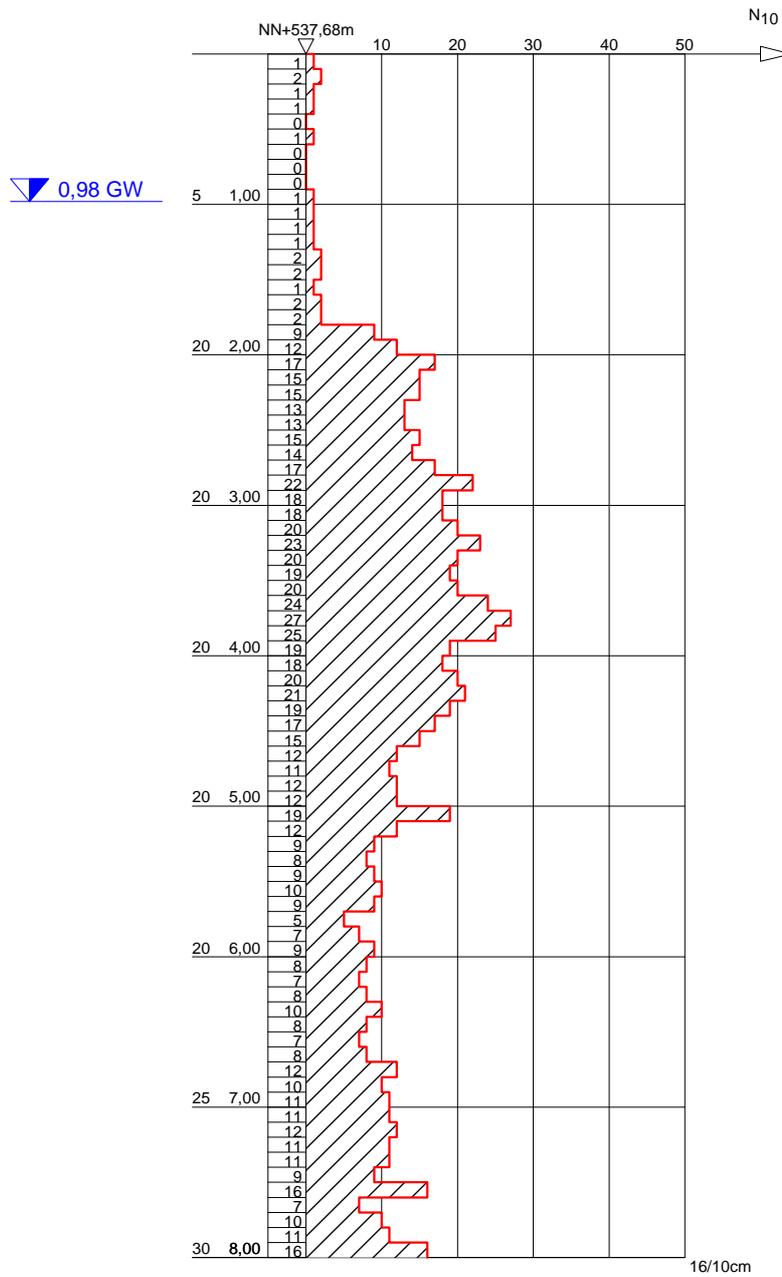
DPH 3/12



Bohrloch nach Sondierende bei ~1,85 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Schwere Rammsondierung (DPH) 3/12		
Plan-Nr: UDOES4 DPH3 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr: UDOES4		

DPH 4/12



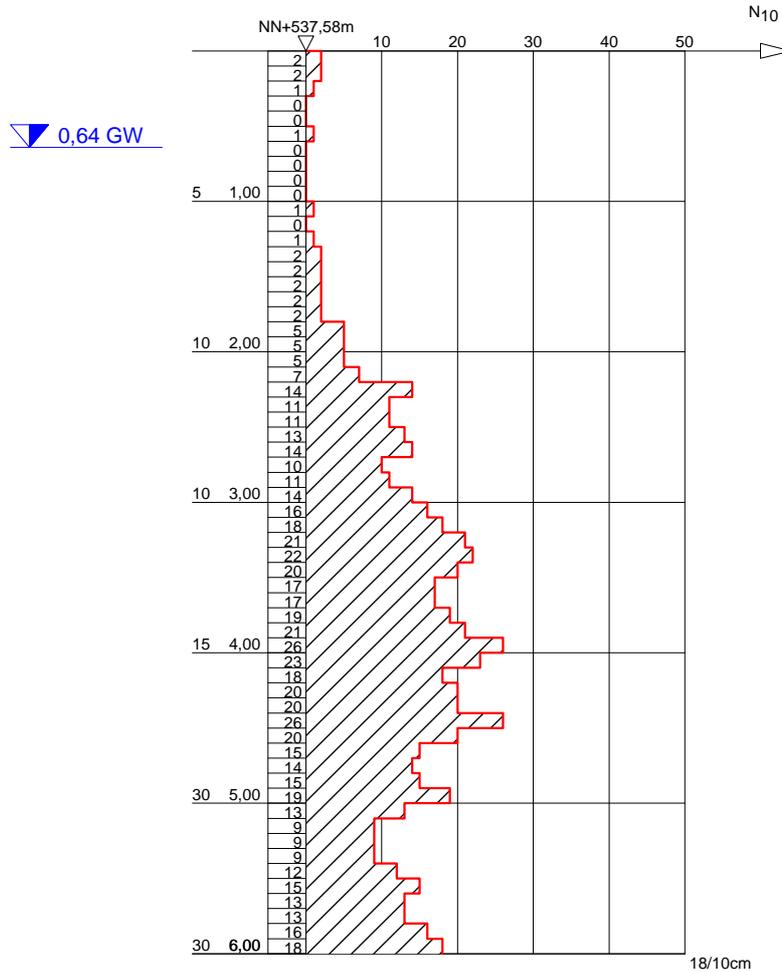
Bohrloch nach Sondierende bei ~3,45 m zugefallen

Bauvorhaben:
Bebauungsplan Espach IV
in 88444 Ummendorf

Planbezeichnung:
Schwere Rammsondierung (DPH) 4/12

Plan-Nr: UDOES4 DPH4 12	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle
	Gezeichnet: Wr
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: UDOES4	Datum: 2.8.12

DPH 5/12

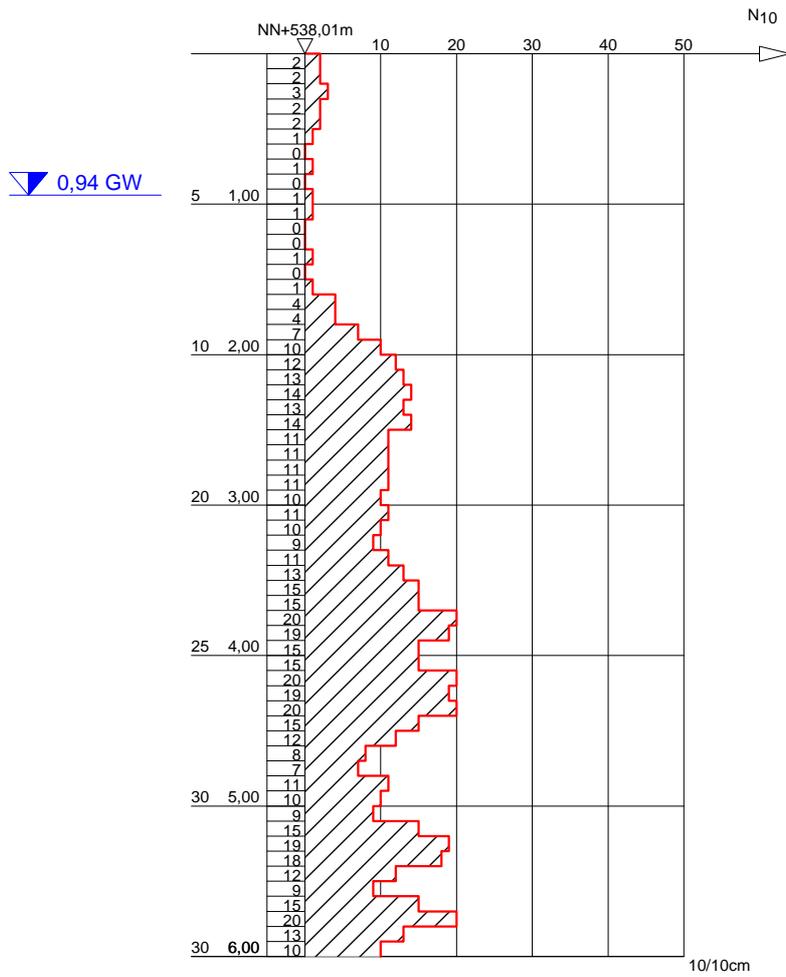


Bohrloch nach Sondierende bei ~1,75 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Schwere Rammsondierung (DPH) 5/12		
Plan-Nr: UDOES4 DPH5 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: UDOES4	

DPH 6/12

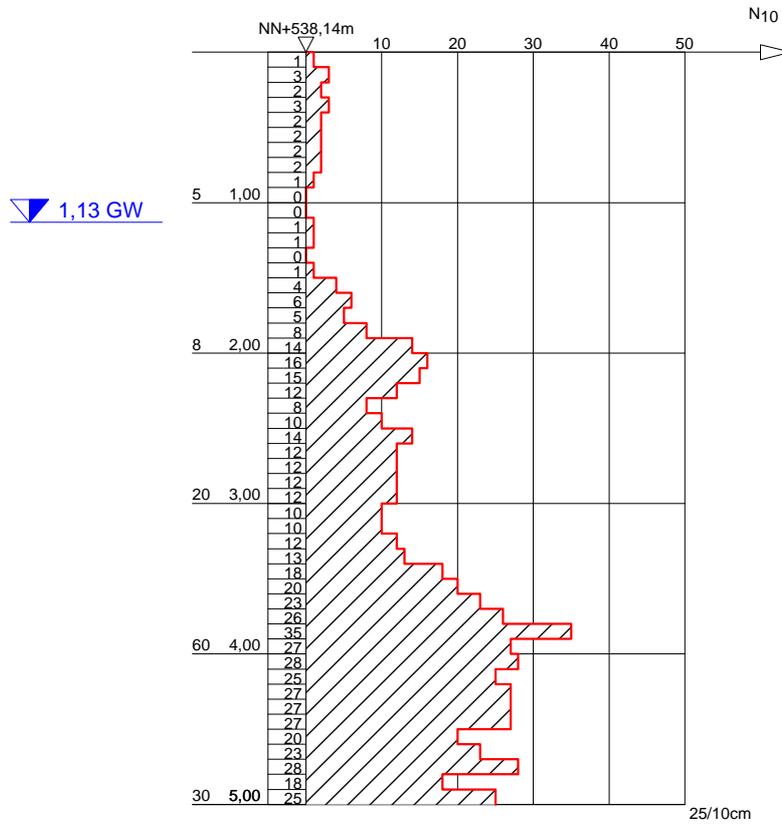
ANLAGE 3.6



Bohrloch nach Sondierende bei ~2,40 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Schwere Rammsondierung (DPH) 6/12		
Plan-Nr: UDOES4 DPH6 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: UDOES4	

DPH 7/12



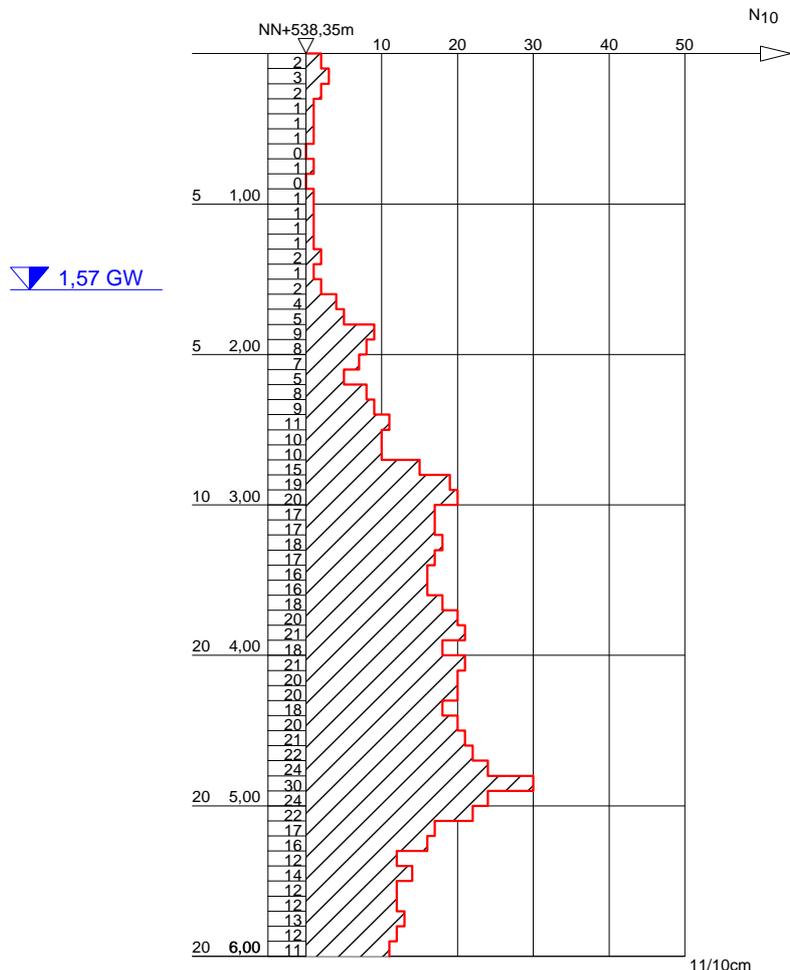
Bohrloch nach Sondierende bei ~1,95 m zugefallen

Bauvorhaben:
Bebauungsplan Espach IV
in 88444 Ummendorf

Planbezeichnung:
Schwere Rammsondierung (DPH) 7/12

Plan-Nr: UDOES4 DPH7 12	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: UDOES4	

DPH 8/12

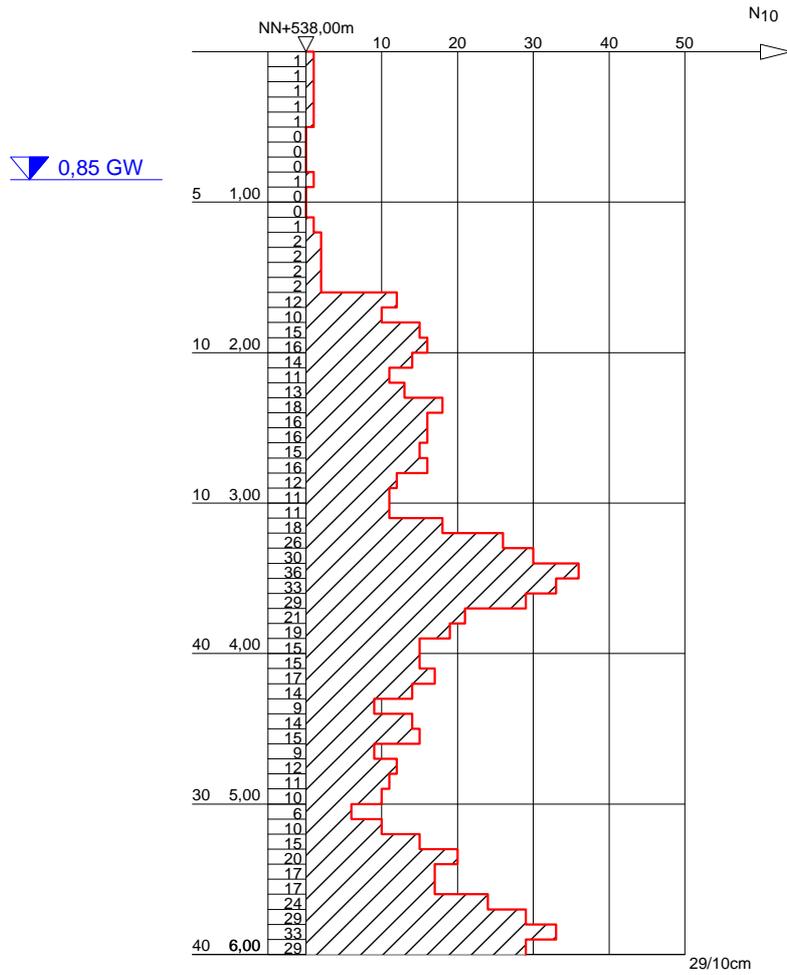


Bohrloch nach Sondierende bei ~1,75 m zugefallen

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Schwere Rammsondierung (DPH) 8/12		
Plan-Nr: UDOES4 DPH8 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: UDOES4	

DPH 9/12

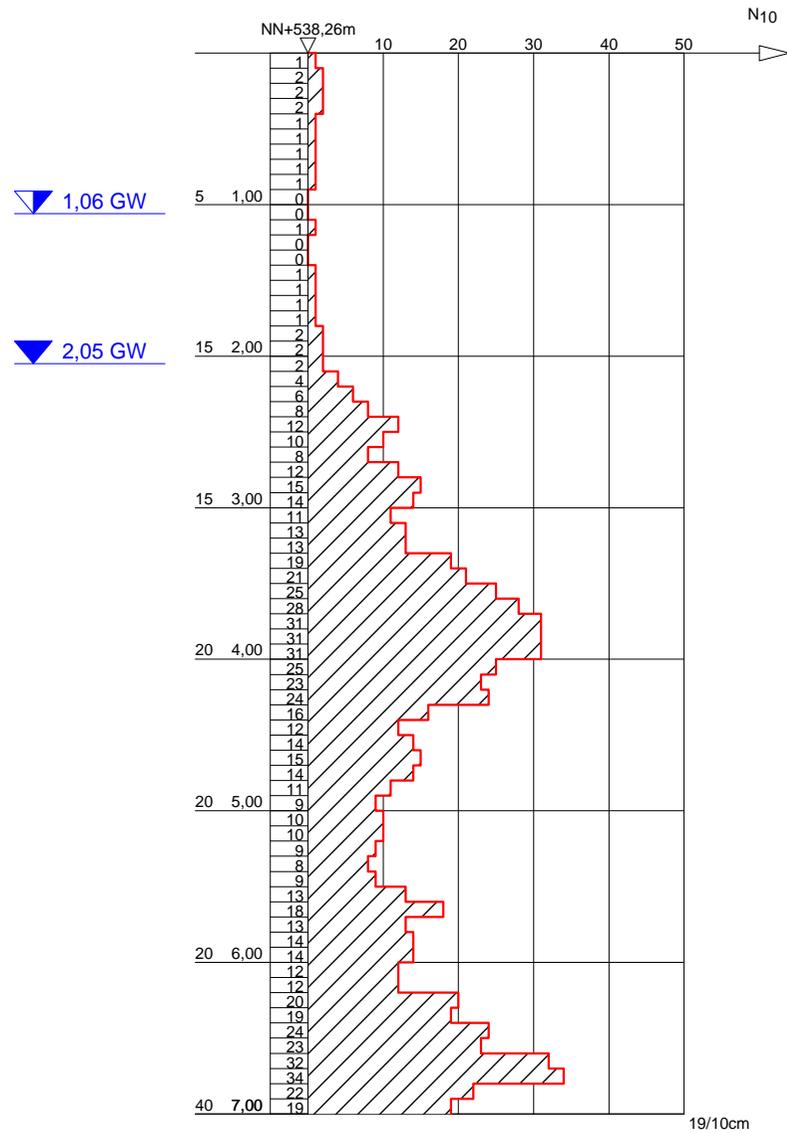
ANLAGE 3.9



Bohrloch nach Sondierende bei ~2,10 m zugefallen

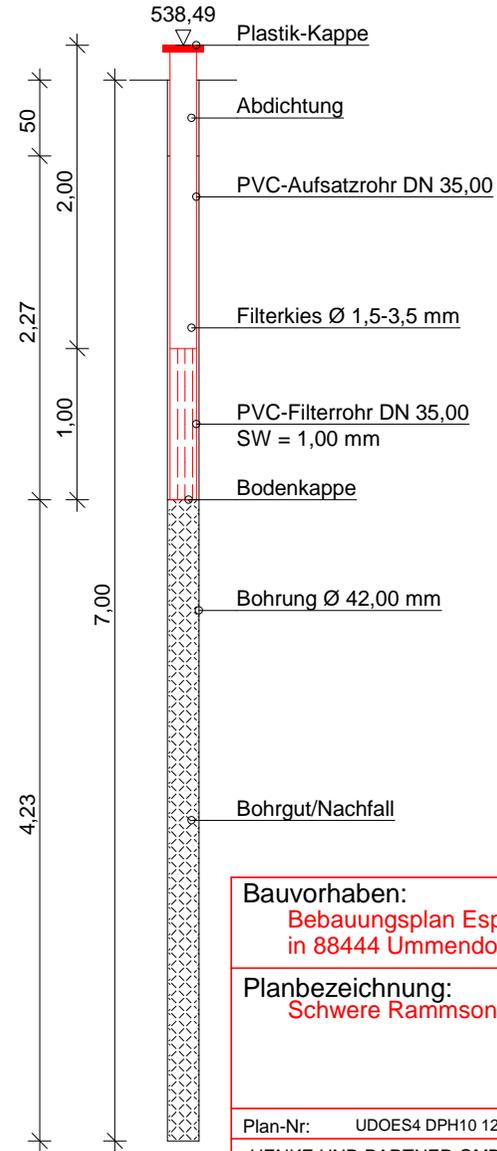
Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf		
Planbezeichnung: Schwere Rammsondierung (DPH) 9/12		
Plan-Nr: UDOES4 DPH 9 12	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle	Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: UDOES4	

DPH 10/12



Bohrloch nach Sondierende bei ~1,30 m zugefallen

Pegelausbau



Bauvorhaben:
 Bebauungsplan Espach IV
 in 88444 Ummendorf

Planbezeichnung:
 Schwere Rammsondierung (DPH) 10/12

Plan-Nr: UDOES4 DPH10 12	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle Datum: 2.8.12
	Gezeichnet: Wr
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: UDOES4	

ANLAGE 3.10

SG 5/12

DPH 9/12

DPH 10/12

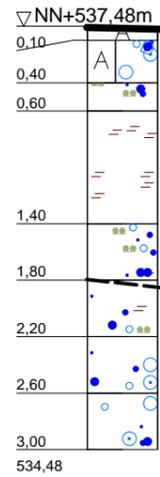
SG 2

BS 1/12

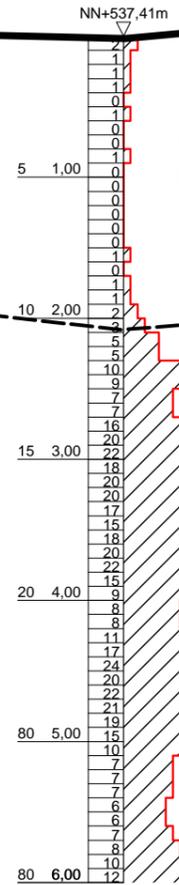
DPH 2/12

BS 5/12

DPH 6/12



0,66 GW



0,73 GW

Oberboden/
bindige Aueablagerungen,
tlw. organisch

NN+537,71m

0,94 GW

(536,61) 1,10

(535,61) 2,10

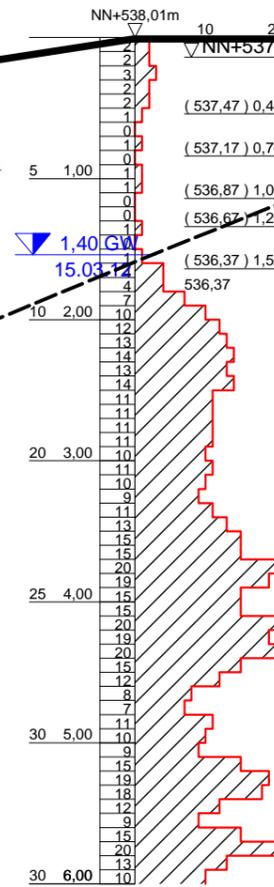
(535,31) 2,40

(534,71) 3,00

534,71

Talsand/ Schmelzwasserkies

12/10cm



1,40 GW

15,03 GW

NN+537,87m

(537,47) 0,40

(537,17) 0,70

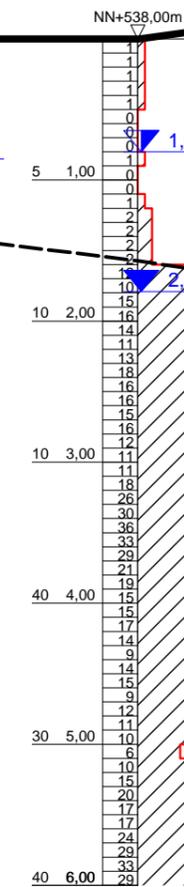
(536,87) 1,00

(536,67) 1,20

(536,37) 1,50

536,37

10/10cm



2,05 GW

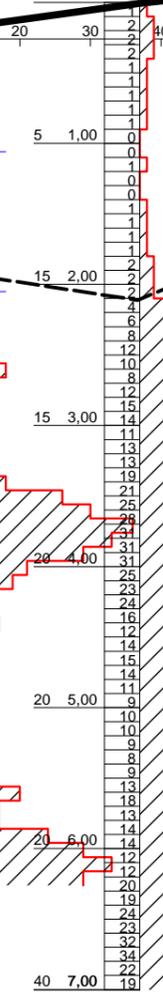
1,06 GW

0,85 GW

15,03 GW

20,05 GW

23,01 GW

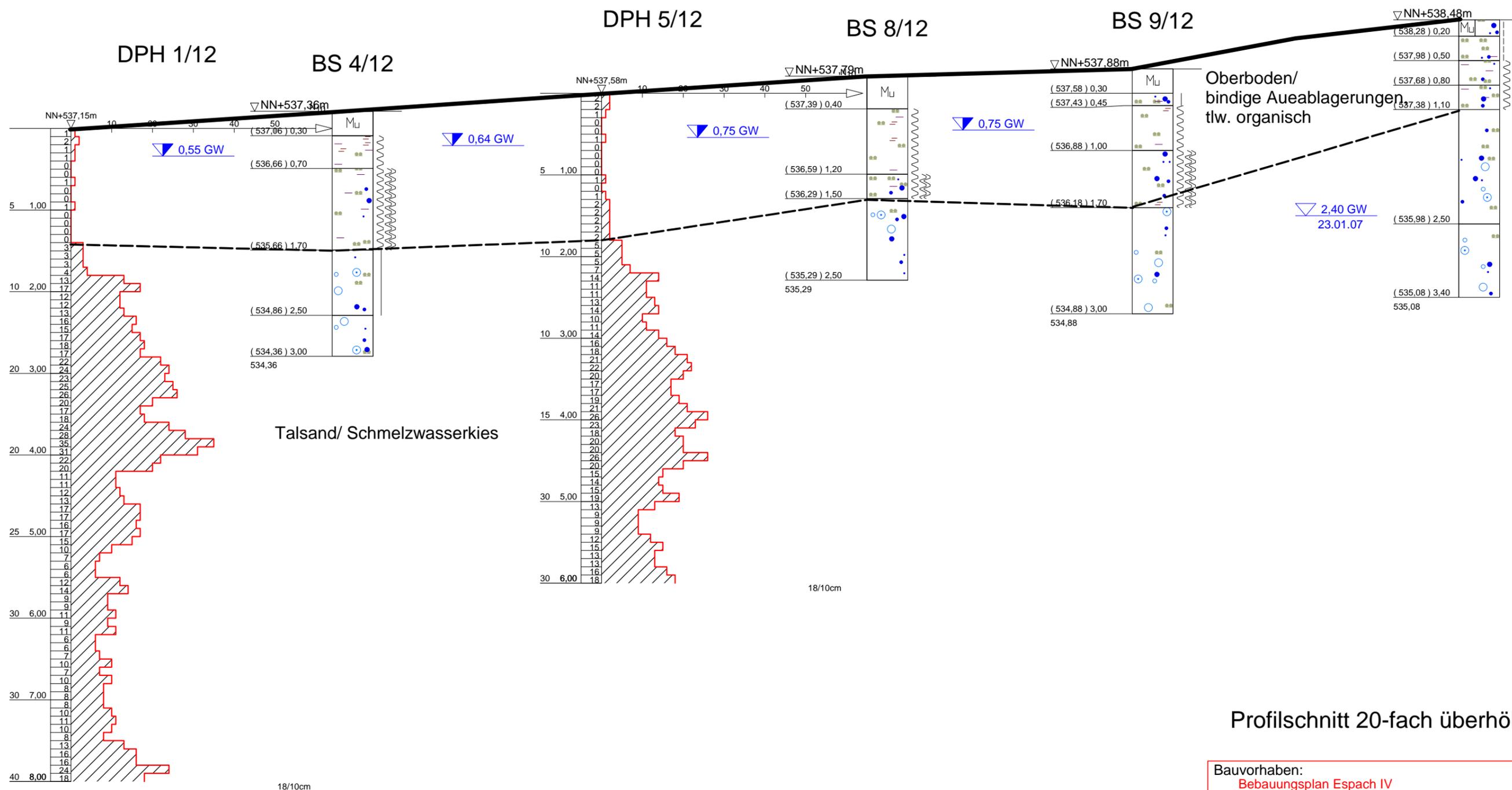


2,30 GW

23,01 GW

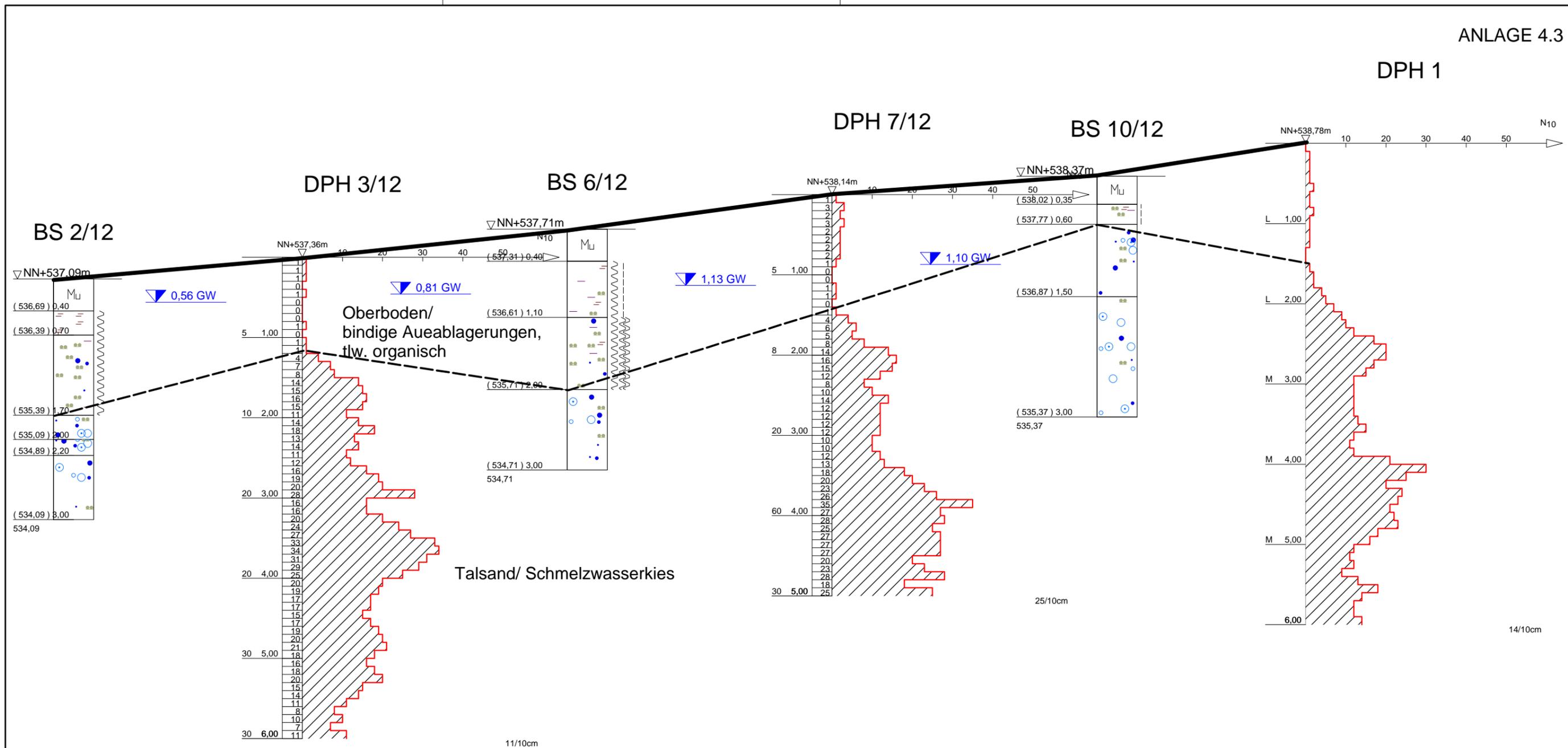
Profilschnitt 20-fach überhöht!

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf	
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 1	
Plan-Nr: UDOES4 PS1 HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Maßstab: H.1:50;L.1:1000 Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rausser-Härle Gezeichnet: W/r Geändert: Gesehen: Datum: 2.8.12 Projekt-Nr: UDOES4



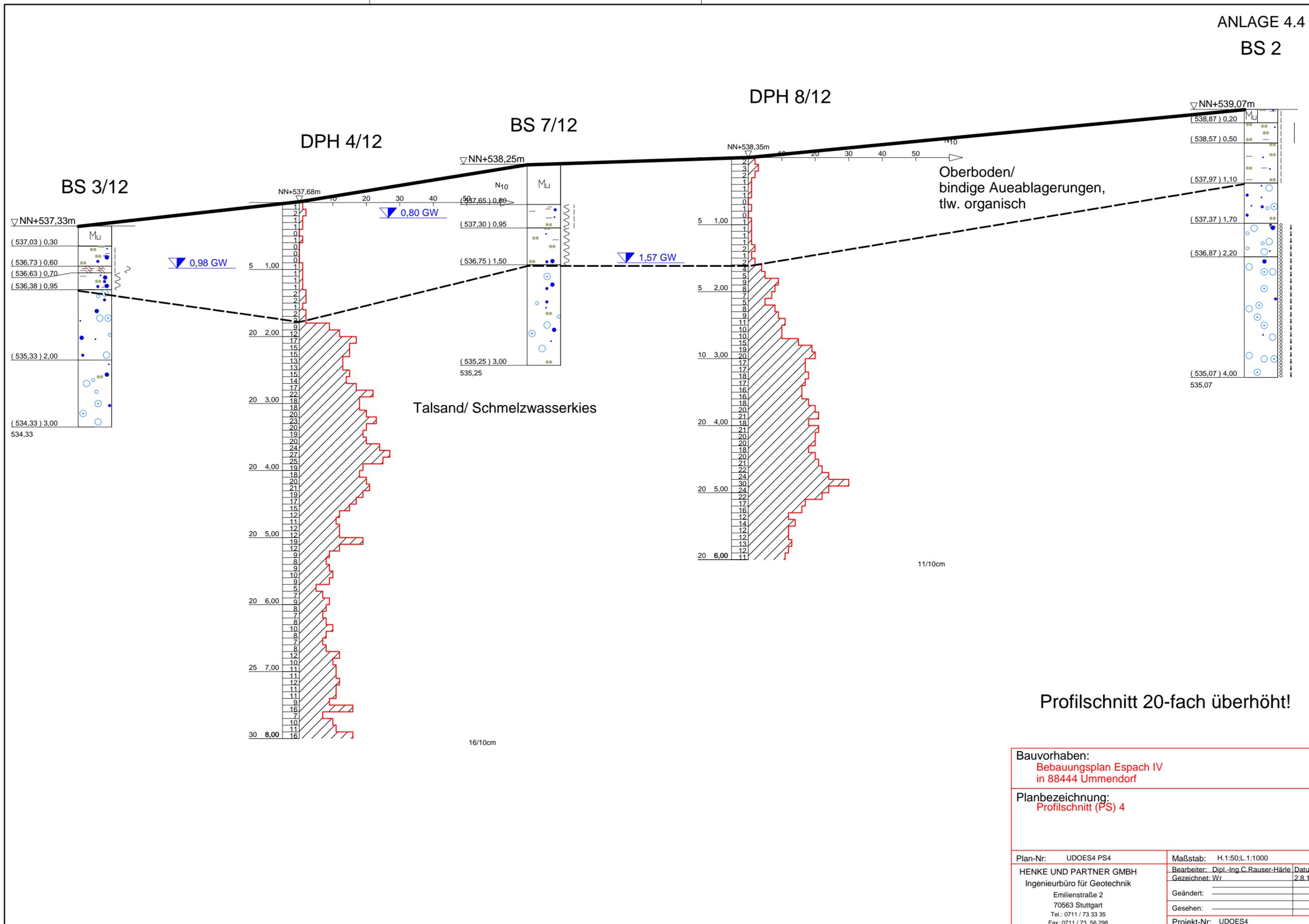
Profilschnitt 20-fach überhöht!

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf	
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 2	
Plan-Nr.: UDOES4 PS2 HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Maßstab: H.1:50;L.1:1000 Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rauser-Härle Gezeichnet: Wf Geändert: Gesehen: Datum: 2.8.12 Projekt-Nr.: UDOES4



Profilschnitt 20-fach überhöht!

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf	
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 3	
Plan-Nr: UDOES4 PS3 HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Maßstab: H.1:50;L.1:1000 Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rauser-Härle Gezeichnet: Wf Geändert: Gesehen: Datum: 2.8.12 Projekt-Nr: UDOES4



Profilschnitt 20-fach überhöht!

Bauvorhaben: Bebauungsplan Espach IV in 88444 Ummendorf	
Planbezeichnung: Profilschnitt (PS) 4	
Plan-Nr: UDOES4 PS4 HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Maßstab: H.1:50;L.1:1000 Bearbeiter: Dipl.-Ing.C.Rauser-Härle Gezeichnet: Wr Geändert: Gesehen: Datum: 2.8.12 Projekt-Nr: UDOES4

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Erschließung Gewerbegebiet Espach IV in Ummendorf

Probe	Material	w _n %	w _l %	w _p %	I _p %	I _c	Konsistenz	Körnungsziffer T-U-S-G	BA nach DIN 18196	r t/m ³	r _D t/m ³	j' (°)	c' kN/m ²	c _u kN/m ²	Vgl %	Bemerkungen
BS 1/12																
0,7-1,0m	Torf	314,1													48,1	
1,6 m	Auelehm / Mudde	35,0	39,3	31,3	7,9	0,54	weich		OU, UM							
2,2 m	Talsand	35,3						0-4-6-0	SU*/ST*							
BS 2/12																
0,9 m	Auelehm / Mudde	63,3														
2,5 -3 m	Schmelzwasserkies	8,9						0-1-3-7	GW							
BS 3/12																
0,8 m	Auelehm / Mudde	37,5	51,6	23,4	28,2	0,50	weich		TA							
2,0 m	Talsand															
2,5 - 3,0 m	Schmelzwasserkies															
BS 4/12																
0,6 -0,8 m	Mudde / Torf	226,8													34,2	
1,3 -1,5m	Auelehm	51,7														
2,0 - 2,5 m	Schmelzwasserkies															

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand w_n

E_S = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m²

bearb.	La	gepr.	Rh	geseh.
--------	----	-------	----	--------

ANLAGE 5:1

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Erschließung Gewerbegebiet Espach IV in Ummendorf

Probe	Material	w _n %	w _l %	w _p %	I _p %	I _c	Konsistenz	Körnungsziffer T-U-S-G	BA nach DIN 18196	r t/m ³	r _D t/m ³	j' (°)	c' kN/m ²	c _u kN/m ²	Vgl %	Bemerkungen
BS 5/12																
0,7-0,8m	Torf/Mudde	241,1														
1,6 m	Auelehm	51,2														
2,2 m	Talsand	22,3						0-3-6-1	ST*/SU*							
2,5-3 m	Schmelzwasserkies															
BS 6/12																
0,8-0,9m	Auelehm	34,5														
2,1 - 2,5 m	Schmelzwasserkies															
BS 7/12																
0,8 m	Mudde	36,1	67,8	21,7	46,0	0,69	weich		TA							
2,0-2,5 m	Schmelzwasserkies	8,8						0-1-3-7	GI							
BS 8/12																
0,9 m	Mudde, torfig	188,5													21,7	
1,3 m	Auelehm	57,8														
BS 9/12																
0,9 m	Mudde, torfig	96,6														
1,4m	Mudde	64,3														
2,0-2,5 m	Schmelzwasserkies															

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand w_n

E_S = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m²

bearb. La gepr. Rh geseh.

ANLAGE
F 3

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt BV Espach IV

Datum 10.08.12

Probenbez.: BS1/12 2,2 m

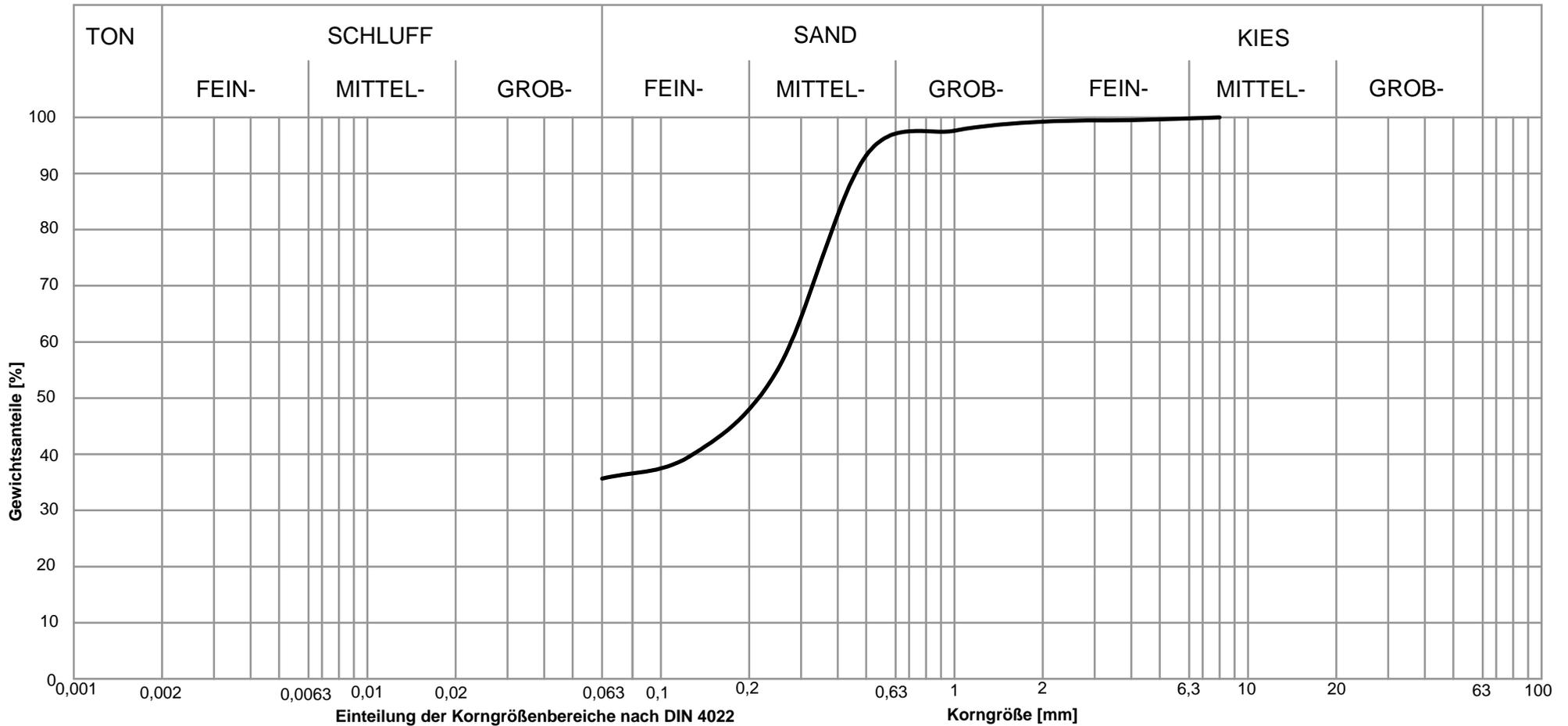
U / T = 36%
S = 64%
G = 1%

$d_{10} =$
 $d_{30} =$
 $d_{60} = 0,28$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} =$$

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} =$$

Bodenart: SU* **Körnungsziffer: 0-4-6-0**



Bemerkung

- Aräometer
- Siebung
- Abschlämmung

bearb. | La | gep | Rh | gesehen. | Rh

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt BV Espach IV

Datum 10.08.12

Probenbez.: BS2/12 2,5-3,0 m

Bodenart: **GW**

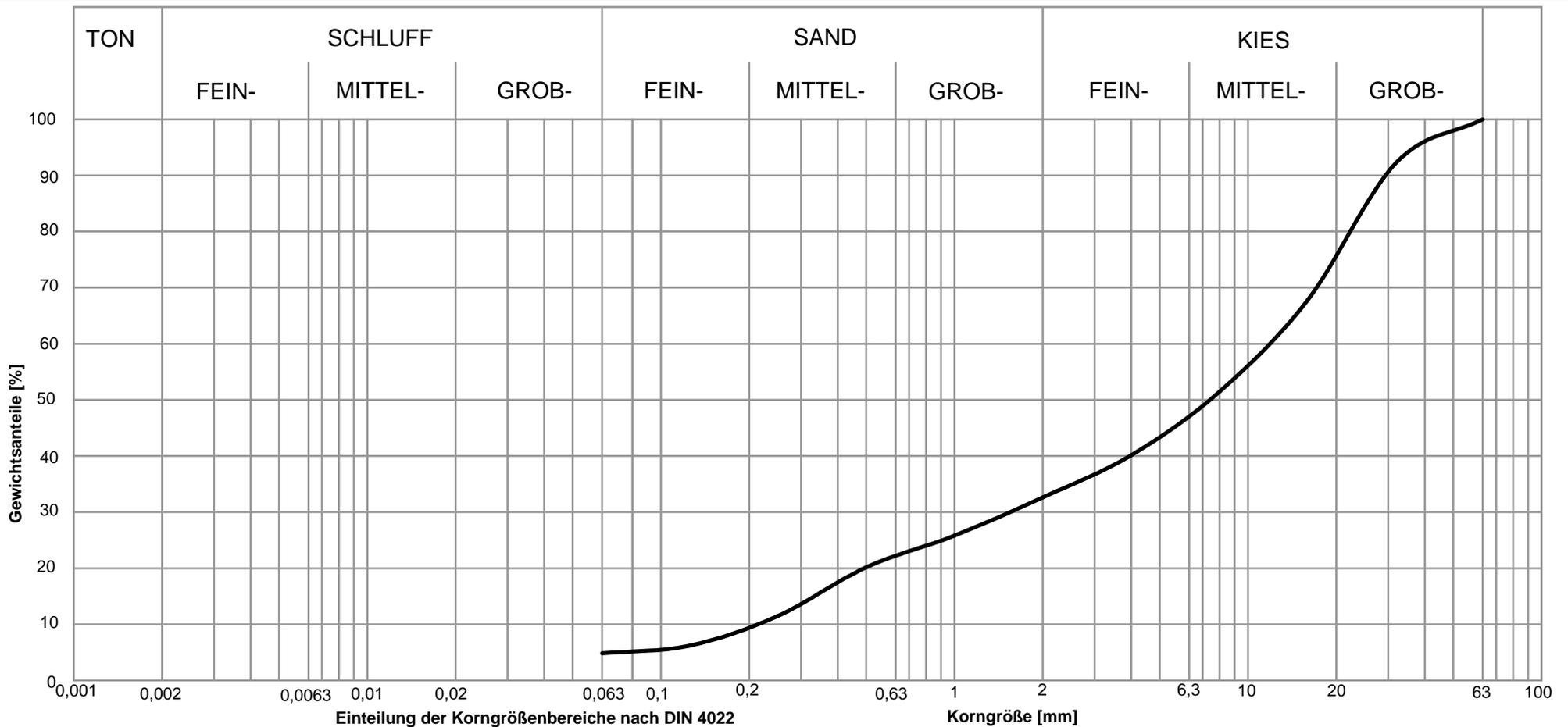
Körnungsziffer : **0-1-3-7**

T = 5%
S = 28%
G = 67%

$d_{10} = 0,22$
 $d_{30} = 1,62$
 $d_{60} = 12,17$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} = 1,0$$

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = 56,5$$



Bemerkung

- Aräometer
- Siebung
- Abschlämzung

bearb. | La | gep | Rh | gesehen. | Rh

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt BV Espach IV

Datum 10.08.12

Probenbez.: BS5/12 2,2 m

Bodenart: **SU***

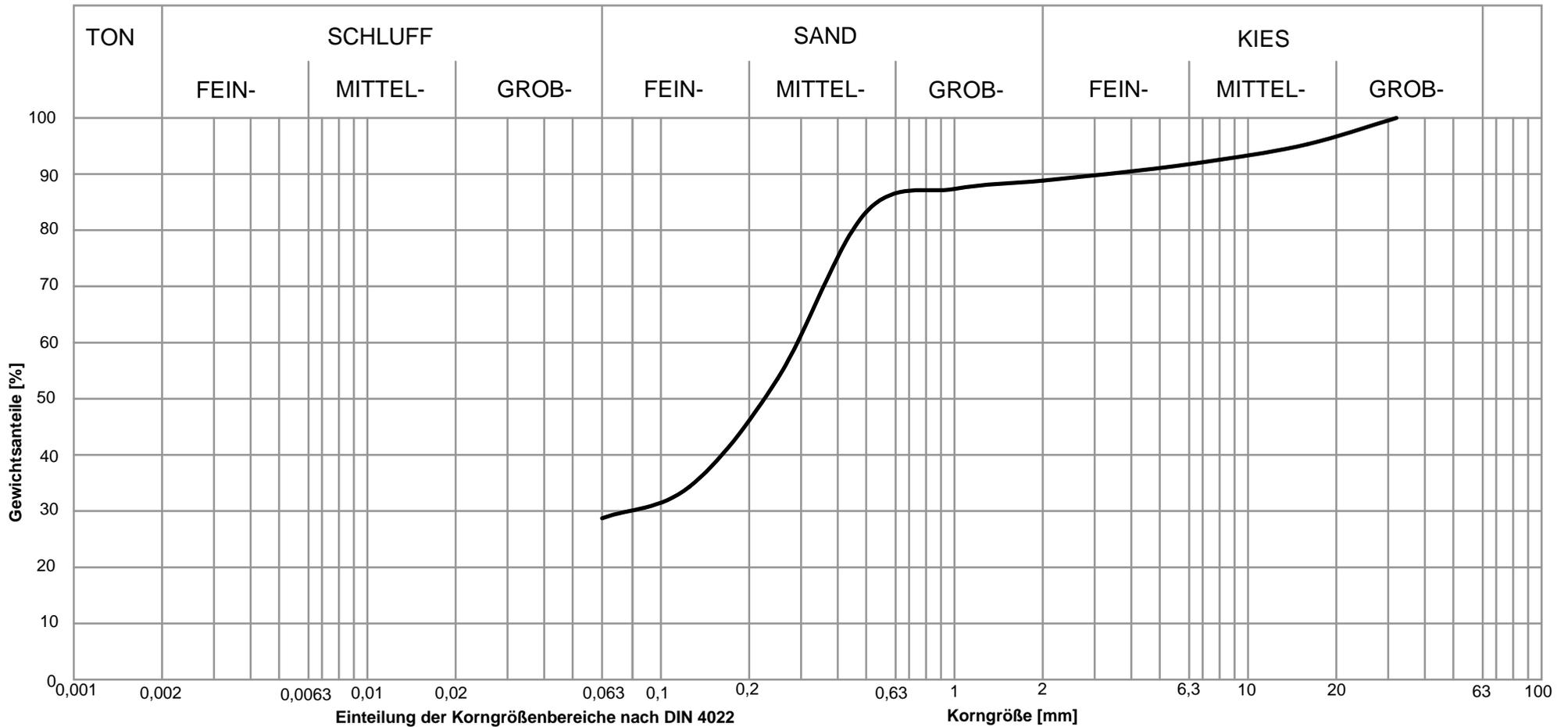
Körnungsziffer : **0-3-6-1**

U/T = 29%
S = 60%
G = 11%

$d_{10} =$
 $d_{30} = 0,08$
 $d_{60} = 0,30$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} =$$

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} =$$



Bemerkung

- Aräometer
- Siebung
- Abschlämmung

bearb. | La | gep | Rh | gesehen. | Rh

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt BV Espach IV

Datum 10.08.12

Probenbez.: BS7/12 2,1-2,5 m

Bodenart: **GI**

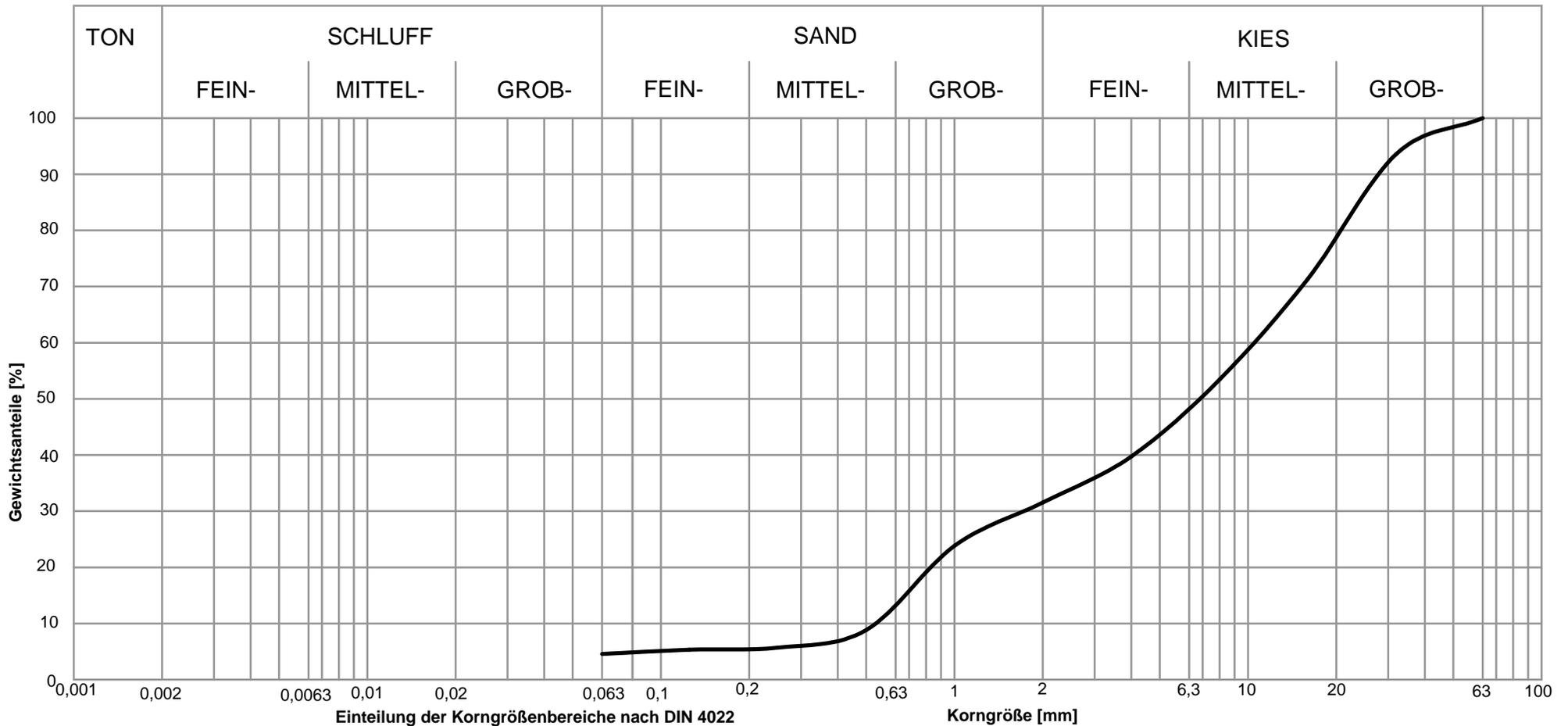
Körnungsziffer : **0-1-3-7**

U/T = 5%
S = 27%
G = 68%

$d_{10} = 0,54$
 $d_{30} = 1,80$
 $d_{60} = 10,93$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} = 0,5$$

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = 20,3$$



Bemerkung

- Aräometer
- Siebung
- Abschlämzung

bearb. | La | gep | Rh | geseh. | Rh

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt BV Espach IV

Datum 10.08.12

Probenbez.: BS10/12 0,8 m

Bodenart: SE

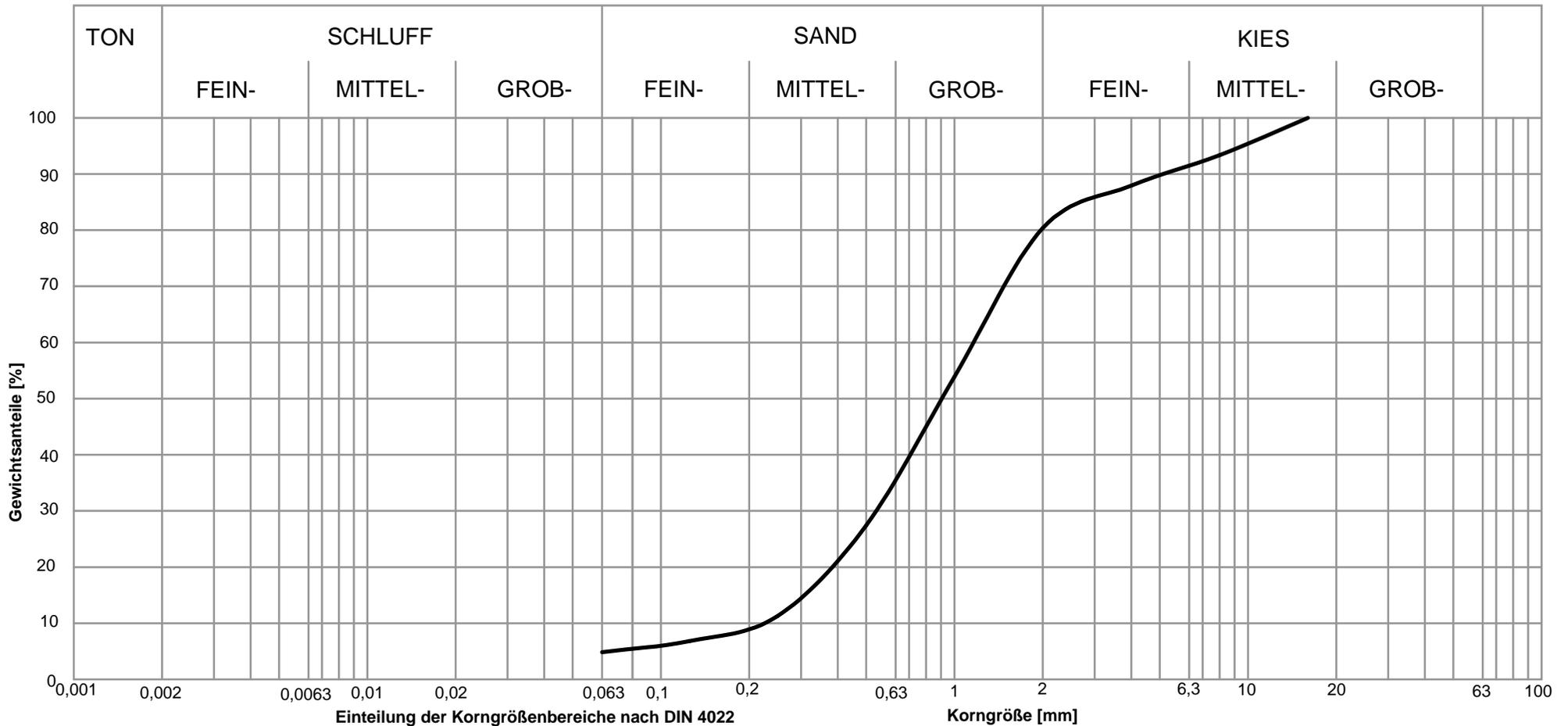
Körnungsziffer : 0-1-8-2

U/T = 5%
S = 76%
G = 20%

$d_{10} = 0,21$
 $d_{30} = 0,55$
 $d_{60} = 1,23$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} = 1,1$$

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = 5,8$$



Bemerkung

- Aräometer
- Siebung
- Abschlämmung

bearb. | La | gep | Rh | gesehen. | Rh

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt BV Espach IV

T/U = 6%
S = 18%
G = 76%

$d_{10} = 0,28$
 $d_{30} = 3,40$
 $d_{60} = 12,91$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}} = 3,2$$

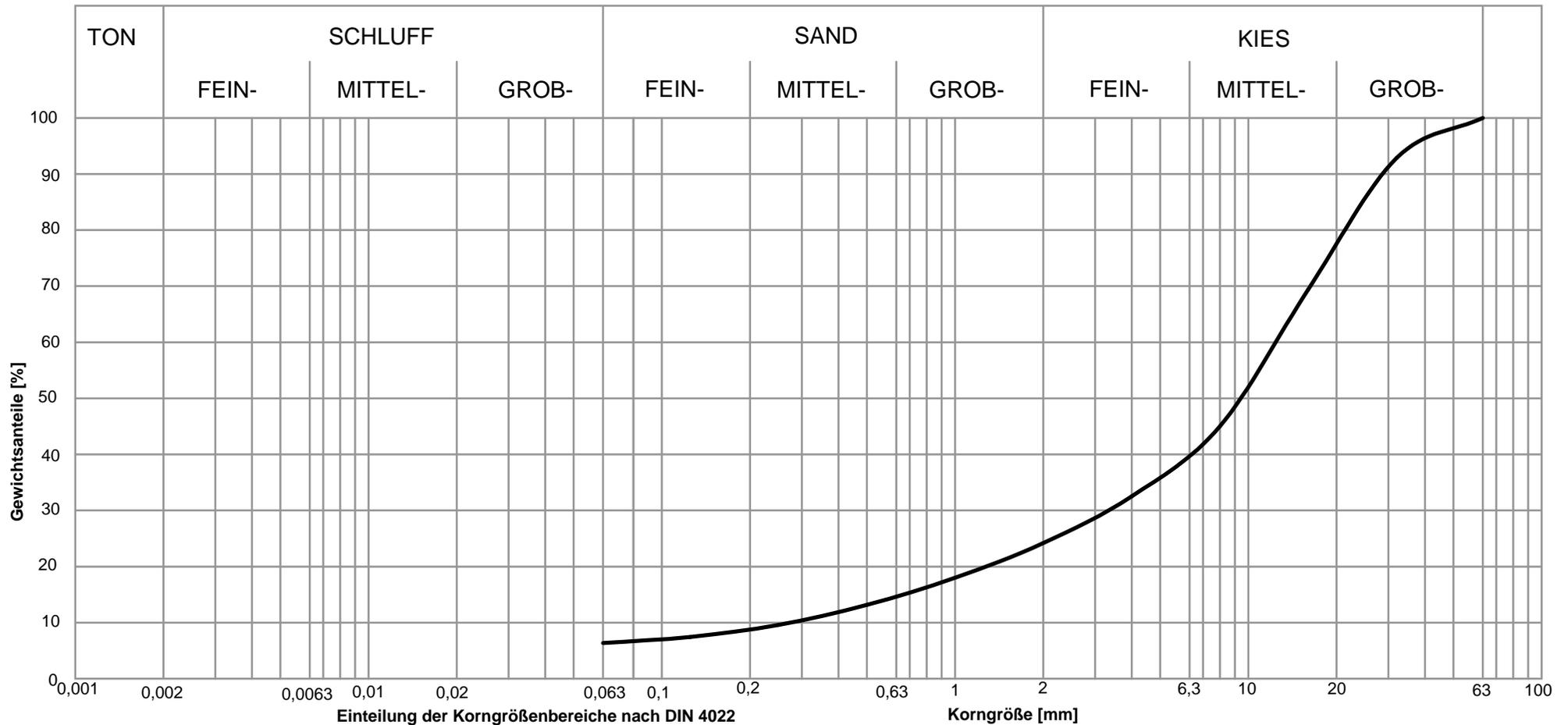
$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = 46,2$$

Datum 10.08.12

Probenbez.: BS10/12 1,6-2,0 m

Bodenart: **GU**

Körnungsziffer : **0-1-2-8**



Bemerkung

- Aräometer
- Siebung
- Abschlämzung

bearb. | La | gep | Rh | geseh. | Rh

Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Espach IV

Probe: BS1/ 1,6 m

Bodenart: Auelehme / Mude

Datum: 14.08.12

nat. Wassergehalt w_n : **35** %

Fließgrenze w_L : **39,3** %

Ausrollgrenze w_P : **31,3** %

Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$: **7,93**

Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$: **0,54**

Bodenart nach DIN 18 196: **OU,UM**

Konsistenz: **weich**

Maximaler Wassergehalt **halbfest** ($I_C = 1,0$):

31,3 %

Wassergehalt **steif** ($I_C = 0,75-1,0$) von:

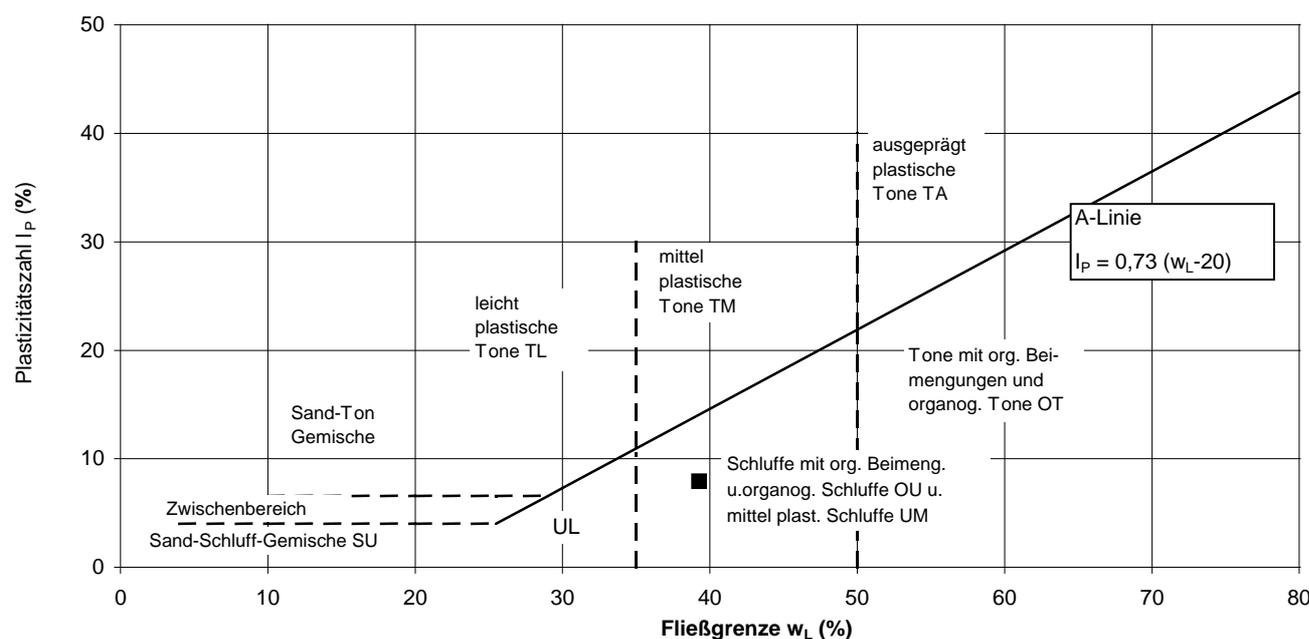
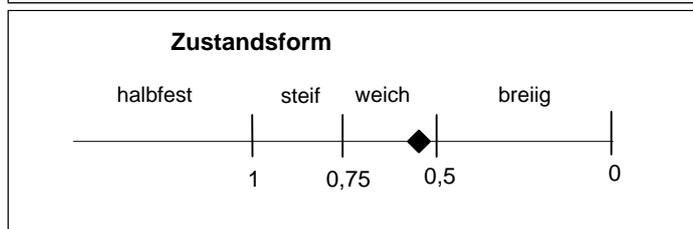
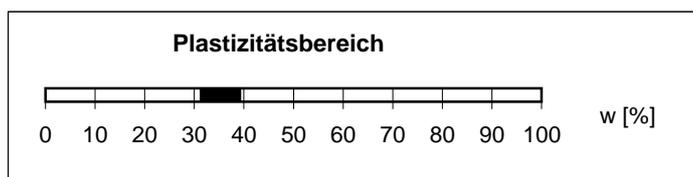
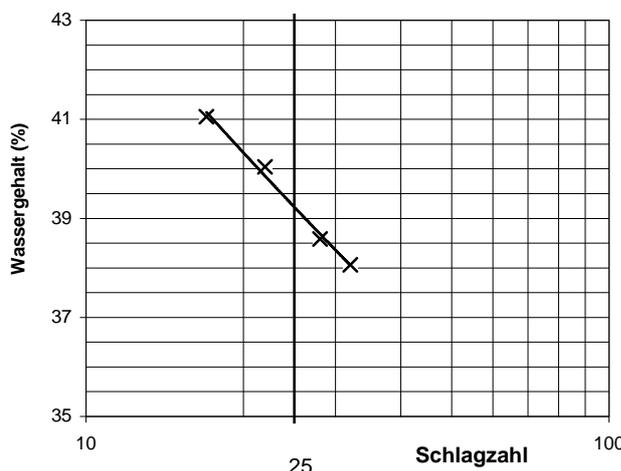
33,3 % bis **31,4** %

Wassergehalt **weich** ($I_C = 0,5-0,75$) von:

35,3 % bis **33,4** %

Wassergehalt **breiig** ($I_C = 0,0-0,5$) von:

39,3 % bis **35,4** %



bearb. | Si | gepr. | La | geseh. | Rh

Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: BV Espach IV

Probe: BS3/ 0,8 m

Bodenart: Mudde

Datum: 14.08.12

nat. Wassergehalt w_n : **37,5** %

Fließgrenze w_L : **51,6** %

Ausrollgrenze w_P : **23,4** %

Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$: **28,2**

Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$: **0,50**

Bodenart nach DIN 18 196: **TA**

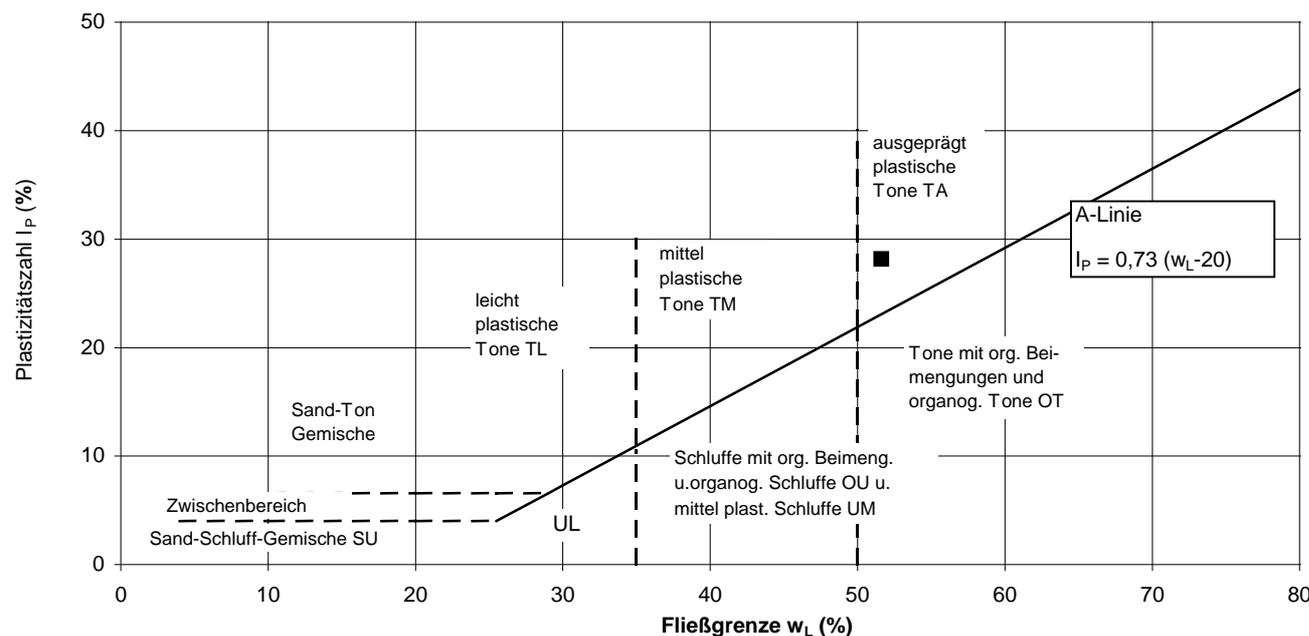
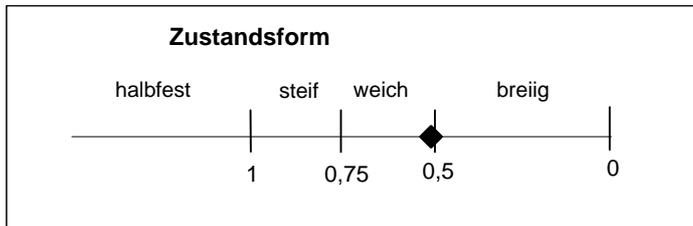
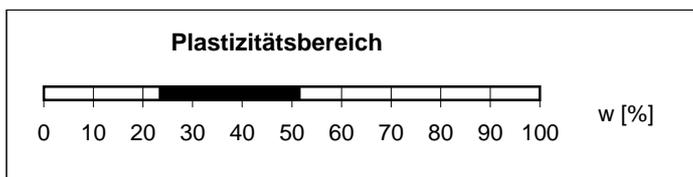
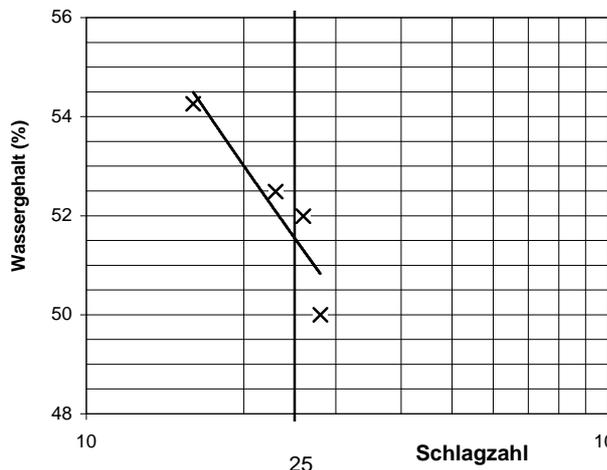
Konsistenz: **weich**

Maximaler Wassergehalt **halbfest** ($I_C = 1,0$): **23,4** %

Wassergehalt **steif** ($I_C = 0,75-1,0$) von: **30,5** % bis **23,5** %

Wassergehalt **weich** ($I_C = 0,5-0,75$) von: **37,5** % bis **30,6** %

Wassergehalt **breiig** ($I_C = 0,0-0,5$) von: **51,6** % bis **37,6** %



bearb. | Si | gepr. | La | geseh. | Rh

Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: UDOES4

Probe: BS7/12_ 0,8 m

Bodenart: Mudde

Datum: 14.08.12

nat. Wassergehalt w_n : **36,1** %

Fließgrenze w_L : **67,8** %

Ausrollgrenze w_P : **21,7** %

Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$: **46**

Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$: **0,69**

Bodenart nach DIN 18 196: **TA**

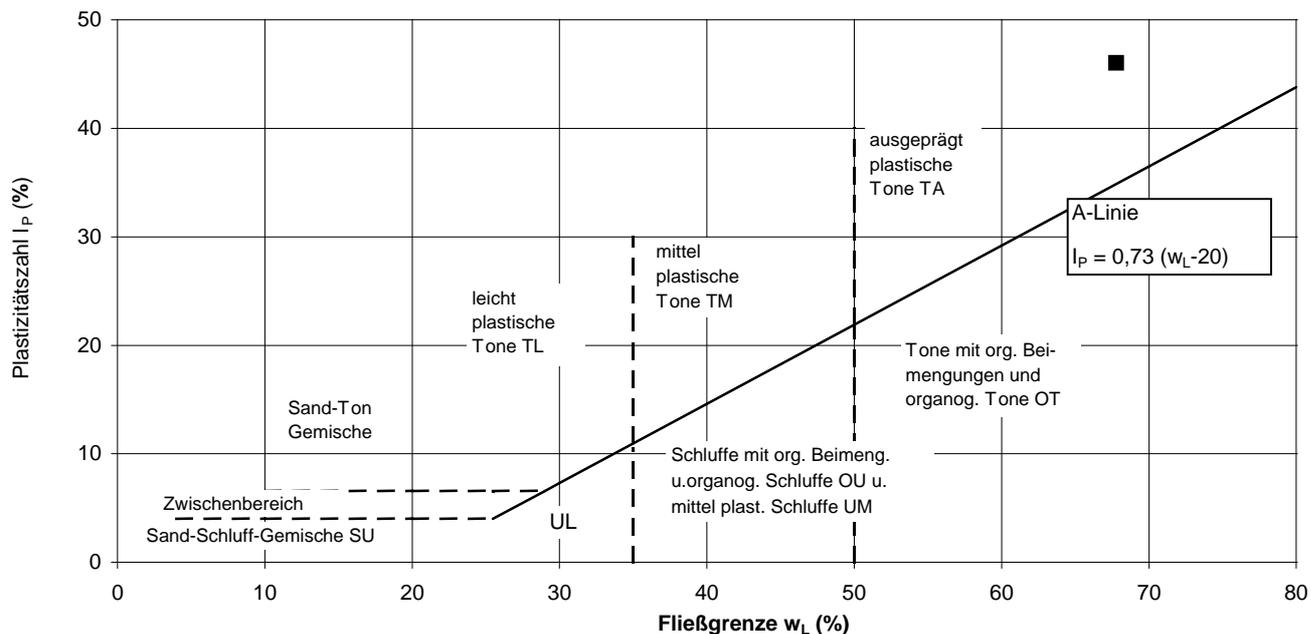
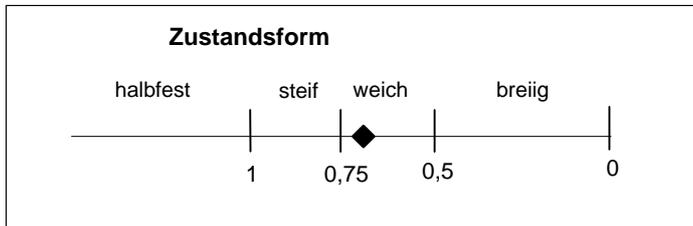
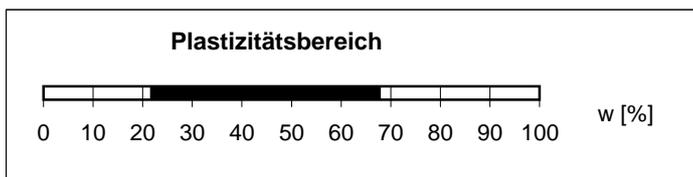
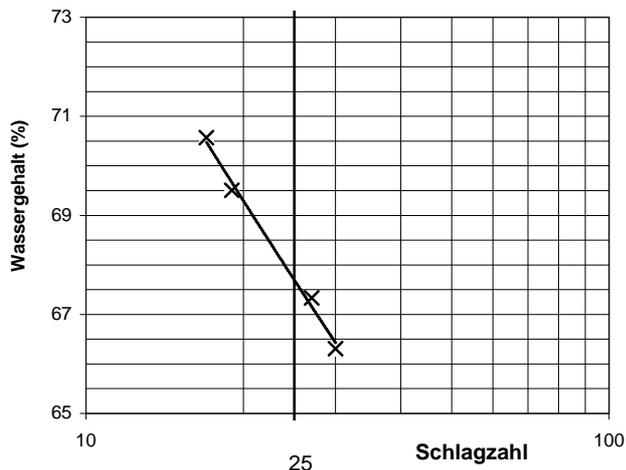
Konsistenz: **weich**

Maximaler Wassergehalt **halbfest** ($I_C = 1,0$): **21,7** %

Wassergehalt **steif** ($I_C = 0,75-1,0$) von: **33,2** % bis **21,8** %

Wassergehalt **weich** ($I_C = 0,5-0,75$) von: **44,8** % bis **33,3** %

Wassergehalt **breiig** ($I_C = 0,0-0,5$) von: **67,8** % bis **44,9** %



bearb. | La | gepr. | Wr | geseh. | Rh

Anlage

ANLAGE 8

