

BEBAUUNGSPLAN MIT GRÜNORDNUNG MI „Ganacker-Süd“ in Ganacker

GEOTECHNISCHER BERICHT

Nr. B1604069 vom 18.05.2016
Geoplan GmbH, Osterhofen



Markt Pilsting

Marktplatz 23 * 94431 Pilsting
1. Bürgermeister Josef Hopfensperger

ENTWURFSBEARBEITUNG

AM:

23. Mai 2016

GEÄNDERT AM:
GEÄNDERT AM:

25. Juli 2016
24. Oktober 2016



Willi Schlecht
Willi Schlecht
Dipl.-Ing. (FH) Stadtplaner

INGENIEURBÜRO

Willi **Schlecht**
PLANUNGS GMBH
HIEBWEG 7 POSTFACH 49
94342 Straßkirchen
Telefon (09424) 9414-0
Telefax (09424) 9414-30



GeoPlan

Geotechnischer Bericht Nr. B1604069

**Erschließung eines Neubaugebietes in Ganacker,
Gemeinde Pilsting**

Osterhofen, den 18.05.2016



Geotechnischer Bericht

Nr. B1604069

Auftraggeber: Gemeinde Pilsting
Marktplatz 23
94431 Pilsting

Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht
Planungs GmbH
Hiebweg 7
94342 Straßkirchen

Gegenstand: Erschließung eines Neubaugebietes in Ganacker,
Gemeinde Pilsting
- Geotechnische Untersuchungen -

Datum: Osterhofen, den 18.05.2016

Dieser Bericht umfasst 20 Textseiten und 5 Anlagen.
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeine Angaben	1
1.1	Vorgang.....	1
1.2	Verwendete Unterlagen	1
1.3	Angaben zum Bauvorhaben	1
2.	Durchgeführte Untersuchungen.....	2
2.1	Felderkundung	2
2.2	Laborversuche.....	3
3.	Beschreibung der Untergrundverhältnisse	4
3.1	Geologischer Überblick	4
3.2	Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung	5
3.3	Grundwasserverhältnisse	7
4.	Bodenmechanische Kennwerte	8
5.	Bauausführung / Gründung	10
5.1	Allgemeines.....	10
5.2	Kanalbau	10
5.2.1	Allgemeines	10
5.2.2	Baugruben / Verbau.....	10
5.2.3	Wasserhaltung	11
5.2.4	Gründung	13
5.2.5	Sonstige Hinweise zur Kanalerstellung	13
5.3	Straßenbau.....	15
5.3.1	Allgemeines	15
5.3.2	Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus	15
5.3.3	Tragfähigkeitsanforderungen an das Erdplanum und die Tragschicht des Oberbaus	16
5.3.4	Verdichtungsanforderungen an Bodenaustausch und Frostschuttschicht.....	17
5.4	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes / Versickerung von Oberflächenwasser.....	18
5.5	Angaben zum Lärmschutzwall mit Lärmschutzwand.....	19
6.	Schlussbemerkungen	20

Tabellen

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN	3
TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN	3
TABELLE 3: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN	3
TABELLE 4: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE U. BINDIGE BÖDEN	6
TABELLE 5: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN	6
TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE	8
TABELLE 7: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN	9
TABELLE 8: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRAßENAUFBAUS NACH RSTO 12	15

Anlagen

Anlage 1:	Übersichtslageplan, M 1 : 25.000	(1 Seite)
Anlage 2:	Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1: 1.000	(1 Plan)
Anlage 3:	Bohrprofile und -beschriebe, M 1 : 50	(5 Seiten)
Anlage 4:	Rammdiagramme, M 1 : 50	(3 Seiten)
Anlage 5:	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	(3 Seiten)

1. Allgemeine Angaben

1.1 Vorgang

Das Ingenieurbüro Geoplan GmbH, Osterhofen, wurde von der Gemeinde Pilsting über das Ingenieurbüro Willi Schlecht in Straßkirchen beauftragt, für das geplante Neubaugebiet in Ganacker, Gemeinde Pilsting, eine geotechnische Baugrundbeurteilung durchzuführen. Im Zuge dieser Maßnahme wurden die Böden im Bereich des geplanten Straßenverlaufs zur Erschließung des Baugebiets „WA Ganacker“ mittels bodenmechanischer Feld- und Laborarbeiten untersucht und ein Baugrundgutachten erstellt.

Die Felderkundungen wurden auf den Grundstücken mit den Flurnummern 2347 und 212/7 durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht werden die durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert und bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben und beurteilt, Bodenklassen und Bodenparameter werden angegeben. Es erfolgen Angaben zum Straßen- und Kanalbau sowie zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht.

Bei den durchgeführten geotechnischen Untersuchungen handelt es sich im Sinne der DIN 4020 um eine Hauptuntersuchung des Baugrundes.

1.2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Vorentwurf BBP WA in Ganacker M 1:1000 vom 03.09.2015
- Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern, Internetauftritt des Bayerischen Landesamts für Umwelt
- Bohr- und Rammsondierprofile und -beschriebe der Bohrungen B 1 bis B 5 und der Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3, Geoplan GmbH, Osterhofen
- Analysenergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

1.3 Angaben zum Bauvorhaben

Im südliche Teil der zur Gemeinde Pilsting gehörenden Ortschaft Ganacker soll im Bereich der Landauer Straße ein neues Wohngebiet erschlossen werden. Das neu zu

erschließende Gelände weist eine Fläche von ca. 17.500 m² vor. Das Gelände ist weitestgehend relativ eben, ohne markante Geländeübergänge. Nach unserem Kenntnisstand soll die Erschließung ca. 1,0 m über das Bestandsgelände herausgehoben werden. Gemäß den vorliegenden Plänen werden die Baufelder durch eine an das bestehende Straßennetz anschließende Ringstraße mit einer Fahrbahnbreite von 5,15 m erschlossen. Auf der Ost- und Südseite ist jeweils die Errichtung einer Lärmschutzwalls mit einer Höhe von 3,0 m und einer Böschungsneigung von 1:1,5 geplant. Entlang der 2,0 m breiten Krone soll zusätzlich eine 3,0 m hohe Lärmschutzwand aufgesetzt werden.

Es handelt sich im gesamten Baugebiet auf den Flurnummern 212/7 und 2347 um eine vollständige Neuerschließung. Es ist daher für das gesamte Erschließungsgebiet davon auszugehen, dass neben Straßen auch Kanäle, Kabel, Leitungen usw. anzulegen sind. Genauere Angaben sind derzeit nicht vorhanden.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felderkundung

Die Felderkundungen wurden am 03.05.2016 auf den Grundstücken mit den Flurnummern 212/7 und 2347 durchgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte wurde entsprechend dem Anforderungsprofil dieses Berichts gewählt. Die Ansatzpunkte der Bohrungen B 1 bis B 5 und schweren Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3 befinden sich großflächig im gesamten Baugebiet verteilt, um möglichst detaillierte Aussagen über die geplanten Straßen- und Kanaltrassen sowie weitere notwendige Baumaßnahmen zur Erschließung des Baugebiets erhalten zu können.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt **fünf Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis maximal 5,50 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. In Anlage 3 sind die entsprechenden Bohrbeschriebe und -profile dargestellt.

Die Böden wurden nach DIN EN ISO 14688-1 angesprochen. Die Zuordnung zu Bodengruppen erfolgte nach DIN 18196. Des Weiteren sind Bodenproben aus den einzelnen Bodenschichten entnommen und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten im Erdbaulaboratorium analysiert worden.

Zur Feststellung von Lagerungsdichte und Konsistenz der Schichten sind zusätzlich **drei Rammsondierungen** mit der schweren Rammsonde (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht worden. Die Sondierungen wurden bis in eine Tiefe von maximal 5,90 m unter Geländeoberkante ausgeführt. Anlage 4 enthält die zugehörigen Rammprofile.

Nach Durchführung der Aufschlussarbeiten wurden die Erkundungspunkte nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Rechts- und Hochwerte sowie die Ansatzhöhen aller Ansatzpunkte können den Bohr- und Rammprofilen der Anlagen 3 und 4 entnommen werden.

Die Lage der Erkundungspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor. In der folgenden Tabelle 1 sind die durchgeführten Erkundungen zusammengestellt.

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN

Bohrung	Ansatzhöhe [müNN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [müNN]	Grund- wasser [m u. GOK]	Grund- wasser [müNN]	Datum
B 1	336,47	3,00	333,47	1,80	334,67	03.05.2016
B 2	335,44	5,50	329,94	0,90	334,54	03.05.2016
B 3	335,21	1,80	333,41	0,92	334,29	03.05.2016
B 4	335,25	1,50	333,75	0,74	334,51	03.05.2016
B 5	335,53	5,00	330,53	1,00	334,53	03.05.2016

B... Rammkernbohrung nach DIN EN ISO 22475

TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN

Rammson- dierung	Ansatz- höhe [müNN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [müNN]	kennzeichnender Eindringwiderstand n_{10} [m u. GOK]		
				0,0 – 1,0	1,0 – 4,0	4,0 - Ende
DPH 1	335,81	5,90	329,91	1 – 25	9 – 27	6 – 18
DPH 2	335,45	5,90	329,55	1 – 2	1 – 7	2 – 20
DPH 3	335,17	5,90	329,27	1 – 4	3 – 15	6 – 40

DPH... schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2

2.2 Laborversuche

Zur Überprüfung der Bodenansprache vor Ort, zur Klassifizierung der Bodengruppen gemäß DIN 18196 und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten sowie zur Einschätzung der Tragfähigkeit der Böden wurden insgesamt 3 Bodenproben im Erdbaulaboratorium näher untersucht. Dabei wurden im Einzelnen folgende Versuche durchgeführt:

TABELLE 3: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN

Aufschluss	Probenbezeichnung	Tiefe, m unter GOK	Wassergehalt, DIN 18121	Korngrößenverteilung, DIN 18123	komb. Sieb-Schlammanalyse, DIN 18123	Fließ- und Ausrollgrenze DIN 18122	Proctordichte DIN 18127	Dichtebestimmung DIN 18125	Glühverlust DIN 18128	Wasserdurchlässigkeit DIN 18130
B 1	D 4	1,90	x	x						
B 3	D 2	1,90	x			x				
B 5	D 4	4,20	x	x						

Die Laborergebnisse und Versuchsprotokolle sind in der Anlage 5 ausgewertet und detailliert dargestellt.

3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

3.1 Geologischer Überblick

Das geplante Wohngebiet in Ganacker liegt im Bereich von holozänen und teils würmeiszeitlichen Schottern in Form von sandigen Kiesen, die von Oberböden und Decklagen überdeckt sowie im Tieferen von den tertiären Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse unterlagert werden. Diese allgemeinen Kenntnisse wurden im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten auch bis in die erkundeten Tiefen bestätigt.

Aufgrund der vorliegenden Bodenaufschlüsse und der allgemeinen Kenntnisse lässt sich der Untergrund im Untersuchungsgebiet bis in den erkundeten Tiefenbereich (max. 5,50 m unter Geländeoberkante) wie folgt beschreiben:

Oberböden/Auffüllungen (erkundet bis max. 0,70 m u. GOK)	- Schluff, schwach tonig bis tonig, humos, z.T. Ziegelbruch) Konsistenz: weich bis steif
Decklagen (erkundet bis max. 2,20 m u. GOK)	- Schluff, schwach tonig bis tonig, feinsandig, z. T. schwach kiesig Konsistenz: weich bis steif
Würmeiszeitliche Schotter (erkundet bis max. 5,50 m unter GOK)	- Kies, sandig bis stark sandig, z. T. schwach schluffig Lagerung: locker bis dicht - Sand, kiesig Konsistenz: mitteldicht - Sand, schluffig Konsistenz: locker
Tertiäre Sedimente (z. T. erkundet ab 4,20 m u. GOK)	- Ton, schwach schluffig Konsistenz: halbfest - Schluff, schwach tonig, schwach kiesig Konsistenz: steif

3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung

Oberböden/Auffüllungen

Ab Geländeoberkante wurde in allen Bohrungen, mit Ausnahme der Bohrung B 1, eine 0,30 m bis 0,70 m starke Mutterbodenschicht erkundet. Die Mutterbodenschichten liegen als schwach tonige bis tonige, humose Schluffe in weicher bis steifer Konsistenz vor. In der Bohrung B 1 wurde bis in eine Tiefe von 0,70 m unter GOK eine Auffüllung in Form von tonigen Schluffen in steifer Konsistenz erbohrt. Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen mit 1 bis 4 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe bestätigen die weiche bis steife Konsistenz der Schluffe.

Decklagen

Unter den oben beschriebenen Mutterbodenschichten bzw. Auffüllungen wurde in den Bohrungen B 2 bis B 5 eine bis in eine Tiefe von 1,10 m unter GOK bis 2,20 m unter GOK (= 334,15 mNN bis 333,24 mNN) bindige Decklagen in Form von schwach tonigen bis tonigen, feinsandigen und z. T. schwach kiesigen Schluffen in weicher bis steifer Konsistenz erkundet. In der Bohrung B 1 wurden keine bindigen Decklagen erbohrt. Die Konsistenz der Schluffe wurde anhand der Bodenansprache sowie des Rammwiderstandes der schweren Rammsondierungen festgestellt. Hierbei wurden in den bindigen Decklagen Schlagzahlen von 0 bis 4 pro 10 cm Eindringtiefe ermittelt.

Würmeiszeitliche Schotter

Die bindigen Decklagen werden ab Tiefen von 0,70 m unter GOK bis 2,20 m unter GOK (= 335,77 m NN bis 333,24 m NN) in den Bohrungen B 1 bis B 4 bis zur jeweiligen Endteufe von 3,00 m unter GOK bis 6,00 m unter GOK (= 333,47 m NN bis 329,21 m NN) und in der Bohrung B 5 bis 4,20 m unter GOK (= 331,33 m NN) von den würmeiszeitlichen Schottern unterlagert. Diese liegen weitestgehend als sandige, z. T. schwach schluffige Kiese in lockerer bis dichter Lagerung vor. Zwischengelagert treten auch Sand mit kiesigen und schluffigen Nebenbestandteilen auf. Anhand der Rammdiagramme lässt sich die Lagerungsdichte der unter Grundwasserauftrieb stehenden Kiese als mitteldicht bis dicht, abschnittsweise im Bereich von Rollkieslagen bzw. Sandlinsen aber auch nur als locker bewerten.

Tertiäre Sedimente

In der Bohrung B 5 wurde unter den würmeiszeitlichen Schottern ab einer Tiefe von 4,20 m unter GOK bis zur Endteufe von 5,00 m unter GOK (= 331,33 m NN bis 330,53 m NN) bereits die tertiären Sedimente erreicht. Dieses wurde angesprochen als schwach toniger Schluff in steifer Konsistenz und als schwach schluffiger Ton in halbfester Konsistenz. Die Auswertung der schweren Rammsondierung weisen mit ansteigenden Schlagzahlen ab 5,00 m bis 5,50 m Tiefe jeweils auf den Übergang in die halbfesten Tertiärlagen hin. Die Schlagzahlen mit 6 bis 40 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe bestätigt die zunächst steife und dann zunehmend halbfeste Konsistenz des Tones.

Nachfolgende Tabelle 4 zeigt eine Korrelation der Schlagzahlen für bindige und grobkörnige Böden sowie deren Zuordnung in Bezug auf Lagerungsdichte und Konsistenz.

TABELLE 4: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE UND BINDIGE BÖDEN

Lagerung	Spitzendruck q_s [MN/m ²]	DPH N_{10}	DPM N_{10}	DPL N_{10}
Locker	< 5	1–4	4–11	6–10
Mitteldicht	5,0–7,5/10	4–18	11–26	10–50
Dicht	7,5–18/20	18–24	26–44	50–64
Sehr dicht	> 18/20	> 24	> 44	> 64
Konsistenz	Spitzendruck q_s [MN/m ²]	DPH N_{10}	DPM N_{10}	DPL N_{10}
Weich	1,0–1,5	2–5 (4)	3–8	3–10
Steif	1,5–2,0	(4) 5–9 (8)	8–14	10–17
Halbfest	2,0–5,0	(8) 9–17	14–28	17–37
Fest	> 5,0	> 17	> 28	> 37

Qualitative Wertung der Bodenschichten

In nachfolgender Tabelle 5 werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme qualitativ beurteilt.

TABELLE 5: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN

Bewertungskriterien	Oberböden / Auffüllungen Schluffe	Decklagen Schluffe	Würmeiszeitliche Schotter Kiese/Sande	Tertiäre Sedi- mente Tone
Homogenbereich	O 1	B1	B2	B3
Tragfähigkeit	gering	gering – mittel	mittel – groß	mittel
Kompressibilität	groß	groß	gering – mittel	mittel
Standfestigkeit	gering	gering – mittel	gering	gut
Wasserempfindlichkeit	groß	groß	gering – mittel	mittel
Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTV E-StB 09	groß F3	groß F3	nicht – mittel F1 – F2	groß F3
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	gering – mittel	mittel – groß	mittel – groß	gering
Wasserdurchlässigkeit	mittel	gering – mittel	mittel – groß	gering
Rammpbarkeit	leicht	leicht – mittel	mittel – schwer ¹⁾	mittel – schwer ¹⁾
Lösbarkeit	leicht	mittelschwer	mittel – schwer ²⁾	mittel – schwer ²⁾
Wiedereinbaufähigkeit	nicht geeignet	nicht– mäßig geeignet ³⁾	mäßig – gut geeignet	mäßig geeignet

¹⁾ bei Grobeinlagerungen bzw. verfestigten Abschnitten werden massive Einbringhilfen (z. B. Vorbohrungen) vor allem in den halbfesten Tonen erforderlich

²⁾ bei Grobeinlagerungen bzw. in verfestigten Abschnitten können schwer lösbare Böden bzw. leicht bis schwer lösbarer Fels maßgebend werden

³⁾ unter setzungsempfindlichen, befestigten Flächen wäre eine Bodenverbesserung mittels Kalk-Zement-Gemisch als Bindemittel erforderlich

3.3 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungen wurde der geschlossene Grundwasserspiegel in einer Tiefe von 0,74 m unter GOK bis 1,80 m unter GOK (= 334,67 m NN bis 334,29 m NN) innerhalb der schluffigen Decklagen sowie der würmeiszeitlichen Kiese erkundet. Der Grundwasserflurabstand ist somit sehr gering. Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die hier behandelte Baumaßnahme in Ganacker in keinem Hochwassergefährdungsgebiet, jedoch in einem wassersensiblen Bereich. Ein Anstieg des Grundwasserspiegels bis zur Geländeoberkante im Hochwasserfall ist somit sehr wahrscheinlich.

Hydrogeologisch ist davon auszugehen, dass dieser Grundwasserhorizont eng mit den Wasserständen der Isar verknüpft ist und somit eine Grundwasserfließrichtung nach Ost bis Südost vorliegt. Die Kiese erweisen sich als gut wasserdurchlässig. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters beträgt im Normalwasserstand 3,5 m (vgl. B 5) bis mehr als 5,0 m (vgl. B 2). Darunter folgt der sog. Grundwasserstauer, der hier von den gering wasserdurchlässigen, tertiären Tonen gebildet wird. Insgesamt liegt somit ein ergiebiger Grundwasserkörper vor.

Im Online-Portal NID (Niedrigwasser-Informationsdienst) des Bayerischen Landesamts für Umwelt können tagesaktuelle Daten zu einer naheliegenden Grundwassermessstelle abgerufen und Auswertungen der Grundwasserganglinie eingesehen werden. Die am nächsten gelegene Messstelle Landau Q 6 bestätigt einen mittleren Grundwasserstand von 334,58 m NN bei einer Geländehöhe von 338,48 m NN. Die Messstelle liegt ca. 3,7 km entfernt vom geplanten Erschließungsgebiet in Landau an der Isar.

Der höchste je gemessene Grundwasserstand seit 2011 an der Messstelle Landau Q 6 beträgt 335,04 m NN, der niedrigste Wasserstand beträgt 334,44 m NN. Es ist demnach davon auszugehen, dass sich der Wasserstand zum Zeitpunkt unserer Messung im Normalbereich befand. Der Bemessungswasserstand für das Neubaugebiet Ganacker wird demnach unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages mit 335,5 m NN angegeben.

4. Bodenmechanische Kennwerte

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung ange-
troffenen Bodenschichten näher beschrieben und beurteilt. Im Folgenden werden die
für den Erdbau notwendigen Bodenklassen und die für erdstatische Berechnungen
erforderlichen Bodenparameter angegeben.

In der nachfolgend dargestellten Tabelle 6 werden die wichtigsten Bodenkennwerte
und erdbautechnischen Größen zusammengestellt. Sofern in der Tabelle Schwan-
kungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwerten gerechnet werden.
In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert
in der Berechnung angesetzt werden.

Nach DIN 18196 sind die Bodenarten für bautechnische Zwecke in Gruppen mit annä-
hernd gleichem stofflichen Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften
zusammengefasst. Dabei kann je nach Wassergehalt und Lagerungsdichte innerhalb
einer Klassifikationsgruppe die jeweilige Beschaffenheit sehr unterschiedlich sein.

Nach DIN 18300 (alt) werden die Boden- und Felsarten entsprechend ihrem Zustand
beim Lösen klassifiziert. Dabei erfolgt die Klassifizierung unabhängig von maschinen-
technischen Leistungswerten allein nach boden- bzw. felsmechanischen Merkmalen.

Nach DIN 18301 (alt) werden Böden und Fels aufgrund ihrer Eigenschaften für Bohr-
arbeiten eingestuft.

TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Wichte, erdfeucht	Wichte, unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion, dräniert	Kohäsion, undräniert	Steifemodul	Bodenklasse (DIN 18300)	Boden- und Felsklassen (DIN 18301)	Wasserdurchlässigkeit
		cal γ	cal γ'	cal ϕ	cal c'	cal c_u	cal E_s	-		k_f
		[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	-		[m/s]
Oberböden / Auffül- lungen – Schluffe	OU / OH weich – steif	15,0-17,0	5,0-7,0	15	0	15-25	1-3	1	BO1	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁹
Decklagen – Schluffe	UL / TL weich – steif	17,5-19,0	7,5-9,0	22,5- 27,5	2-5	10-25	5-10	4	BB2	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁹
Würmeiszeitliche Schotter – Kiese / Sande	GW / GI / GU / SW / SU locker – dicht	19,0-22,0	10,0- 13,0	30,0- 35,0	/	/	30-60	3/5	BN1	10 ⁻³ -10 ⁻⁶
Tertiäre Sedimente – Tone	UM / TM / TA steif – halbfest	19,0-21,0	9,0- 11,0	20,0- 25,0	10-25	20-50	10-20	5	BB3	10 ⁻⁸ -10 ⁻¹⁰

**TABELLE 7: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH
HOMOGENBEREICHEN**

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Korngrößenverteilung Steine $\varnothing > 63,0$ mm	Kies Korn 2,0 – 63,0 mm	Sand Korn 0,063 mm – 2,0 mm	Feinkorn und Feinstes $\varnothing \leq 0,063$ mm	Dichte, erdfeucht	Scherfestigkeit, undrännert	Wassergehalt	Plastizitätszahl	Konsistenzzahl	Organischer Anteil
							cal c_u	w	I _p	I _c	
		%	%	%	%	[t/m ³]	[kN/m ²]	%	--	--	%
Homogenbereich O1 (Mutterboden)	OU / OH weich - steif	--	0-30	0-30	40-100	1,5-1,7	15-25	25-50	0,00-0,50	0,50-1,00	>30
Homogenbereich B1 (Schluffe der Decklagen)	UL / TL weich - steif	--	5-20	10-45	40-80	1,7-1,9	10-25	10-30	0,00-0,50	0,75-1,25	0-5
Homogenbereich B2 (Kiese / Sande der Würmeiszeit)	GW / GI / GU SW / SU locker – dicht	0-15	30-80	15-50	0-15	1,9-2,2	--	1-15	--	--	0-1
Homogenbereich B3 (Tone des Tertiärs)	UM / TM / TA steif – halbfest	--	0-10	0-25	75-100	1,9-2,1	20-100	10-30	0,00-0,50	0,75-1,25	0-3

Die in der Tabelle angegebenen Bodenkenngrößen (Rechenwerte) beruhen auf den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU), sowie den Empfehlungen der ZTVE-StB 94/97, den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1.

Die o. g. Rechenmittelwerte basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Die Parameter gelten dabei für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen und/oder bei Aufweichungen, z. B. im Zuge der Baumaßnahme, können sich diese Parameter deutlich reduzieren. Bei Berechnungen ist bezüglich der Schichteinteilung auf die nächstliegende Bohrung Bezug zu nehmen.

Die angegebenen Wasserdurchlässigkeiten sind als Anhaltswerte für die Wasserentnahme anzusehen und können stärkeren Schwankungen (\pm) unterliegen. In Abschnitt 5.4 wird auf die maßgebenden Werte bezüglich der Versickerung von Wasser in den Untergrund eingegangen.

5. Bauausführung / Gründung

5.1 Allgemeines

Im Rahmen der vorliegenden Baugrundgutachtens zur Erschließung des Baugebiets in Ganacker in der Gemeinde Pilsting werden nachfolgend geotechnische und hydrogeologische Angaben zum Kanal- und Straßenbau sowie zu Versickerungsmöglichkeiten im anstehenden Untergrund und den erdbautechnischen Anforderungen für die Errichtung des Lärmschutzwalls zusammengestellt. Dabei wurde in unserer Bewertung bereits die geplante Geländeerhöhung von ca. 1,0 m berücksichtigt, die bei diesen naturräumlichen Verhältnissen aus geotechnischer Sicht als sehr sinnvoll zu bewerten ist.

5.2 Kanalbau

5.2.1 Allgemeines

Angaben über die Gründungstiefe von Kanälen liegen derzeit nicht vor. Es wird deshalb angenommen, dass Kanäle im üblichen Tiefenbereich von etwa 1,5 m – 3,5 m unter Geländeoberkante verlegt werden. Aufgrund des geringen Grundwasserflurabstandes wird dazu geraten, die Verlegetiefen so gering wie möglich einzuplanen.

Im Gründungsbereich der Kanäle stehen somit überwiegend die Kiese der quartären Schotter in lockerer bis mitteldichter Lagerung an. Je nach Verlegetiefe sind in Teilbereichen des Neubaugebiets auf Gründungssohle auch noch die Decklagen in Form schwach tonigen bis tonigen und feinsandigen Schluffen mit zumeist steifer Zustandsform zu erwarten.

Ein geschlossener Grundwasserspiegel wurde in einer Tiefe zwischen 0,74 m bis 1,80 m unter Geländeoberkante (= 334,64 m NN – 334,29 m NN) festgestellt. Insgesamt ist auf diesem Gelände mit Grundwasserschwankungen und einem Anstieg des Grundwasserspiegels im Hochwasserfall bis GOK zu erwarten.

Bezüglich Einbau und Prüfung der Kanäle wird auf die ATV-DVWK-A 139 verwiesen.

Nachfolgend werden die erforderlichen Angaben für den Kanalbau zusammengestellt.

5.2.2 Baugruben / Verbau

Bei den erforderlichen Aushubtiefen zur Verlegung der Kanäle von ca. 1,5 m – 3,5 m unter Geländeoberkante ist die Ausführung von offenen, geböschten Baugruben (Böschungswinkel nach DIN 4124 $\leq 60^\circ$ in den Schluffen \geq steifer Konsistenz; Böschungswinkel $\leq 45^\circ$ nach DIN 4124 in den Kiesen und Sanden sowie der weichen Schluffe) zur Verlegung der Kanäle über dem Grundwasser theoretisch denkbar, je-

doch aufgrund der zu erwartenden, großen Aushubmengen vermutlich nicht wirtschaftlich. Auch sind in diesem Zusammenhang die unter Wassereinfluss stark fließempfindlichen Sande und Schluffe zu beachten. Aus diesen Gründen empfehlen wir generell, einen im Kanalbau üblichen Stahlplattenverbau zur Verlegung der Kanäle einzusetzen. Hier empfiehlt sich ggf. die Verwendung eines gegenüber einem üblichen Stahlplattenverbau dichteren Gleitschienenverbaus.

Die Verbauelemente und Aussteifungen sind dabei statisch ausreichend zu dimensionieren. Der Verbau ist kraftschlüssig abzuteufen und schrittweise mit der Verfüllung wieder rückzubauen. Der Aushub darf der Graben- bzw. Baugrubensicherung nur in einem dem Untergrund angemessenen Abstand von ca. 0,2 m, bei Grund- und Schichtwasserzutritten auch weniger, vorausseilen.

Voraussetzung für den Einsatz eines Stahlplattenverbaus ist weiterhin ein ausreichender Abstand zu evtl. bestehender Bebauung. Zwischen Grabensohle und Außenkante der Gründungssohle bestehender Bauwerke bzw. Bauteile darf dabei der Winkel zur Horizontalen maximal 45° (horizontaler Abstand \geq Aushubtiefe bei oberflächlich gegründeten Bauteilen / Bauwerken) betragen, um mögliche Verformungen und damit einhergehende Setzungen zu minimieren. Gleiches gilt für bestehende Kanäle oder sonstige Sparten.

Ist ein ausreichender Abstand nicht gegeben und ein Abrücken der Kanaltrasse von unweit angrenzenden Bauteilen nicht möglich, wären Zusatzmaßnahmen (z.B. Unterfangungen von Bauwerken) und/oder Auflagen hinsichtlich des Vorgehens bei der Kanalverlegung (z. B. Vorgehen in kurzen Abschnitten) notwendig. Dabei ist in kritischen Abschnitten das genaue Vorgehen vor Ort mit der Baufirma, dem Planer und dem Gutachter festzulegen. Da es sich vorliegend um ein Neubaugebiet handelt, ist hier die geschilderte Problematik aber voraussichtlich nicht oder nur an den Randbereichen relevant.

Sofern die Kanalverlegung vor der geplanten Geländeerhöhung ausgeführt wird und die zusätzlichen Aushubtiefen maximal 1,0 m betragen bzw. über dem Grundwasserspiegel liegen, kann unter Umständen in diesen Abschnitten komplett auf einen Verbau verzichtet werden. Das Vorgehen ist im Zuge der Ausführungsplanung genauer festzulegen und mit dem zuständigen Geotechniker zu besprechen.

5.2.3 Wasserhaltung

Im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten wurde im Bereich des zu erschließenden Neubaugebiets in allen Bohrungen zwischen 0,74 m und 1,80 m unter Geländeoberkante ein geschlossener Grundwasserspiegel erkundet. Zudem sind Grundwasserschwankungen und ein Anstieg des Grundwasserspiegels im Hochwasserfall bis GOK auf diesem Gelände zu erwarten.

In den Bereichen, in denen die Aushubsohle des Kanalgrabens über dem Grundwasserspiegel in den quartären Schottern liegt, ist die Versickerung von anfallendem Schicht- und Oberflächenwasser in den überwiegend gut durchlässigen, gering feinkornhaltigen, quartären Kiesen über die Aushubsohle in der Regel gut möglich.

Stehen auf Höhe der Aushubsohle jedoch stärker feinkornhaltige Kiese oder schluffige Decklagen an und / oder bindet der Kanal unter den Grundwasserspiegel ein, empfehlen wir den Einbau einer Filterkieslage ($d \geq 0,30$ m) aus feinkornarmen Kies oder vergleichbarem Material in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK 3) sowie die Anordnung von Pumpensämpfen mit Schmutzwasserpumpen nach Bedarf. Bei Erfordernis sind zusätzlich ausgefilterte Drainageleitungen einzubauen, die den Pumpensämpfen bzw. -schächten zuzuführen sind.

Bindet der Kanal unter den Grundwasserspiegel ein und stehen im Gründungsbereich die erkundeten, quartären Kiese an (was überwiegend zu erwarten ist), ist eine offene Wasserhaltung (Pumpensämpfe und ggf. Längsdränagen bei Bedarf) in den anstehenden, gut wasserdurchlässigen Kiesen vorzusehen. Allerdings ist zu beachten, dass bei einer Einbindung unter den Grundwasserspiegel bereits bei einer vergleichsweise geringen Grundwasserabsenkung von relativ hohen, zu fördernden Wassermengen auszugehen ist, da die Kiese eine hohe Wasserdurchlässigkeit aufweisen. So gehen wir davon aus, dass bei Haltungslängen von z. B. 30 m und einer erforderlichen Absenkung des Grundwasserspiegels von 1,0 m bis 2,0 m in den quartären Kiesen Wassermengen in einer Größenordnung von 10 – 30 l/s anfallen können. Bei noch tieferer Einbindung (was sich aus den vorliegenden Informationen in Verbindung mit den erkundeten Grundwasserständen allerdings aktuell nicht ableiten lässt) oder höheren Grundwasserständen, wären noch größere Wassermengen zu fördern, so dass dann möglicherweise eine offene Wasserhaltung als problematisch einzustufen wäre. Es wäre dann zu empfehlen, auf Grundlage der letztendlich erforderlichen Verlegetiefen der Kanäle hier nochmals das Wasserhaltungskonzept im Kontext mit den Verbaugegebenheiten zu prüfen. Beispielsweise könnte es bei einer relevanten Einbindung unterhalb des Grundwasserspiegels erforderlich werden, die Kanäle im Schutze eines Gleitschienen- oder Spundwandverbaus zu verlegen. Eine höhere Leistungsfähigkeit einer offenen Wasserhaltung wäre jedoch beispielsweise auch dann zu erzielen, wenn die offene Wasserhaltung dann nicht mehr in den anstehenden Kiesen ausgeführt wird, sondern eine Filterkieslage ($d \geq 0,3$ m) unter Verwendung von Dränkiesmaterialien (z.B.: Körnung 8/16 mm) in geotextiler Umhüllung verwendet wird. Unter wirtschaftlichen Aspekten wäre zu empfehlen, die weiteren Planungen zur Kanalverlegung so auszuführen, dass möglichst eine Einbindung in den erkundeten Grundwasserspiegel nicht erforderlich ist oder zumindest, soweit wie möglich, minimiert wird.

Da sich die Wasserhaltungsanlagen gegenseitig beeinflussen und auch die Wasserdurchlässigkeiten der Böden starken Schwankungen unterliegen, sind die genannten Wassermengen nur als Anhaltswerte zu verstehen; hier sind durchaus auch große Schwankungen (nach oben und unten) nicht auszuschließen. Es wird deshalb empfohlen, die Wassermengen gestaffelt auszuschreiben und nach tatsächlichem Aufwand zu vergüten. Die bauzeitliche Wasserhaltung ist vorab mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Als Alternative zur evtl. sehr aufwendigen Wasserhaltung wäre auch eine Unterwasseranverlegung des Kanals und eine Rückverfüllung mit Flüssigboden denkbar. Die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens sollte nach Vorlage der Kanalplanung überprüft werden. Bei Bedarf können hierfür noch nähere Informationen bereit gestellt werden.

5.2.4 Gründung

Nach den Aufschlüssen ist davon auszugehen, dass im Gründungsbereich entweder bereits die quartären Schotter in mitteldichter Lagerung oder noch die schluffigen Decklagen in zumeist steifer Konsistenz anstehen.

Die Gründung der Kanäle bzw. der statisch erforderlichen Rohauflager kann in den Kiesen, den Sanden und \geq steifen Schluffen der Decklagen auf der für die Wasserhaltung notwendigen, ≥ 30 cm mächtigen Entwässerungsschicht erfolgen. Die Kies-tragschicht muss ausreichend verdichtet bzw. nachverdichtet ($D_{Pr} \geq 100 \%$) in geotexti-ler Umhüllung (Vlies GRK 3) eingebaut werden. In den Abschnitten ohne Wasserhal-tungsmaßnahmen, d. h. in den Kiesen mit wenig Feinkornanteilen genügt es, die Aus-hubsohlen sorgfältig mit möglichst schwerem Gerät nachzuverdichten ($D_{Pr} \geq 100 \%$).

Sollten im Gründungsbereich bindige bzw. gemischtkörnige Böden \leq weicher Konsi-tenz anstehen, sind diese auf die Verbaubreite komplett auch tiefer auszutauschen und durch gut verdichtbares Kies-Sand-Material (Feinkornanteil ≤ 10 M.-%) bei ausrei-chender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100 \%$) und einem lagenweisen Einbau (Lagenstärke $\leq 0,3$ m) zu ersetzen. Eine geotextile Umhüllung dieses Austauschmaterials wird dann eben-falls erforderlich. Dies gilt auch für den Fall, dass die Gründungssohle, z. B. durch Oberflächenwasser, stärker aufgeweicht wird.

Die Rohrbettung und die Auffüllung der Bettungszone sollte aufgrund des Grundwas-sereinflusses nicht mit Leitungssand der Körnung 0/2 mm ausgeführt werden. Hierfür ist wasserunempfindliches Material, z. B. Rollkies oder Split der Körnung 4/8 mm, zu verwenden.

Bei Gründung in beschriebener Weise sind innerhalb der Kiese und Sande nur be-grenzte Setzungen von $\leq 0,5$ cm für die Kanalrohre zu erwarten.

Bei der Alternative Flüssigboden könnte auf den Einbau der Entwässerungsschicht / des statischen Rohrauflagers verzichtet werden. Der Aushub würde unter Wasser bis ca. 30 cm unter Rohrsohle erfolgen und durch Flüssigboden ersetzt werden. Anschlie-ßend erfolgt die Verlegung der Kanalrohre inklusive Auftriebssicherung, ehe zuletzt die Rückverfüllung auf die komplette Verbaubreite mit Flüssigboden bis über den Grund-wasserspiegel erfolgt. Das verdrängte und aufsteigende Wasser ist dabei kontrolliert abzuleiten.

5.2.5 Sonstige Hinweise zur Kanalerstellung

Rohrstatik / Bauwerksstatik / Auftriebssicherheit / Verbaustatik

Zur Ermittlung der Erddrücke auf Verbauten und Bauwerke und für sonstige statische Berechnungen sind die in Abschnitt 4 angegebenen Bodenparameter heranzuziehen. Die dort gemachten, weiteren Angaben sind zu beachten. Bezüglich der Untergrund-schichtung ist dabei auf das jeweils nächstliegende Profil Bezug zu nehmen oder ist das ungünstigste Profil vereinfachend zu berücksichtigen.

Filterkiessschichten

Für Filterkiessschichten, welche zur Wasserableitung oder für Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden, wird vorliegend die Verwendung von hohlraumreichem Frostschutzkies mit geringem Sandanteil (Feinkornanteil < 5 M.-%, Sandanteil < 15 M.-%) in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK 3) empfohlen. Auch Kies der Körnung 8/16 mm kann bei der Verwendung von geeigneten, geotextilen Trennlagen eingesetzt werden. Für sonstige Bodenaustauschmaßnahmen (ohne Wasserhaltungserfordernis) kann auch Wandkies (Feinkornanteil < 10 M.-%) Verwendung finden.

Graben- und Arbeitsraumverfüllung

Stärker schluffige, quartäre Kiese sowie Sande und bindige Decklagenböden sind für eine Rückverfüllung der Kanalgräben wenig geeignet; nur bei \geq steifer Konsistenz ist ein lagenweiser, ausreichend verdichteter Wiedereinbau (geringe Lagenstärken) mit geeignetem Verdichtungsgerät gut denkbar. Nach dem Aushub der Schluffe und Sande wird eine geschützte Zwischenlagerung der Materialien erforderlich, um stärkere Vernässungen zu vermeiden. Bei einem Einbau unter befestigten Flächen bzw. setzungs- und rutschungsempfindlichen Bauwerken wird generell eine Bodenverbesserung mit Mischbindemittel empfohlen, um die erforderlichen Verdichtungswerte ($D_{Pr} \geq 97\%$ oder $D_{Pr} \geq 100\%$) in diesen Bereichen (z. B. unter Straße oder Lärmschutzwall) zu erreichen. Hierfür wäre eine Eignungsprüfung vor dem Einbau zu empfehlen.

Die quartären Kiese und Sande mit jeweils begrenztem Feinkornanteil (< 15 M.-%) können für die Rückverfüllung bei geeignetem Wassergehalt hingegen relativ gut und ohne Zusatzmaßnahmen verwendet werden.

Als Rückverfüllmaterial (Fremdmaterial) können generell feinkornarme Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GW / GE / GI / SW / SI / GU / SU nach DIN 18196 oder Flüssigboden eingesetzt werden.

Die Grabenrückverfüllung muss lagenweise bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 97\%$ bzw. 100 %) erfolgen. Wir halten es für erforderlich, hier im Rahmen der Rückverfüllarbeiten Dichteprüfungen in einem Überwachungsumfang gemäß den Vorgaben der ZTV E-StB 09 durchzuführen, um auch im Falle von nicht ausreichenden Ergebnissen bei der Verdichtung entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Unterhalb von Straßenoberbauten bzw. auf dem Planum sind die Qualitätsanforderungen gemäß ZTV E-StB 09, z.B. mittels Lastplattendruckversuchen, nachzuweisen.

Im Weiteren sind neben der ZTV E-StB 09 (u.a. Tabelle 2) die „Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen der ZTVA-StB 89“ und ist das „Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke“ der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten.

5.3 Straßenbau

5.3.1 Allgemeines

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens werden für die hier geplanten Erschließungsstraßen die erforderlichen, geotechnischen Angaben zur Bauausführung zusammengestellt. Es erfolgen Angaben zum Straßenaufbau und zur Tragfähigkeit des Planums für die Erschließungsstraßen im betrachteten Erschließungsgebiet.

Es wird hierbei davon ausgegangen, dass die Erschließungsstraßen ca. 1,0 m über das bestehende Gelände angehoben werden und somit eine geringfügige Lasterhöhung auf die anstehenden Böden resultiert. Insgesamt muss daher in Bereichen mit etwas mächtigeren Schluffschichten mit Konsolidierungsvorgängen gerechnet werden. Diese Setzungsvorgänge im Bereich von ca. 2 cm - 4 cm werden relativ schnell nach Erstellung der Auflast einsetzen und innerhalb von 2 bis 3 Monaten abgeklungen sein.

5.3.2 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurden im Bereich des zukünftigen Planums der Erschließungsstraßen unter den bis zu 0,70 m starken Oberböden, die komplett unter den Straßenaufbauten zu entfernen sind, tonige und feinsandige Schluffe der Decklagen erkundet. Diese sind der Frostepfindlichkeitsklasse F3 nach ZTV E-StB 09 zuzuordnen. Aufgrund der geplanten Anhebung der Straßengradiente über das Bestands- und Gelände wird aber bereits der Unterbau bis OK Erdplanum aus sandig-kiesigen Auffüllmaterial erstellt werden. Demnach kann in diesem Fall (gilt nicht bei geländegleicher Gradiente ohne Bodenaustausch) dem anstehenden Untergrund die Frostepfindlichkeitsklasse F2 nach ZTV E-StB 09 zugeordnet werden.

Das hier zu begutachtende Baugebiet liegt gemäß der Karte Frosteinwirkungszonen der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone II. Es ist somit ein Zuschlag von 5 cm zu berücksichtigen.

Für die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus sind deshalb die in nachfolgender Tabelle 7 zusammengestellten Werte, die nach RStO 12 festgelegt wurden, zu berücksichtigen.

TABELLE 8: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRAßENAUFBAUS NACH RSTO 12

Frostepfindlichkeit des anstehenden Untergrundes (nach ZTV-E 09)	Ausgangswert für die Bestimmung der Dicke für die Belastungsklassen		Zuschlag auf Grund Frosteinwirkungszone II	Summe Mindestdicke frostsicherer Aufbau
Auffüllkies (F2) mit ≤ 10 M.-% Feinkornanteil	Bk 0,3	40 cm	+ 5 cm	45 cm
	Bk 1,0 bis BK 3,2	50 cm	+ 5 cm	55 cm
Schluffe (F3)	Bk 0,3	50 cm	+ 5 cm	55 cm
	Bk 1,0 bis BK 3,2	60 cm	+ 5 cm	65 cm

Wie Tabelle 7 zu entnehmen ist, ist für die Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Untergrundes F3 bei der Belastungsklasse Bk 1,0 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 65 cm nach RStO 12 maßgebend. Für die Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Untergrundes F2 im Fall einer Geländeerhöhung bzw. eines Bodenaustausches ist bei der Belastungsklasse Bk 1,0 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 55 cm nach RStO 12 zu berücksichtigen.

Erfolgt die Entwässerung der Fahrbahn und der Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen, können die o.g. Schichtdicken ggf. um 5 cm reduziert werden.

Für den Fall, dass auf Höhe des Erdplanums der Straßen im Bereich der Schluffe grundsätzlich eine mindestens 30 cm dicke Kiesschicht eingebracht wird (zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Planums und zur Geländeerhöhung), kann dies auch auf die Festlegung der Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrundes Einfluss haben. Bei entsprechenden kiesigen Böden (Feinkornanteil < 10 M.-% und damit als GU zu klassifizieren), wäre dann die Frostempfindlichkeitsklasse F2 durchgehend maßgebend.

Die endgültige Dimensionierung hat aber durch den Planer zu erfolgen.

Als frostsichere Tragschicht können z. B. Kiese bzw. Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GW und GI nach DIN 18196 (Feinkornanteil < 5 M.-%) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 nach ZTV E-StB 09 verwendet werden. Die weiteren Maßgaben (z. B. die maßgebenden Körnungsbänder) der ZTV SoB-StB 04 und der ZTVT-StB 09 sind ebenfalls hier zu beachten.

5.3.3 Tragfähigkeitsanforderungen an das Erdplanum und die Tragschicht des Oberbaus

Zusätzlich zur Mächtigkeit des erforderlichen frostsicheren Aufbaus ist im Hinblick auf Verformungen des Oberbaus die Tragfähigkeit des Untergrundes zu betrachten.

Gemäß der ZTV E-StB 09 ist auf dem Erdplanum der Straße ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Bei Durchführung einer qualifizierten Bodenverbesserung wäre in den genannten Böden ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ einzuhalten.

Stehen auf Höhe des Erdplanums noch die Schluffe der Decklagen an (nur im Falle eines geländegleichen Straßenbaus), wird ein zusätzlicher Bodenaustausch von $\geq 30 \text{ cm}$ auf einem Vlies der Geotextilrobustheitsklasse IV erforderlich. Für Bodenaustauschmaterial kann z. B. Kies-Sand der Gruppe GW / GI / GU nach DIN 18196 herangezogen werden.

Alternativ wird in den schluffigen Abschnitten eine Bodenverbesserung durch Einfräsen von Kalk bzw. Kalk-Zement-Binder zumindest in genannter Stärke notwendig, um die geforderten Werte zu erreichen. Die erforderliche Verbesserungsstärke ist in situ in Testfeldern differenziert festzulegen. Die notwendige Austauschstärke sollte in situ zu Beginn der Bauarbeiten durch entsprechende Lastplattendruckversuche ermittelt wer-

den. Es wird darauf hingewiesen, dass bei ungünstigen Grundwasser- und Witterungsbedingungen die Befahrung dieser Decklagen unter Umständen nicht möglich ist.

Erforderliche Zugabemengen bei einer Bodenverbesserung mit Bindemitteln sind in Eignungsuntersuchungen festzulegen. Überschlägig kann von Bindemittelzugaben in einer Größenordnung von etwa 2,0 – 3,0 % (z. B. im Rahmen der Ausschreibung) ausgegangen werden.

Nach unseren Erkenntnissen ist ohnehin eine Anhebung der Straßengradiente um ca. 1,0 m über das Bestandsgelände vorgesehen, was sich in diesem Fall wiederum als geotechnisch sinnvoll erweist. Nach dem Abtrag des Oberbodens kann somit Auffüllkies in einer Mächtigkeit von mindestens 60 cm bis zu OK Erdplanum aufgebaut werden, womit die erforderliche Tragfähigkeit des Untergrundes in der Regel erreicht wird.

Insgesamt ist bei der Ausführung darauf zu achten, die Schluffe nicht durch dynamische Lasteinwirkung zu beanspruchen. Eine direkte Befahrung ist somit unbedingt zu vermeiden. Dies führt zur Aufweichung der Bodenschicht und kann den vollständigen Verlust der Tragfähigkeit zur Folge haben. Daher hat der Bodenabtrag im einem rückwärtsschreitenden Ausbauverfahren und der Einbau der untersten Schüttlage (ca. 35 cm) im Vor-Kopf-Verfahren zu erfolgen. Sofern die Schluffe witterungsbedingt stark durchfeuchtet sind, wird vorgeschlagen, als unterste Lage gebrochenes Schrottenmaterial, z. B. Körnung 50/150, einzubauen und bestmöglich statisch in anstehenden Boden einzudrücken (keine Vibrationsverdichtung).

5.3.4 Verdichtungsanforderungen an Bodenaustausch und Frostschutzschicht

Das genannte Bodenaustauschmaterial zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Erdplanums (Untergrund) soll einen Feinkornanteil von ≤ 10 M.-% aufweisen und ist zumindest mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % in Lagenstärken von maximal 35 cm (je nach Verdichtungsgerät) einzubauen (nach ZTV E-StB 09). Auf OK Erdplanum (UK Frostschutzschicht) ist, wie auch zuvor beschrieben, ein E_{v2} -Wert von ≥ 45 MN/m² nachzuweisen.

Nach Einbau der Tragschicht des Oberbaus und den anschließenden Verdichtungsmaßnahmen auf der Frostschutzschicht bzw. der Schotter- oder Kiestragschicht muss unterhalb der Asphaltdecke ein ausreichender Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120$ MN/m² nachgewiesen werden. Zusätzlich ist dabei ein Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ einzuhalten. Wenn der E_{v1} -Wert bereits 60 % des vorgenannten E_{v2} -Wertes erreicht, sind auch höhere Verhältniswerte E_{v2}/E_{v1} zulässig. Dies ist anhand statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen. Bezüglich dem Umfang der Eigenüberwachung und den Verdichtungsanforderungen wird auf die ZTVE-StB 09 verwiesen.

5.4 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes / Versickerung von Oberflächenwasser

Für eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigte Oberflächenwässer aus Dachflächen etc. sind die hier im Oberen angetroffenen bindigen Decklagen, welche teilweise bis 2,20 m unter GOK vorliegen, gering wasserdurchlässig und für Versickerungszwecke entsprechend nicht geeignet (k_f -Werte $< 1 \cdot 10^{-7}$ m/s). Die darunter anstehenden Kiese und Sande der quartären Schotter sind dagegen wasserdurchlässiger und eignen sich zur Versickerung von Niederschlags- und Oberflächenwasser.

Die aus Kornverteilungskurven für eine Grundwasserentnahme ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte für die quartären Kiese liegen im Bereich von $k_f = 2,2 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $k_f = 3,1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Für die aus den Kornverteilungskurven abgeleiteten k_f -Werte entspricht grundsätzlich der einer Wasserentnahme aus dem Untergrund. Gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138, Anhang B, Tabelle B.1, ist bei Ermittlung des k_f -Wertes durch Sieblinienauswertung, wie vorliegend erfolgt, ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen, um den Bemessungs- k_f -Wert festzulegen. Unter Berücksichtigung dieses Korrekturfaktors liegt der Bemessungs- k_f -Wert in den quartären Kiesen bei $k_f = 4,4 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Gemäß dem genannten Arbeitsblatt sind Versickerungen in Lockergesteinen mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s möglich. Die vorliegend angegebenen, für die Bemessung maßgeblichen k_f -Wert für die quartären Kiese liegen im oberen Bereich dieser Spanne und weisen somit auf gute Versickerungsbedingungen hin.

Um eine ausreichende Reinigungsleistung zu gewährleisten, fordert das genannte Arbeitsblatt eine Mächtigkeit des Sickerraums über dem mittleren höchsten Grundwasserstand von mindestens einem Meter. Bei einer Dimensionierung der Versickerung nach Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ sind die entsprechenden Grundwasserstände zu berücksichtigen. Diese Grundwasserstände sind bei der zuständigen Fachbehörde einzuholen. Es ist nach derzeitigen Erkenntnissen aber nicht davon auszugehen, dass dieser Grundwasserflurabstand im Hochwasserfall eingehalten werden kann, sofern die Versickerungsanlagen geländegleich mit den aktuellen Bestandshöhen ausgeführt werden. Das hier behandelte Erschließungsgebiet liegt weiterhin in einem wassersensiblen Bereich. Im Hochwasserfall kann es daher zu Einschränkungen bei der Versickerung kommen. Ebenfalls wird auf das Merkblatt DWA-M 153 „Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser“ hingewiesen.

Es ist besonders darauf zu achten, dass ein hydraulischer Anschluss an die besser durchlässigen quartären Kiese gegeben ist. Die Ausbildung der erforderlichen Versickerungsanlage ist mit den jeweiligen Genehmigungs- und Fachbehörden abzustimmen. Im Hinblick auf die Versickerung von anfallendem Niederschlags- und Oberflächenwasser wird daher eine Geländeerhöhung um mindestens 1,0 m dringend empfohlen, um die zur Reinigung erforderlichen Grundwasserflurabstände an diesem Standort erreichen zu können. Grundsätzlich werden hier sehr oberflächennahe Versickerungseinrichtungen, wie z. B. Mulden- oder Rinnensysteme zur Reinigung und Rückhaltung in Kombination mit Sickerschächten, empfohlen.

5.5 Angaben zum Lärmschutzwall mit Lärmschutzwand

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen ist auf der Ost- und Südseite ein Lärmschutzwall mit einer Höhe von 3,0 m und einer Böschungsneigung von 1:1,5 geplant. Auf die 2,0 m breiten Krone soll zusätzlich eine 3,0 m hohe Lärmschutzwand aufgesetzt werden. Die Gründung der Wand ist derzeit mit einem Köcherfundament vorgesehen.

Zumeist bestehen an einen Lärmschutzwall keine konkreten erdstatischen Anforderungen, da in der Regel auch Setzungen in höherem Maße tolerierbar sind. In diesem Fall ergeben sich anhand der Planung aber sehr konkrete Anforderungen an den Erdbau, um eine standsichere Ausführung der LS-Walls sowie der LS-Wand herzustellen.

Daraus ergibt sich, dass der LS-Wall nach Abtrag des Oberbodens zweckmäßigerweise durchgehend mit Auffüllkies (GU nach DIN 18196, Feinkornanteil ≤ 10 M.-%) geschüttet werden soll. Die Schüttung muss lagenweise ($d \leq 35$ cm) bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100$ %) und mit homogenem Material erfolgen. Der Eigenüberwachungsumfang gemäß den Vorgaben der ZTV E-StB 09 sollte gefordert werden. Dieser Aufbau erweist sich als gut tragfähig, in sich gering setzungsempfindlich sowie ausreichend standsicher hinsichtlich eines Böschungsbruch bei Böschungsneigungen von 1:1,5. In diesem Fall ist eine Gründung der LS-Wand mittels Köcherfundament mit ausreichender Einbindetiefe (Grundbruchberechnungen erforderlich) möglich.

Grundsätzlich wird aber dazu geraten, die LS-Wand erst nach einer ausreichenden Konsolidierungsphase (ca. 3 Monate) nach der Erstellung des LS-Walls zu errichten. Die zusätzliche Bodenauflast durch die 3,0 m hohe Schüttung führt zu Setzungsvorgängen innerhalb der schluffigen Deckschichten in einer Größenordnung bis zu 10 cm. Der gesamte Aushub der Deckschicht wird allerdings weder bautechnisch noch wirtschaftlich als sinnvoll erachtet, zumal die Setzungen ohnehin relativ zügig abgeschlossen sein dürften. Der zeitliche Setzungsverlauf kann mittels Setzungspegel beobachtet werden, womit letztlich festzustellen ist, wann die Setzungen abgeklungen sind. Die LS-Wand kann in der Folge ohne weiter zu erwartende Setzungen errichtet und die Dammkrone auf die Planhöhe ausgebildet werden.

Sofern die beschriebene Zeitschiene nicht zur Verfügung steht oder aber nur gering tragfähiges Material für den Bau des LS-Walles verwendet wird, muss eine Tiefgründung der LS-Wand bis in die gut tragfähigen quartären Kiese erfolgen. Hierfür ergeben sich dann Gründungstiefen von ca. 6,0 m und mehr je nach statischer Anforderung. Als Ausführungsvarianten wären Bohr- oder Rammpfähle geeignet. Eine näherer Betrachtung sowie erdstatische Berechnungen müssten dann im Einzelfall vorgenommen werden. Grundsätzlich gilt es bei dieser Ausführung aber dann zu beachten, dass der LS-Wall eine Konsolidierung erfahren wird, wohingegen die LS-Wand nahezu setzungsfrei gründet. Als Folge müsste der LS-Wall nochmals nachgearbeitet werden, um den im Laufe der Zeit zu erwartenden Schlitz zwischen LS-Wall und LS-Wand wieder zu schließen.

6. Schlussbemerkungen

Mit den durchgeführten Felduntersuchungen können naturgemäß nur punktuelle Aufschlüsse gewonnen werden. Des Weiteren sind gemäß DIN 4020 Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichproben zu bewerten. Für die dazwischenliegenden Bereiche lassen sich nur Wahrscheinlichkeitsaussagen machen.

Sollten sich im Zuge der Aushubarbeiten Abweichungen von den Annahmen dieses Berichtes oder sollten sich planungsbedingte Änderungen ergeben, so ist der Berichtverfasser unverzüglich zu informieren und über die weitere Gültigkeit der gemachten Angaben zu befragen. Nach DIN 1054:2008-10 ist somit spätestens nach dem Aushub der Baugrube von einem Sachverständigen für Geotechnik bzw. dem Berichtverfasser eine Sohlabnahme durchzuführen.


Im Einzelfall kann es durch eine Veränderung der natürlichen Randbedingungen zu einer Verbesserung oder Verschlechterung der Bodenverhältnisse kommen.

Sollten sich im Zuge der Aushubarbeiten Hinweise auf derartige Vorgänge zeigen, so raten wir, unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten dazu, den Verfasser des Berichtes hinzuzuziehen.

Unter günstigen Umständen können die Aufwendungen für empfohlene Verbesserungsmaßnahmen zumindest teilweise eingespart werden.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Osterhofen, den 18.05.2015


ppa. Tobias Kufner
Dipl.-Geoökologe (Univ.)


Susanne Ölhorn
B. Eng. Ressourcen- und
Umweltmanagement (FH)

Anlage 1



Lage des Untersuchungsgebietes

BBP WA in Ganacker

Baugrunduntersuchung-

Auftraggeber

Ingenieurbüro Willi
Schlecht

Bearbeitung

Susanne Ölhorn

Datum

18.05.2016

Maßstab

1:25.000

Kartenvorlage

TK Bayern Süd

Übersichtsplan



GeoPlan

Anlage

1

Seite

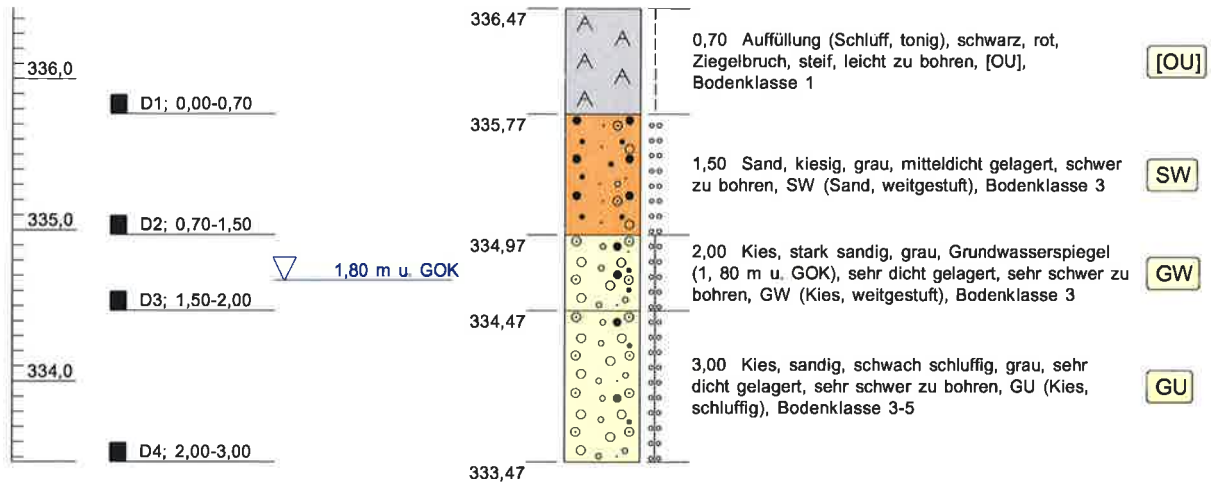
1

Anlage 2

B DPH... Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2 mit
Bezeichnung bis max. 5,90 m unter GOK

m u. GOK (336,47 m ü. NN)

B1

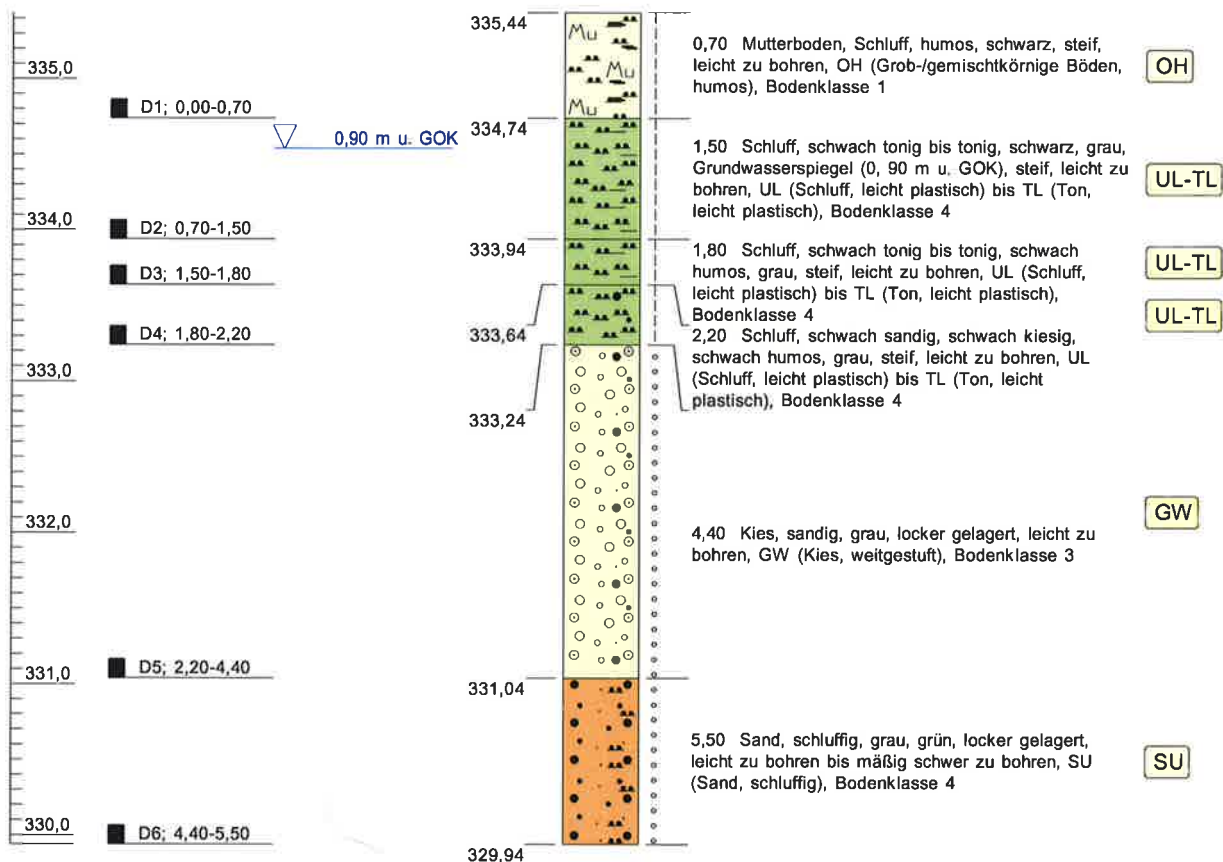


Höhenmaßstab: 1:50


Projekt: BBP WA in Ganacker		 GeoPlan
Bohrung: B1		
Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht	Rechtswert: 4550993	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5397249	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 336,47 m ü. NN	
Datum: 03.05.2016	Endtiefe: 3,00 m	

m u. GOK (335,44 m ü. NN)

B2

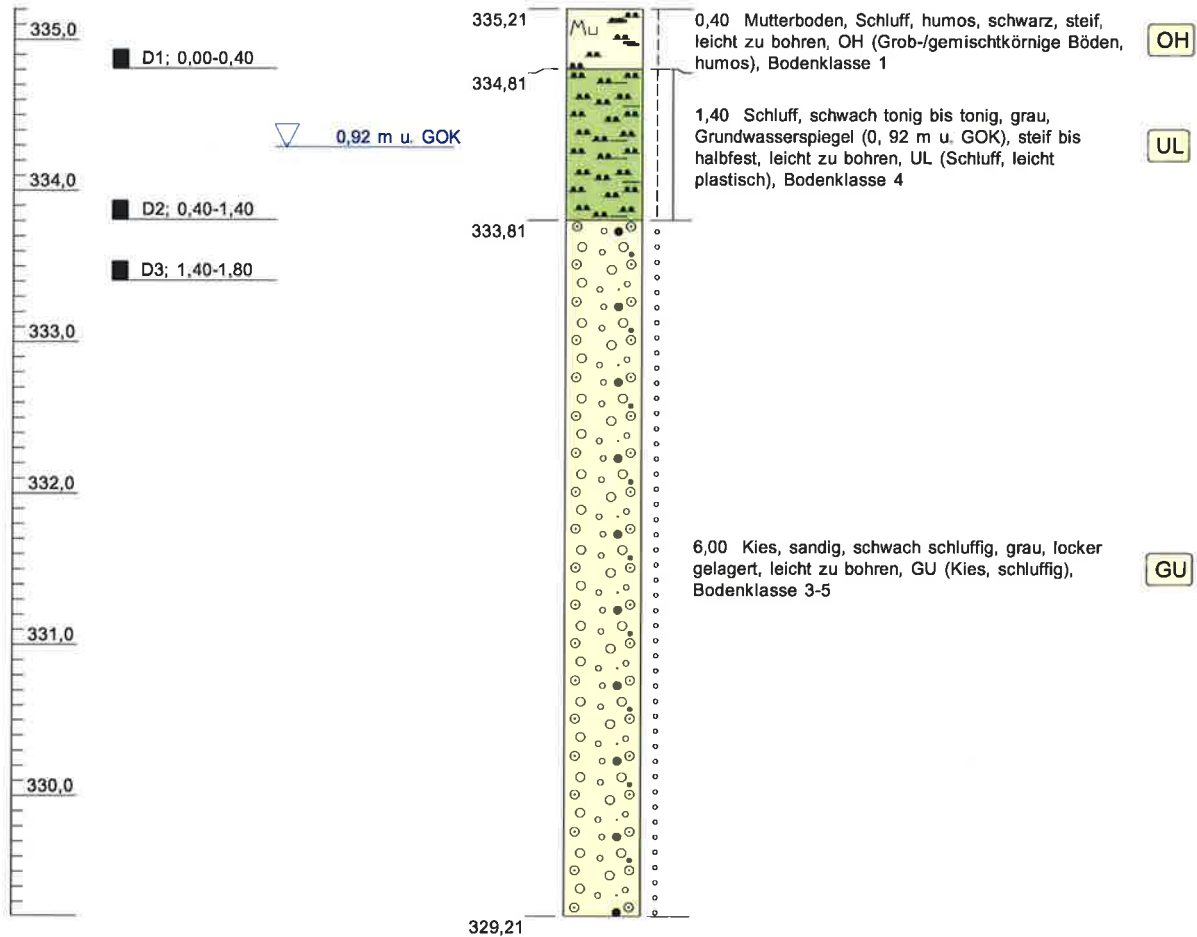


Höhenmaßstab: 1:50


Projekt: BBP WA in Ganacker		 GeoPlan
Bohrung: B2		
Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht	Rechtswert: 4551053	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5397251	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 335,44 m ü. NN	
Datum: 03.05.2016	Endtiefe: 5,50 m	

m u. GOK (335,21 m ü. NN)

B3

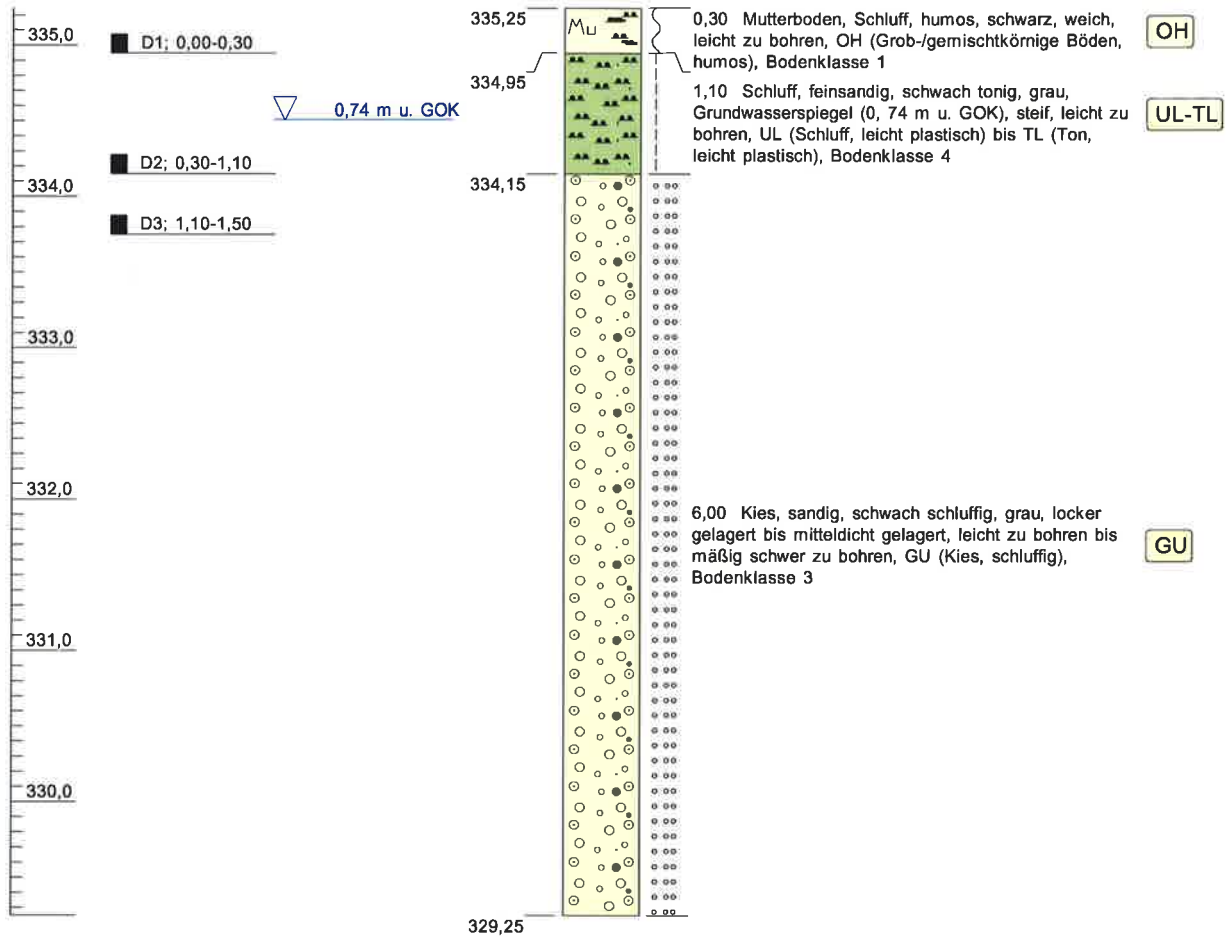


Höhenmaßstab: 1:50

Projekt: BBP WA in Ganacker		 GeoPlan
Bohrung: B3		
Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht	Rechtswert: 4551104	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5397131	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 335,21 m ü. NN	
Datum: 03.05.2016	Endtiefe: 6,00 m	

m u. GOK (335,25 m ü. NN)

B4



Höhenmaßstab: 1:50

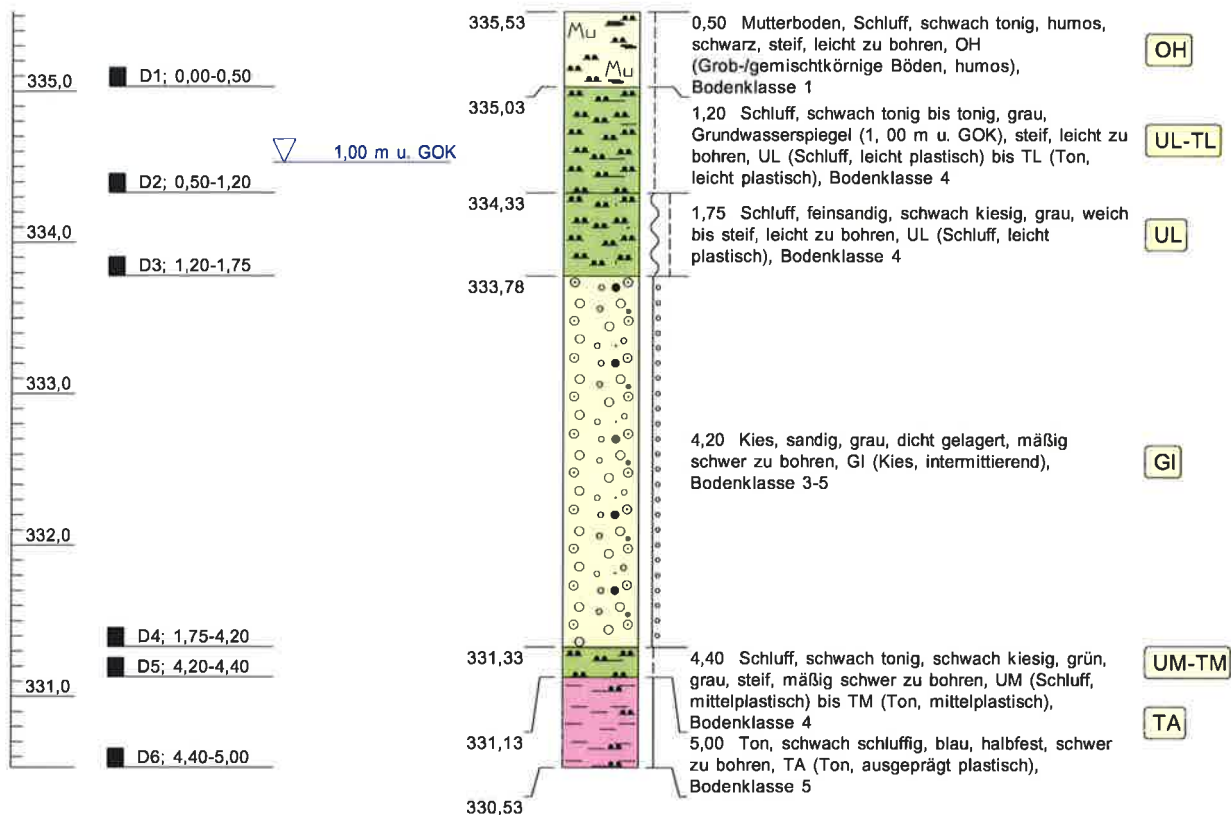
Projekt: BBP WA in Ganacker	
Bohrung: B4	
Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht	Rechtswert: 4551018
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5397134
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 335,25 m ü. NN
Datum: 03.05.2016	Endtiefe: 6,00 m



GeoPlan

m ü. GOK (335,53 m ü. NN)

B5



Höhenmaßstab: 1:50

Projekt: BBP WA in Ganacker

Bohrung: B5

Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Bearbeiter: T. Kufner

Datum: 03.05.2016

Rechtswert: 4551027

Hochwert: 5397192

Ansatzhöhe: 335,53 m ü. NN

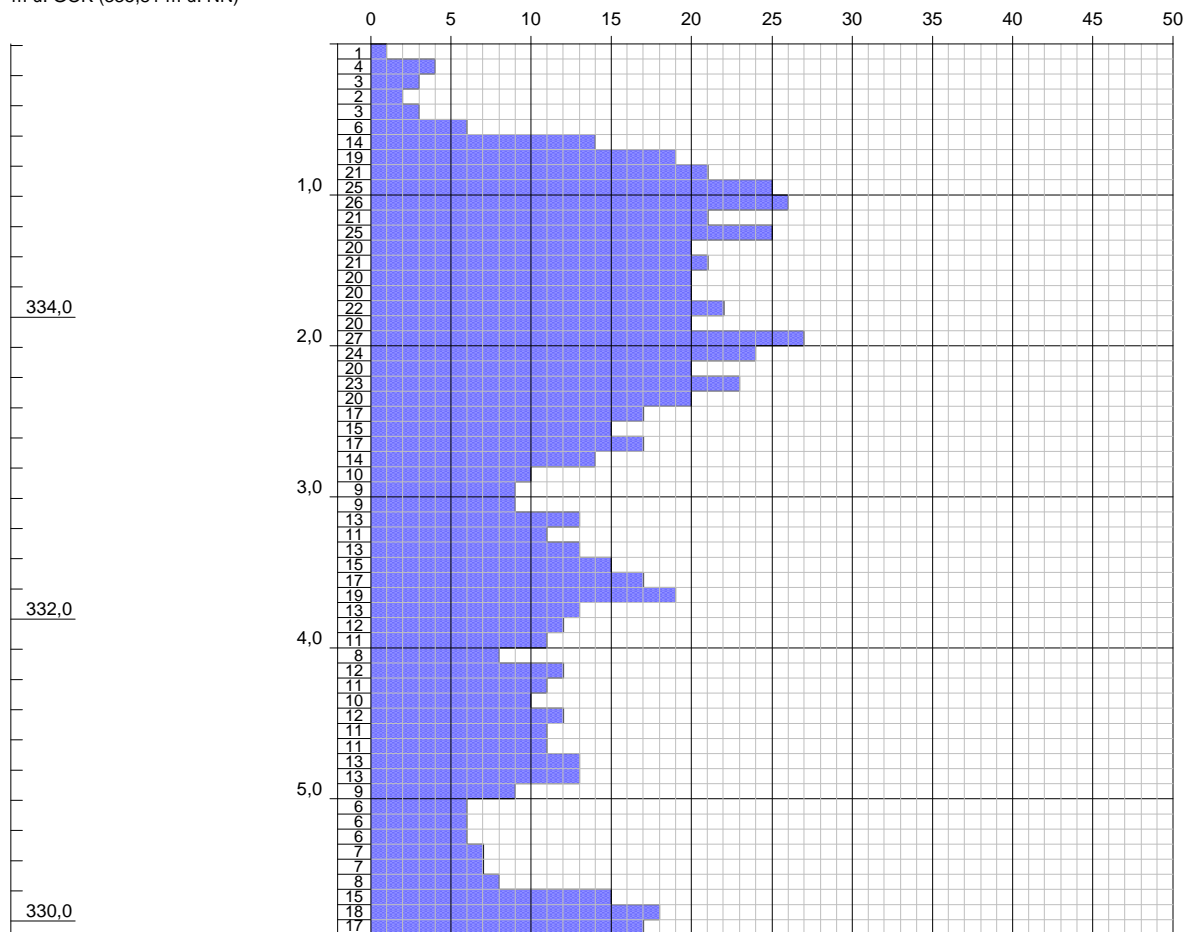
Endtiefe: 5,00 m



GeoPlan

m u. GOK (335,81 m ü. NN)

DPH1



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: BBP WA in Ganacker

Bohrung: DPH1

Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht

Rechtswert: 4551017

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5397216

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 335,81 m ü. NN

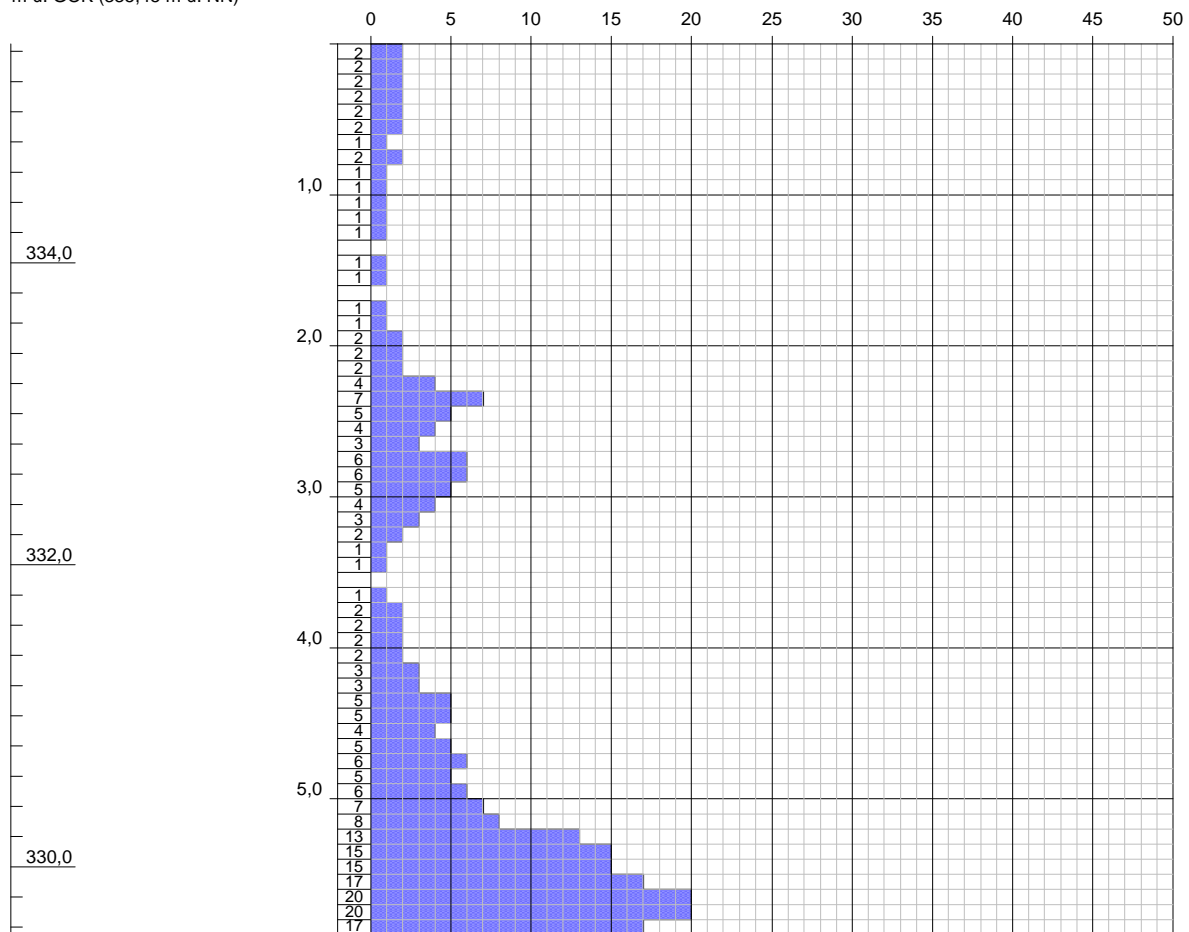
Datum: 03.05.2016

Endtiefe: 5,90 m



GeoPlan

DPH2



Höhenmaßstab: 1:50

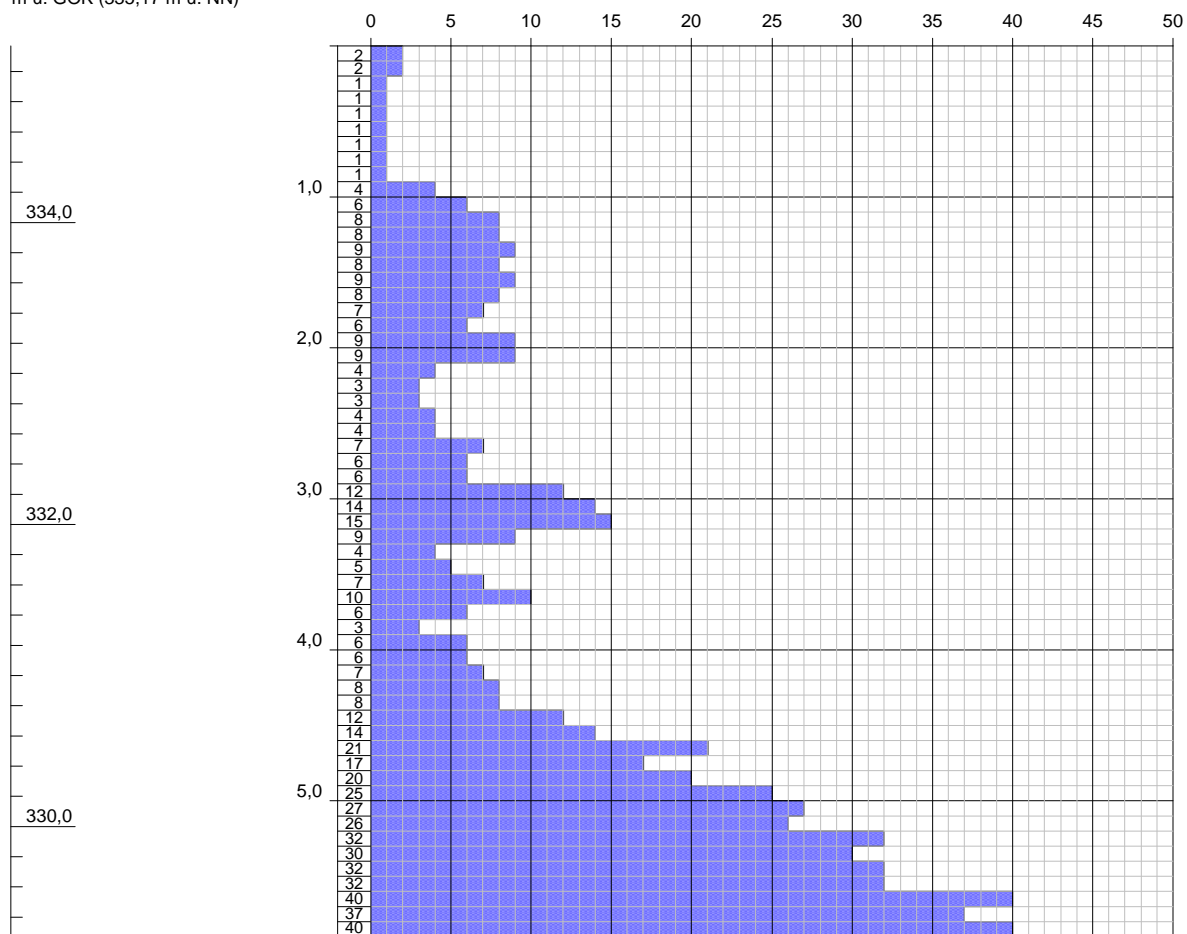
Blatt 1 von 1

Projekt:	BBP WA in Ganacker		
Bohrung:	DPH2		
Auftraggeber:	Ingenieurbüro Willi Schlecht	Rechtswert:	4551051
Bohrfirma:	Geoplan GmbH	Hochwert:	5397135
Bearbeiter:	T. Kufner	Ansatzhöhe:	335,45 m ü. NN
Datum:	03.05.2016	Endtiefe:	5,90 m




GeoPlan

DPH3



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: BBP WA in Ganacker		 GeoPlan
Bohrung: DPH3		
Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht	Rechtswert: 4551076	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5397196	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 335,17 m ü. NN	
Datum: 03.05.2016	Endtiefe: 5,90 m	

Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: BBP WA Ganacker

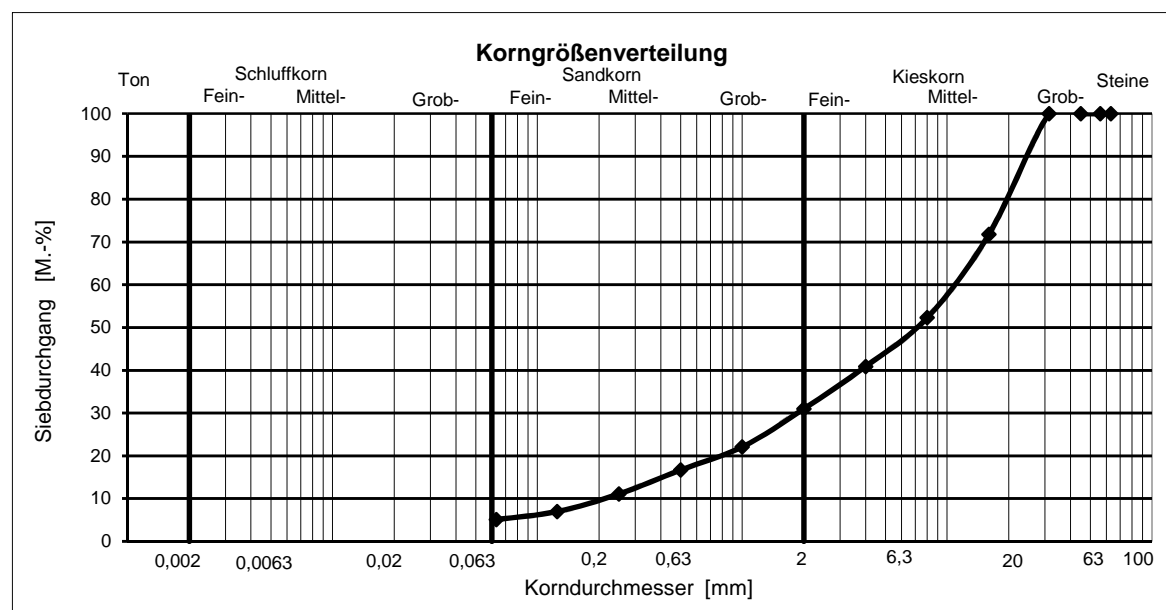
Entnahme am: 03.05.2016

Projektnummer: B1604069

Probe Nr.	B1 D4	
Entnahmetiefe	2,00 - 3,00 m u. GOK	$C_U = 51,55$
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	6,0%	$C_c = 1,48$
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig, schwach schluffig	$k_f = 2,19E-03$
Bodengruppe nach DIN 18196	GU	$d_{10} = 0,22$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} = 1,89$
		$d_{60} = 11,16$

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
16,0	28,2	71,8
8,0	19,5	52,3
4,0	11,4	40,9
2,0	9,9	31,0
1,0	8,9	22,1
0,5	5,4	16,7
0,25	5,6	11,1
0,125	4,1	7,0
0,063	1,9	5,1
< 0,063	5,1	

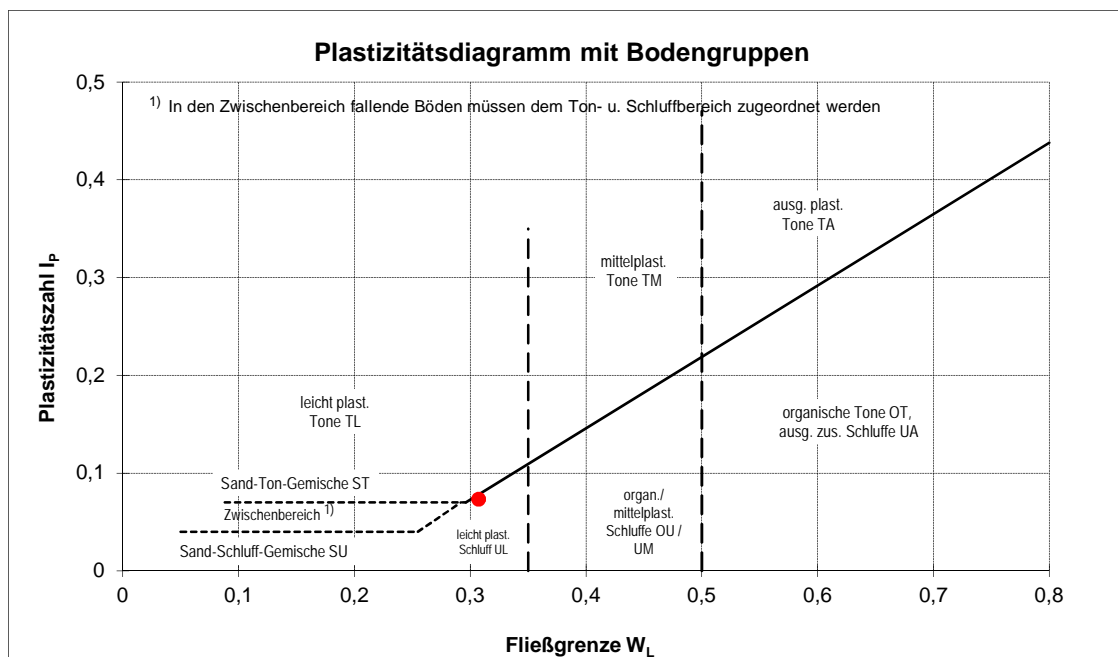


Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122

Baumaßnahme:	BBP WA Ganacker
Projektnummer:	B1604069
Entnahmestelle:	B3 D2
Entnahmetiefe:	0,40 - 1,40 m u. GOK
Art der Entnahme	Rammkernbohrung
Benennung nach DIN 4022:	Schluff, tonig, leicht sandig
Entnahmedatum:	03.05.2016
Bearbeiter:	M. Haimerl
Bearbeitungsdatum:	09.05.2016

Bodenkennwerte:		
Entn. Wassergehalt /DIN 18121, T1	w	0,227
Fließgrenze /DIN 18122, T1	w _L	0,307
Ausrollgrenze /DIN 18122, T1	w _P	0,234
Schrumpfgrenze nach Krabbe ¹⁾	w _S	0,216
Plastizitätszahl /DIN 18122, T1	I _P	0,073
Konsistenzzahl /DIN 18122, T1	I _C	1,093
Liquiditätszahl /DIN 18122, T1	I _L	-0,093
Bodengruppe /DIN 18196	UL	
Zustandsform /DIN 18122, T1	halbfest	

¹⁾ Krabbe, W.: Über die Schrumpfung bindiger Böden. Mitteilung des Franzius Institutes der T.H. Hannover. H.13



Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: BBP WA Ganacker

Entnahme am: 03.05.2016

Projektnummer: B1604069

Probe Nr.	B5 D4	
Entnahmetiefe	1,75 - 4,20 m u. GOK	$C_U = 28,61$
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	9,8%	$C_c = 3,06$
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig	$k_f = 3,10E-03$
		$d_{10} = 0,30$
Bodengruppe nach DIN 18196	GI	$d_{30} = 2,85$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{60} = 8,71$

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
16,0	14,2	85,8
8,0	28,3	57,5
4,0	21,4	36,1
2,0	10,6	25,5
1,0	5,1	20,4
0,5	3,2	17,2
0,25	9,2	8,0
0,125	3,9	4,1
0,063	1,1	3,0
< 0,063	3,0	

