

BEBAUUNGSPLAN MIT INTEGRIERTER GRÜNORDNUNGSPLANUNG WA/MI „Herzogau III“

GEOTECHNISCHER BERICHT

Nr. B1610265 vom 01.12.2016
Geoplan GmbH, Osterhofen



Markt Pilsting

Marktplatz 23 * 94431 Pilsting
1. Bürgermeister Josef Hopfensperger

ENTWURFSBEARBEITUNG

AM. 31. Oktober 2016

GEÄNDERT AM.
GEÄNDERT AM.
Ingenieur

13. Februar 2017
10. April 2017



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. B1610265

Erschließung Mischgebiet Herzogau III, Pilsting

Osterhofen, den 01.12.2016



Geotechnischer Bericht

Nr. B1610265

Auftraggeber: Gemeinde Pilsting
Marktplatz 23
94431 Pilsting

Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht
Planungs GmbH
Hiebweg 7
94342 Straßkirchen

Gegenstand: **Erschließung Mischgebiet Herzogau III, Pilsting**
- Geotechnische Untersuchungen -

Datum: Osterhofen, den 01.12.2016

Dieser Bericht umfasst 17 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	2
2.	Durchgeführte Untersuchungen	2
2.1	Felderkundungen.....	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	6
4.	Bodenmechanische Kennwerte	7
5.	Bauausführung / Gründung	9
5.1	Allgemeines	9
5.2	Kanalbau	9
5.2.1	Allgemeines	9
5.2.2	Baugruben / Verbau	9
5.2.3	Wasserhaltung	10
5.2.4	Gründung.....	12
5.2.5	Sonstige Hinweise zur Kanalerstellung	12
5.3	Straßenbau.....	13
5.3.1	Allgemeines	13
5.3.2	Minstdicke des frostsicheren Straßenaufbaus	14
5.3.3	Tragfähigkeitsanforderungen an das Erdplanum und die Tragschicht des Oberbaus	15
5.3.4	Verdichtungsanforderungen an Bodenaustausch und Frostschuttschicht	15
5.4	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes / Versickerung von Oberflächenwasser	16
6.	Schlussbemerkungen	17

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	5
TABELLE 5: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN	6
TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE	8
TABELLE 7: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN	8
TABELLE 8: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRAßENAUFBAUS NACH RSTO 12	14

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	(2 Seiten)

1. Allgemeine Angaben

1.1 Vorgang

Die Gemeinde Pilsting beabsichtigt die Erschließung des Mischgebiets Herzogau III in Pilsting. Mit der Planung dieser Baumaßnahme ist das Ingenieurbüro Willi Schlecht Planungs GmbH, Straßkirchen, beauftragt.

Das Ingenieurbüro Geoplan GmbH in Osterhofen, wurde über das Ingenieurbüro Willi Schlecht auf Grundlage des Angebots A1608-169-BAU vom 19.08.2016 beauftragt im Bereich des geplanten Mischgebiets Herzogau III in Pilsting eine Baugrunderkundung durchzuführen, die Böden mittels bodenmechanischer Laborarbeiten zu untersuchen und ein Baugrundgutachten zu erstellen. Die Felderkundungen wurden auf den Grundstücken mit den Flurnummer 442/3, Gemarkung Harburg, Gemeinde Pilsting 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. Weiterhin 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. Chemische Analysen an Böden bezüglich eventueller Belastungen wurden nicht durchgeführt. Bei der Baugrunderkundung wurden in den Bohrung B 1 bis B 5 organoleptisch auch keine entsprechenden Verdachtsmomente festgestellt.

1.2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Lageplan zum Baugebiet, o. M., Ingenieurbüro Willi Schlecht, Straßkirchen
- Geologische Karte von Bayern, M 1 : 500.000
- 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

Das Mischgebiet Herzogau III in Pilsting, Ortsteil Herzogau, soll an der Straße nach Griesenau auf eine Fläche von ca. 14.150 m² erschlossen werden. Diese befindet sich ca. 120 m südlich der Bahnlinie Landshut – Bayer. Eisenstein und ca. 600 m nördlich der Isar. Das Gelände ist mit einer mittleren Höhe um ca. 338,5 m NN weitestgehend eben ausgebildet. Die Schwankungsbereiten betragen in etwa $\pm 0,50$ m. Die Isar befindet sich in etwa auf einem Niveau von 335,0 m NN und liegt somit in etwa 3,5 m tiefer als das Untersuchungsgelände.

Es handelt sich um eine vollständige Erschließung des Baugebiets, sodass neben Straßen auch Kanäle, Kabel, Leitungen usw. anzulegen sind. Bisher liegen keine genauen Planungsangaben vor. Es wird im weiteren nun davon ausgegangen, dass die Erschließung in etwa geländegleich erfolgt und keine Aufschüttungen bzw. Abgrabungen im größeren Maßstab ($\geq 1,0$ m) erforderlich werden.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felderkundungen

Die Felderkundungen wurden am 07.11.2016 auf dem Grundstück mit der Flurnummer 442/3, Gemarkung Harburg, Gemeinde Pilsting durchgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte wurde entsprechend dem Anforderungsprofil dieses Berichts gewählt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden auftragsgemäß insgesamt **fünf Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis maximal 3,90 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 zurückgestellt 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 7,00 m unter Geländeoberkante ausgeführt. Anlage 4 enthält die Ramm diagrams.

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 Tabellen 1 und 2 sind die durchgeführten Erkundungen zusammengestellt.

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN

Bohrung	Ansatzhöhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	Grundwasser [m u. GOK]	Grundwasser [m NN]	Datum
B 1	338,41	4,00	334,41	2,60	335,61	07.11.2016
B 2	338,04	5,00	333,04	2,60	335,44	07.11.2016
B 3	338,37	4,00	334,37	2,60	335,77	07.11.2016
B 4	338,78	5,00	333,78	2,90	335,88	07.11.2016
B 5	338,49	5,00	333,49	2,75	335,74	07.11.2016

B... Rammkernbohrung nach DIN EN ISO 22475

TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN

Ramm- sondierung	Ansatz- höhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	kennzeichn. Eindringwiderstand n_{10} [m u. GOK]		
				0,0 – 1,0	1,0 – 3,0	3,0 – Ende
DPH 1	338,41	7,00	331,41	1 – 6	2 – 10	1 – 31
DPH 2	338,74	7,00	331,74	0 – 6	3 – 17	1 – 25
DPH 3	338,38	7,00	331,38	0 – 6	3 – 13	0 – 19

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 zwei 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-Schlüßmanalyse, DIN 18123	Fließ- und Ausrollgrenze DIN 18122	Proctordichte DIN 18127	Dichtebestimmung DIN 18125	Glühverlust DIN 18128	Wasserdurchlässigkeit DIN 18130
B 2	D 4	2,40 - 3,10	X		X					
B 4	D 4	2,00 - 3,00	X	X						

Die Laborergebnisse und Versuchsprotokolle sind, getrennt für die abgegrenzten und nachfolgend näher beschriebenen Bodenschichten, in der Anlage 5 detailliert dargestellt.

3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

3.1 Geologischer Überblick

Das geplante Mischgebiet Herzogau III befindet sich im Bereich von alt- bis mittelholozänen Schottern in Form von Kiesen und Sanden, die von Oberböden und Decklagen überdeckt sowie von den tertiären Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse unterlagert werden. Diese allgemeinen Kenntnisse wurden im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten auch bis in die erkundeten Tiefen bestätigt.

Wegen der begrenzten Aufschlusstiefen wurden die tertiären Sedimente jedoch nicht direkt erkundet. Anhand des sprunghaften Anstieges der Schlagzahlen ist davon auszugehen, dass die tertiäre Schicht etwa ab 6,5 m unter GOK im Untersuchungsgebiet anstehen.

Aufgrund der vorliegenden Bodenaufschlüsse und der allgemeinen Kenntnisse lässt sich der Untergrund im Untersuchungsgebiet bis in den erkundeten Tiefenbereich (max. 5,00 m unter Geländeoberkante) wie folgt beschreiben:

Oberboden / Decklagen

(erkundet bis max. 1,10 m u. GOK)

- Mutterboden (Schluff, schwach tonig bis tonig, humos)
Konsistenz: weich
- Schluff, sandig bis stark sandig
Konsistenz: weich
- Feinsand, schluffig bis stark schluffig
Lagerung: locker

Quartäre Schotter

(direkt erkundet bis mind. 5,00 m u. GOK)

- Kies, schwach bis stark sandig
Lagerung: locker bis mitteldicht
- Sand, stark kiesig,
schwach schluffig
Lagerung: locker bis mitteldicht

3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung

Oberboden / Decklagen

Unter einer 0,30 m bis 0,40 m mächtigen Mutterbodenschicht in Form von humosen, schwach tonigen bis tonigen Schluffen in weicher Konsistenz wurden in den fünf Bohrungen bis in eine Tiefe von 0,80 m bis 1,10 m unter GOK (= 337,61 m NN bis 337,68 m NN) quartäre Deckschichten erkundet. Diese Decklagen wurden angesprochen als sandige bis stark sandige Schluffe in weicher Konsistenz sowie als schluffige bis stark schluffige Feinsande in lockerer Lagerung.

Die lockere Lagerung der sandigen Decklagen und die weiche Konsistenz der bindigen Decklagen wurde auch nach Auswertung der schweren Rammsondierungen (Schlagzahlen von 1 bis 6 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) bestätigt.

Quartäre Schotter

Die quartären Decklagen werden bis zu den jeweiligen Endteufen der fünf Bohrungen von 4,00 m bis 5,00 m unter Geländeoberkante (= 334,41 m NN bis 333,04 m NN) von den quartären Schottern in Form von schwach bis stark sandigen Kiesen in lockerer bis mitteldichter Lagerung sowie in Form von stark kiesigen, schwach schluffigen Sanden in ebenfalls lockerer bis mitteldichter Lagerung unterlagert. Ausschließlich bei B 2 wurde zwischen 2,40 m und 3,10 m Tiefe auch eine stark schluffige Feinsandzwischenlage innerhalb der Schotterschichten festgestellt.

Die Lagerungsdichte der Kiese und Sande wurde anhand der Rammdiagramme und des Bohrfortschrittes festgestellt. Hierbei wurden in den quartären Schottern Schlagzahlen von 0 bis 17 pro 10 cm Eindringtiefe ermittelt. Im unteren Schichtbereich weisen die Schotter teils nur eine lockere Lagerung auf, wie dies auch den Protokollen der drei schweren Rammsondierungen zu entnehmen ist. Evtl. weisen die niedrigen Schlagzahlen in den drei Rammsondierungen aber auch auf Rollkieslagen oder Sandzwischenlagen in den quartären Schottern hin.

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	Oberboden Schluffe	Decklagen Schluffe / Feinsande	Quartäre Schotter Kiese / Sande
Homogenbereich	O 1	B1	B2
Tragfähigkeit	gering	gering – mittel	mittel – groß
Kompressibilität	groß	groß	gering – mittel
Standfestigkeit	gering	gering – mittel	gering
Wasserempfindlichkeit	groß	groß	gering – mittel
Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTV E-StB 09	groß F3	mittel – groß F2 – F3	nicht – mittel F1 – F2
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	gering – mittel	groß – sehr groß	mittel – groß
Wasserdurchlässigkeit	mittel	gering – mittel	groß
Rammpbarkeit	leicht	leicht – mittelschwer	mittelschwer – schwer ¹⁾
Lösbarkeit	leicht	leicht – mittelschwer	leicht – schwer ²⁾
Wiederverwendbarkeit	Rekultivierung	nicht – mäßig geeignet ³⁾	mäßig – gut geeignet

¹⁾ bei Grobeinlagerungen bzw. verfestigten Abschnitten werden massive Einbringhilfen (z. B. Vorbohrungen) vor allem in dicht gelagerten Schottern und/oder 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 Erkundungsarbeiten wurde in den Bohrungen B 1 bis B 5 zwischen 2,60 m bis 2,90 m unter Geländeoberkante (= 335,88 m NN – 335,44 m NN) ein geschlossener Grundwasserspiegel in den quartären Schottern angetroffen. Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die hier behandelte Baumaßnahme außerhalb einer Hochwassergefahrenfläche, aber in einem wassersensiblen Bereich.

Hydrogeologisch ist davon auszugehen, dass dieser Grundwasserhorizont eng mit den Wasserständen der Isar verknüpft ist und somit eine Grundwasserfließrichtung nach Osten vorliegt. Die Kiese erweisen sich als gut wasserdurchlässig. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters beträgt bei Normalwasserstand etwa 4,0 m. Darunter folgt der sog. Grundwasserstauer, der hier vermutlich von den gering wasserdurchlässigen, tertiären Tonen gebildet wird. Insgesamt liegt somit ein ergiebiger Grundwasserkörper vor.

Zur Bewertung liegen uns Daten für die nahe gelegene Messstelle Landau Q 6 vor. Hierfür ergibt sich ein mittlerer Grundwasserstand von 334,58 m NN bei einer Gelän-

dehöhe von 338,48 m NN. 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 davon auszugehen, dass sich der Wasserstand zum Zeitpunkt unserer Messung im Normalbereich befand. Der Bemessungswasserstand für das geplante Mischgebiet Herzogau III wird demnach unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages mit 337,5 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 Homogenbereiche definiert und die für erdstatische Be-
rechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben.

In den nachfolgend dargestellten Tabellen 6 und 7 werden die wichtigsten Boden-
kennwerte und erdbautechnischen Größen nach den z. T. alten Normen (Tabelle 6)
und nach den neuen Normen gemäß Homogenbereichen (Tabelle 7) zusamme-
gestellt. Sofern in der Tabelle Schwankungsbreiten 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 gleichen 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 (2012) werden die Boden- und Felsarten entsprechend ihrem Zu-
stand beim Lösen klassifiziert. Dabei erfolgt die Klassifizierung unabhängig von ma-
schinentechnischen Leistungswerten allein nach boden- bzw. felsmechanischen
Merkmalen.

Nach DIN 18301 (2012) werden Böden und Fels aufgrund ihrer Eigenschaften für
Bohrarbeiten eingestuft.

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

Die angegebenen Wasserdurchlässigkeiten sind als Anhaltswerte für die Wasserent-
nahme 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.

TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Wichte, erdfeucht	Wichte, unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion, dräniert	Kohäsion, undräniert	Steifemodul	Bodenklasse (DIN 18300 : 2012)	Boden- und Felsklassen (DIN 18301 : 2012)	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]
Oberboden – Schluffe	OH weich	14,0-16,0	4,0-6,0	15,0-20,0	2-5	10-20	1-3	1	BO1	10^{-7} - 10^{-9}
Decklagen – Schluffe / Feinsande	UL / TL SU / SU* weich / locker	17,5-19,0	8,0-10,0	22,5-27,5	0-5	10-30	8-15	3-4	BB2 BN1-2	10^{-6} - 10^{-9}
Quartäre Schotter – Kiese / Sande	GW / GI / GU SW / SU locker - mitteldicht	19,0-22,0	10,0-13,0	30,0-35,0	/	/	25-60	3/5	BN1	10^{-3} - 10^{-6}

TABELLE 7: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Korngrößenverteilung Steine $\phi > 63,0$ mm	Kieskorn 2,0 – 63,0 mm	Sandkorn 0,063 mm – 2,0 mm	Feinkorn und Feinstes $\phi \leq 0,063$ mm	Dichte, erdfeucht	Scherfestigkeit, undräniert	Wassergehalt	Plastizitätszahl	Konsistenzzahl	Organischer Anteil
							cal c_u	w	I_p	I_c	
		%	%	%	%	[t/m ³]	[kN/m ²]	%	--	--	%
Homogenbereich O1 (Mutterboden)	OH weich	--	0-10	0-30	80-90	1,3-1,7	10-30	25-50	0,00-0,50	0,50-1,00	>10
Homogenbereich B1 (Schluffe / Feinsande der Decklagen)	UL / TL SU / SU* weich / locker	--	0-15	0-85	10-90	1,6-2,0	5-50	10-30	0,00-0,50	0,50-1,00	0-2
Homogenbereich B2 (Kiese und Sande der quartären Schotter)	GW / GI / GU SW / SU locker - mitteldicht	0-5	15-80	15-70	0-15	1,8-2,3	--	1-15	--	--	0-1

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.

5. Bauausführung / Gründung

5.1 Allgemeines

Im Rahmen des vorliegenden Baugrundgutachtens zur Erschließung des Mischgebiets Herzogau III werden nachfolgend geotechnische und hydrogeologische Angaben zum Kanal- und Straßenbau sowie zu Versickerungsmöglichkeiten im anstehenden Untergrund zusammengestellt.

Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Erschließung in etwa geländegleich erfolgt und keine Aufschüttungen bzw. Abgrabungen im größeren Maßstab ($\geq 1,0$ m) erforderlich werden.

5.2 Kanalbau

5.2.1 Allgemeines

Angaben über die Gründungstiefe von Kanälen liegen derzeit nicht vor. Es wird deshalb angenommen, dass Kanäle etwa im üblichen Tiefenbereich von ca. 1,5 m – 3,5 m unter Geländeoberkante verlegt werden. Aufgrund des Grundwasserflurabstandes von ca. 2,5 m wird dazu geraten, die Verlegetiefen auf den Abschnitt oberhalb des Grundwasserspiegels zu beschränken.

Im Gründungsbereich der Kanäle stehen somit überwiegend die Kiese und Sande der quartären Schotter in überwiegend mitteldichter Lagerung an. Die geringmächtigen Decklagen werden bei den Kanalarbeiten voraussichtlich vollständig durchstoßen.

Ein geschlossener Grundwasserspiegel wurde in einer Tiefe zwischen 2,60 m bis 2,90 m unter Geländeoberkante (= 335,88 m NN – 335,44 m NN) festgestellt. Höher liegende Schichtwasserspiegel sind jedoch in allen Tiefen möglich. Ebenso sind Grundwasserschwankungen und ein Anstieg des Grundwasserspiegels bis knapp unter GOK im Hochwasserfall 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 – 2,5 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, jedoch aufgrund der zu erwartenden, großen Aushubmengen vermutlich nicht wirtschaftlich. Auch sind in diesem Zusammenhang die unter Wassereinfluss stark fließempfindlichen Sande zu beachten. Aus diesen Gründen empfehlen wir generell, einen im Kanalbau üblichen Stahlplattenverbau zur Verlegung der Kanäle einzusetzen. Im Grundwassernahbereich 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.

5.2.3 Wasserhaltung

Im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten wurde im Bereich des zu erschließenden Mischgebiets in den Bohrungen B 1 bis B 5 zwischen 2,60 m und 2,90 m unter Geländeoberkante ein geschlossener Grundwasserspiegel erkundet. Zudem sind Grundwasserschwankungen und ein Anstieg des Grundwasserspiegels im Hochwasserfall bis knapp unter 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 sandig-schluffige Decklagen an und / oder bindet der Kanal unter den Grundwasserspiegel ein, empfehlen wir den Einbau einer Filterkieslage ($d \geq 0,30$ m) aus feinkornarmem Kies oder vergleichbarem Material in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK 3) sowie die

Anordnung von Pumpensämpfen mit Schmutzwasserpumpen nach Bedarf. Bei Erfordernis sind zusätzlich ausgefilterte Dränageleitungen 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, sehr 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 sehr hohe Wasserdurchlässigkeit aufweisen. So gehen wir davon aus, dass bei Haltungslängen von z. B. 30 m und einer erforderlichen Absenkung des Grundwasserspiegels von 1 m bis 2 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 Spundwandverbau 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 überwiegend die quartären Schotter in lockerer bis überwiegend mitteldichter Lagerung anstehen und die Decklagen vollständig durchstoßen werden.

In den Abschnitten ohne Wasserhaltungsmaßnahmen, d. h. in den Kiesen mit wenig Feinkornanteilen, wie hier in weiten Teilen zu erwarten, genügt es für die Gründung der Kanäle bzw. der statisch erforderlichen Rohauflager, die Aushubsohlen sorgfältig nachzuverdichten ($D_{Pr} \geq 100 \%$).

Sollten im Gründungsbereich bindige bzw. gemischtkörnige Böden \leq weicher Konsistenz anstehen, sind diese auf die Verbaubreite komplett auch tiefer auszutauschen und durch gut verdichtbares Kiesmaterial (Feinkornanteil $\leq 5 \text{ M.}\%$) bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100 \%$) und einem lagenweisen Einbau (Lagenstärke $\leq 0,3 \text{ m}$) zu ersetzen. Dabei sollte eine Mindestmächtigkeit von 30 cm für Wasserhaltungszwecke erreicht werden. 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 möglichen Grundwassereinflusses 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 begrenzte Setzungen von $\leq 0,5 \text{ cm}$ für die Kanalrohre zu erwarten.

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 Untergrundschichtung 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 $< 5 \text{ M.}\%$, Sandanteil $< 15 \text{ M.}\%$) in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK III) 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 $< 10 \text{ M.}\%$) 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 ($< 15\%$) 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 Dichteproofungen 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 Mischgebiet Herzogau III.

Es wird hierbei davon ausgegangen, dass die Erschließungsstraßen relativ geländegleich ohne stärkere, zusätzliche Auflasten erstellt werden, d. h., dass die Straßengradienten nur wenige Dezimeter (im Allgemeinen $\leq 0,5\text{ m}$) über Geländeoberkante zu liegen kommen.

5.3.2 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurden im Bereich des zukünftigen Planums der Erschließungsstraßen Schluffe und schluffige Feinsande der Decklagen erkundet, welche der Frostempfindlichkeitsklasse F2 und F3 nach ZTV E-StB 09 zuzuordnen sind. Aus fachlicher Sicht wird ein kompletter Austausch der Decklagen empfohlen, da sich diese als stark witterungsempfindlich erweisen und voraussichtlich keine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Als Bodenaustauschmaterial sollte ein gut verdichtbares und tragfähiges Kies-Sand-Gemisch mit einem Feinkornanteil von ≤ 10 M.-% verwendet werden. Nach ZTV E-StB 09 ergibt sich hierfür die Frostempfindlichkeitsklasse F2, die für die Dimensionierung durchgehend maßgebend wäre.

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 8 zusammengestellten Werte, die nach RStO 12 festgelegt wurden, zu berücksichtigen.

TABELLE 8: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRAßENAUFBAUS NACH RSTO 12

Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrundes (nach ZTV-E 09)	Ausgangswert für die Bestimmung der Dicke für die Belastungsklassen		Zuschlag auf Grund Frost-einwirkungszone III	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 bzw. stark schluffige Sande (F3)	Bk 0,3	50 cm	+ 5 cm	55 cm
	Bk 1,0 bis BK 3,2	60 cm	+ 5 cm	65 cm

Wie der Tabelle 8 zu entnehmen ist, ist für die Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Untergrundes F3 bei der Belastungsklasse Bk 0,3 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 55 cm und bei der Belastungsklasse Bk 1,0 bis BK 3,2 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 65 cm nach RStO 12 maßgebend. Für die Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Untergrundes F2 im Falle eines Bodenaustausches ist bei der Belastungsklasse Bk 0,3 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 45 cm und bei der Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 3,2 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. Die endgültige Dimensionierung hat aber durch den Planer zu erfolgen.

Als frostsichere Tragschicht können z. B. Kiese bzw. Kies-Sand-Gemische der Boden- gruppen GW und GI nach DIN 18196 (Feinkornanteil $< 5,0$ 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 Trag-schicht 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 in den anstehenden, nicht frostsicheren Böden (Frostempfindlichkeitsklasse F3) auf dem Erdplanum der Straße ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Bei Durchführung einer qualifizierten Bodenverbesserung ist in den genannten Böden ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ einzuhalten.

Stehen auf Höhe des Erdplanums wie vorliegend erkundet Schluffe und schluffige Feinsande an, wird ein zusätzlicher Bodenaustausch von $\geq 30 \text{ cm}$ auf einem Vlies der Geotextilrobustheitsklasse IV erforderlich. Zweckmäßig wäre der komplette Aushub der Schluffe bis zu den quartären Sanden / Kiesen, sodass sich nach derzeitigen Erkenntnissen Aushubtiefen bis 1,10 m unter GOK ergeben.

Für Bodenaustauschmaterial kann z. B. Kies-Sand der Gruppe GW / GI / GU nach DIN 18196 mit einem Feinkornanteil $\leq 10 \text{ M.-%}$ herangezogen werden. Zwischen dem Bodenaustauschmaterial und dem anstehenden Material ist eine Vliestrennlage anzuordnen, sofern kein Filterstabilität gegeben ist (z. B. bei Aufstandsflächen aus bindigem Boden).

Alternativ zum Bodenaustausch wäre in den schluffigen Abschnitten eine Bodenverbesserung durch Einfräsen von Kalk bzw. Kalk-Zement-Binder zumindest in genannter Stärke möglich, um die geforderten Tragfähigkeiten zu erreichen. Allerdings dürfte sich diese Variante bautechnisch als aufwendiger erweisen, als ein vollständiger Bodenaustausch.

Die erforderliche Verbesserungsstärke ist in situ in Testfeldern differenziert durch entsprechende Lastplattendruckversuche festzulegen. Es wird darauf hingewiesen, dass bei ungünstigen Witterungsbedingungen die Befahrung dieser Decklagen unter Umständen nicht möglich und kontraproduktiv ist. Erforderliche Zugabemengen bei einer Bodenverbesserung mit Bindemitteln sind in Eignungsuntersuchungen festzulegen. Überschlägig kann von Bindemittelzugaben in einer Größenordnung von ca. 2,0 M.-% – 3,0 M.-% (z. B. im Rahmen der Ausschreibung) ausgegangen werden.

5.3.4 Verdichtungsanforderungen an Bodenaustausch und Frostschuttschicht

Das genannte Bodenaustauschmaterial zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Erdplanums (Untergrund) soll einen Feinkornanteil von $\leq 10 \text{ M.-%}$ aufweisen und ist zumindest mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \text{ %}$ einzubauen (nach ZTV E-StB

09). Auf OK Erdplanum (UK Frostschutzschicht) ist, wie auch zuvor beschrieben, ein E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ 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 $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ 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 1,10 m unter GOK vorliegen, gering wasserdurchlässig und für Versickerungszwecke entsprechend nicht geeignet (k_f -Werte $< 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$). 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 in Bereich von ca. $k_f = 1,28 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Für die aus den Kornverteilungskurven abgeleiteten k_f -Werte gilt grundsätzlich eine 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 $k_f = 2,56 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.

Gemäß dem genannten Arbeitsblatt sind Versickerungen in Lockergesteinen mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von $k_f = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ möglich. Die vorliegend angegebenen, für die Bemessung maßgeblichen k_f -Wert für die quartären Kiese liegen im mittleren bis 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 genauen 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 relativ geländegleich mit den aktuellen Bestandshöhen ausgeführt werden (z. B. Muldenversickerung). Das hier behandelte Grundstück 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.

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 1054:2010-12 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.

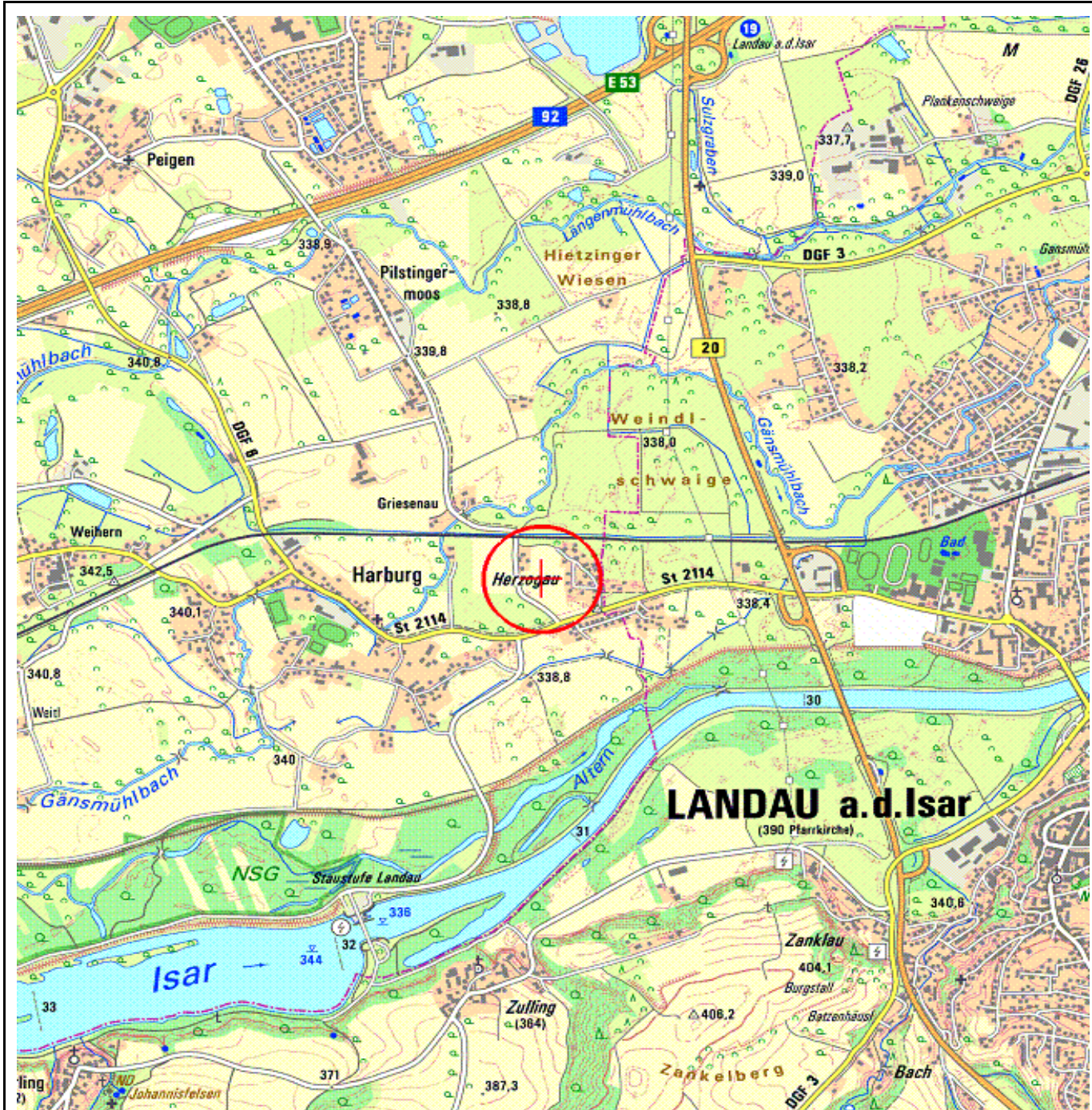
Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Osterhofen, den 01.12.2016

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

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

Anlage 1



Lage des Untersuchungsgebiets

MI Herzogau III -Baugrunduntersuchung-

Auftraggeber	Ingenieurbüro Willi Schlecht
Bearbeitung	Susanne Ölhorn
Datum	01.12.2016
Maßstab	1 : 25.000
Kartenvorlage	TK Bayern Süd

Übersichtsplan



GeoPlan

Anlage
1

Blatt
1



Zeichenerklärung Baugrunduntersuchung:

- B ... Rammkernbohrung gemäß DIN EN ISO 22475 mit Bezeichnung bis max. 3,90 m unter GOK
- △ DPH ... Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2 mit Bezeichnung bis max. 7,00 m unter GOK

5393800

5393800

5393700

5393700



B1

DPH1



B3

B2



B5



DPH3



DPH2



B4

"Nutzung der Basisdaten der
Bayerischen Vermessungsverwaltung"

Entwurfsverfasser:

15.11.2016

**GeoPlan**

Donau-Gewerbepark 5, 94486 Osterhofen
FON: 09932 9544-0 / FAX: 09932 9544-77
E-MAIL: info@geoplan-online.de

Projektleiter: Tobias Kufner

Planinhalt:

MI Herzogau III
Gmkg. Harburg, Gemeinde Pilsting

Lageplan
- mit Aufschlusspunkten -

Anlage:

2

Blatt-Nr.:

Auftraggeber:

15.11.2016

**Ingenieurbüro Willi Schlecht
Planungs GmbH**

Hiebweg 7, 94342 Straßkirchen
FON: 09424 9414 0 / FAX: 09424 9414 30

Maßstab:

1:1000

Pr.-Nr.:

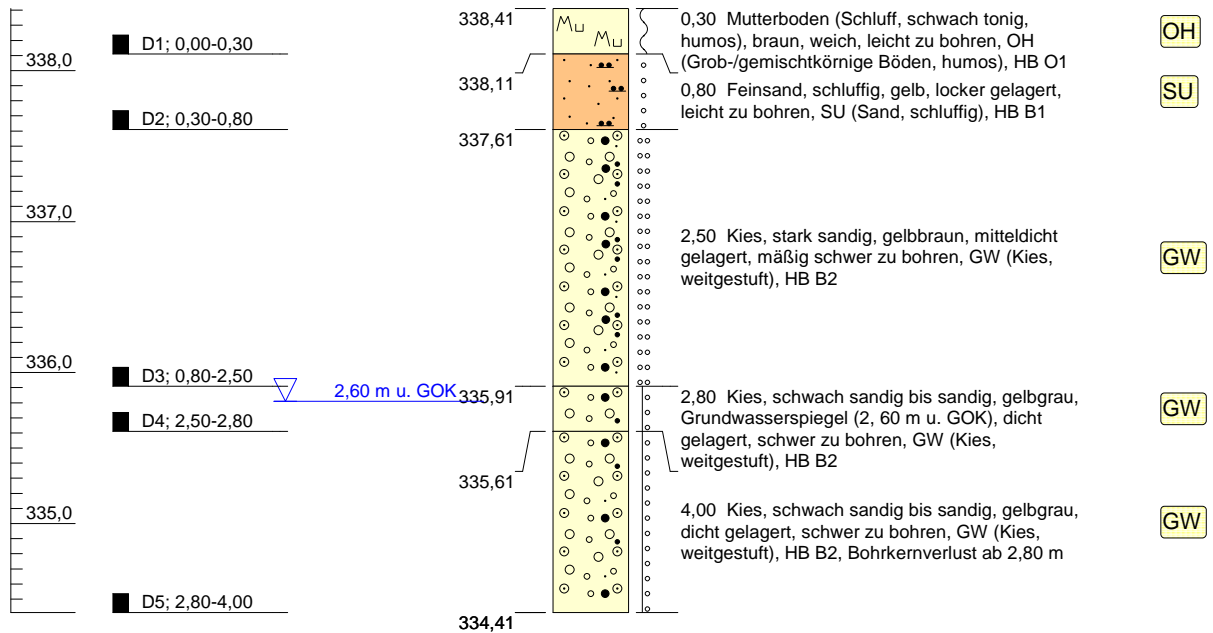
B

1610265

Projekt:	SCHLECHT_MI-Herzogau-III	
Datei:	1_LP-1000_Aufschlusspunkte.PLT	
bearbeitet:	Zachereder	15.11.16
gezeichnet:	Zachereder / jz	15.11.16/15.11.16
geprüft:	Ölhorn	15.11.16


m u. GOK (338,41 m ü. NN)

B1



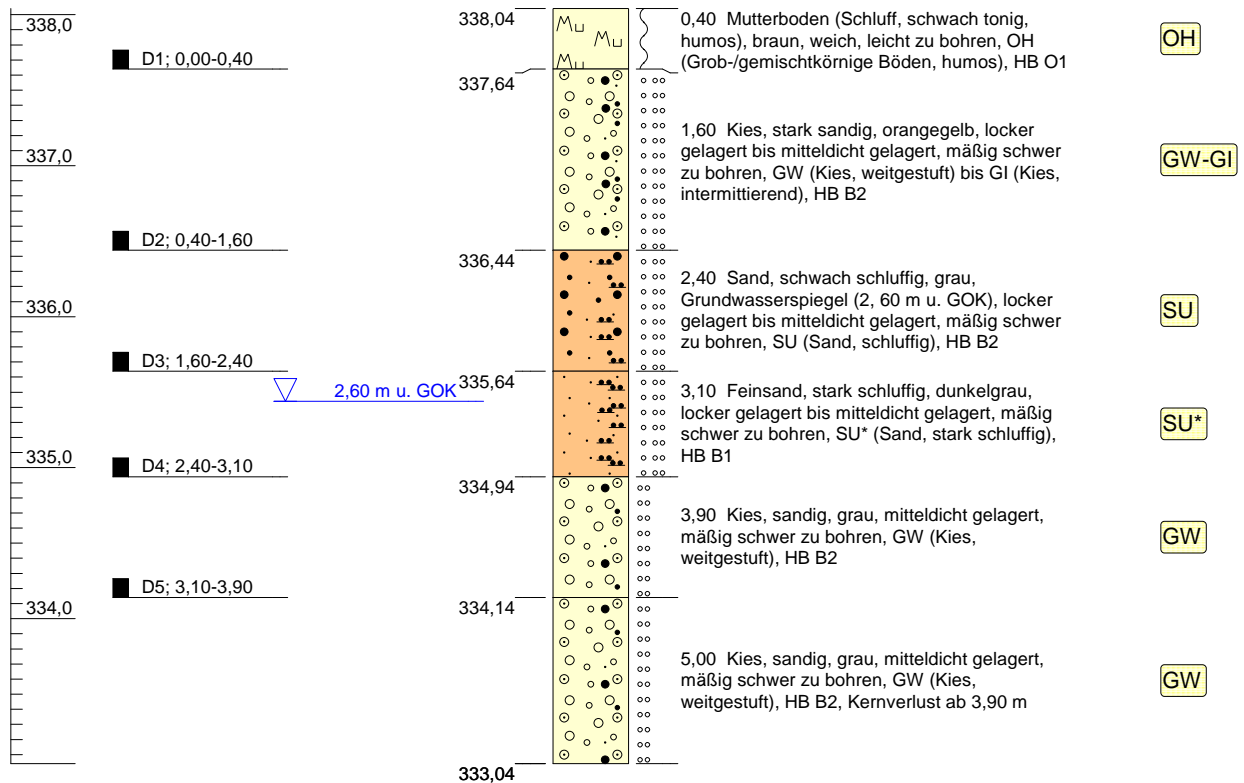
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: MI Herzogau III		 GeoPlan
Bohrung: B1		
Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht	Rechtswert: 4549253	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5393707	
Bearbeiter: S. Ölhorn	Ansatzhöhe: 338,41 m ü. NN	
Datum: 07.11.2016	Endtiefe: 4,00 m	


m u. GOK (338,04 m ü. NN)

B2



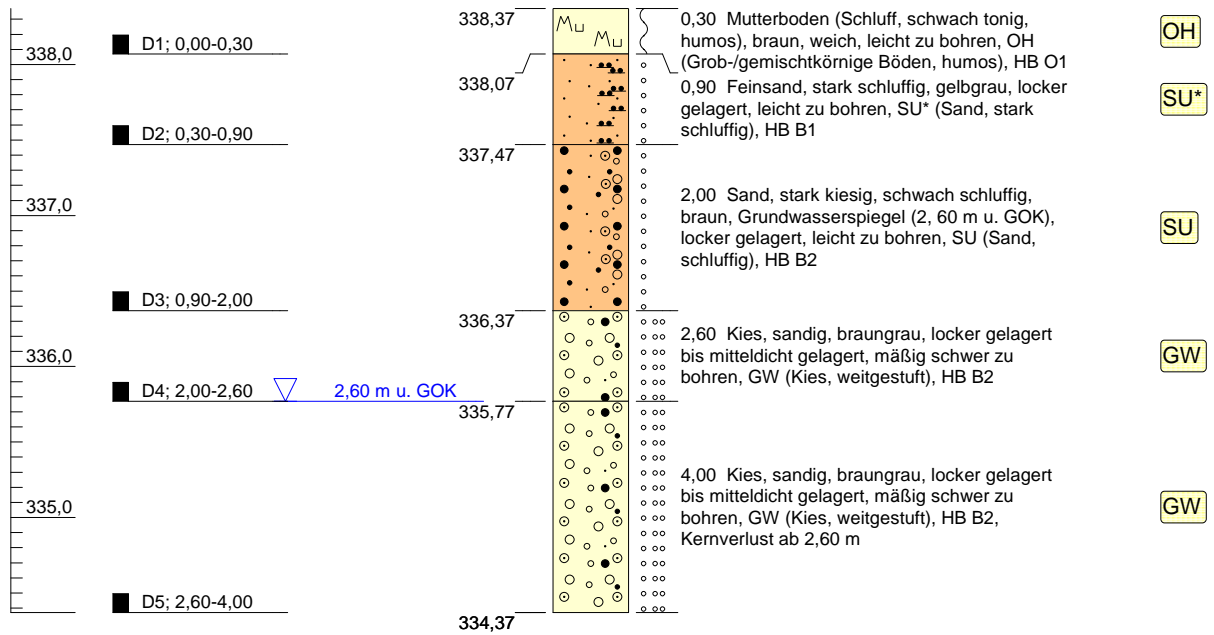
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: MI Herzogau III		 GeoPlan	
Bohrung: B2			
Auftraggeber:	Ingenieurbüro Willi Schlecht		Rechtswert: 4549371
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5393711
Bearbeiter:	S. Ölhorn		Ansatzhöhe: 338,04 m ü. NN
Datum:	07.11.2016		Endtiefe: 3,90 m


m u. GOK (338,37 m ü. NN)

B3



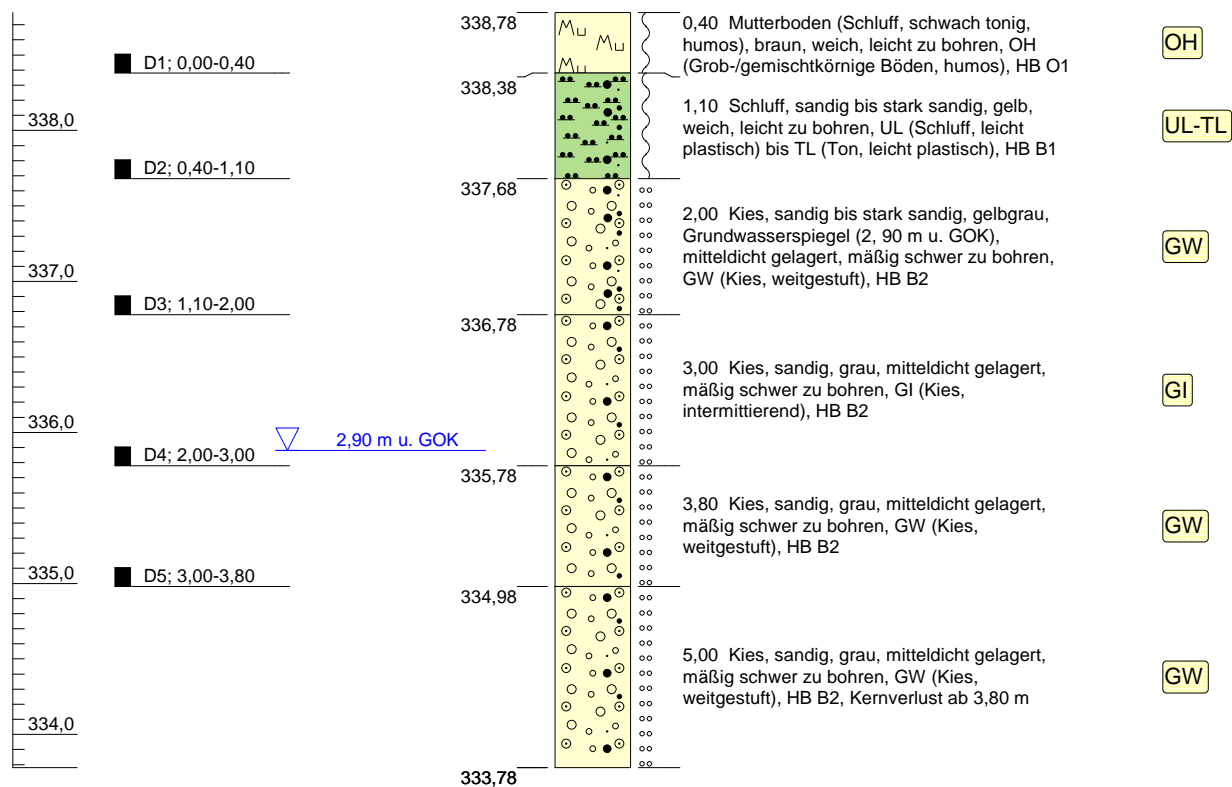
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: MI Herzogau III		 GeoPlan	
Bohrung: B3			
Auftraggeber:	Ingenieurbüro Willi Schlecht		Rechtswert: 4549324
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5393711
Bearbeiter:	S. Ölhorn		Ansatzhöhe: 338,37 m ü. NN
Datum:	07.11.2016		Endtiefe: 2,60 m


m u. GOK (338,78 m ü. NN)

B4



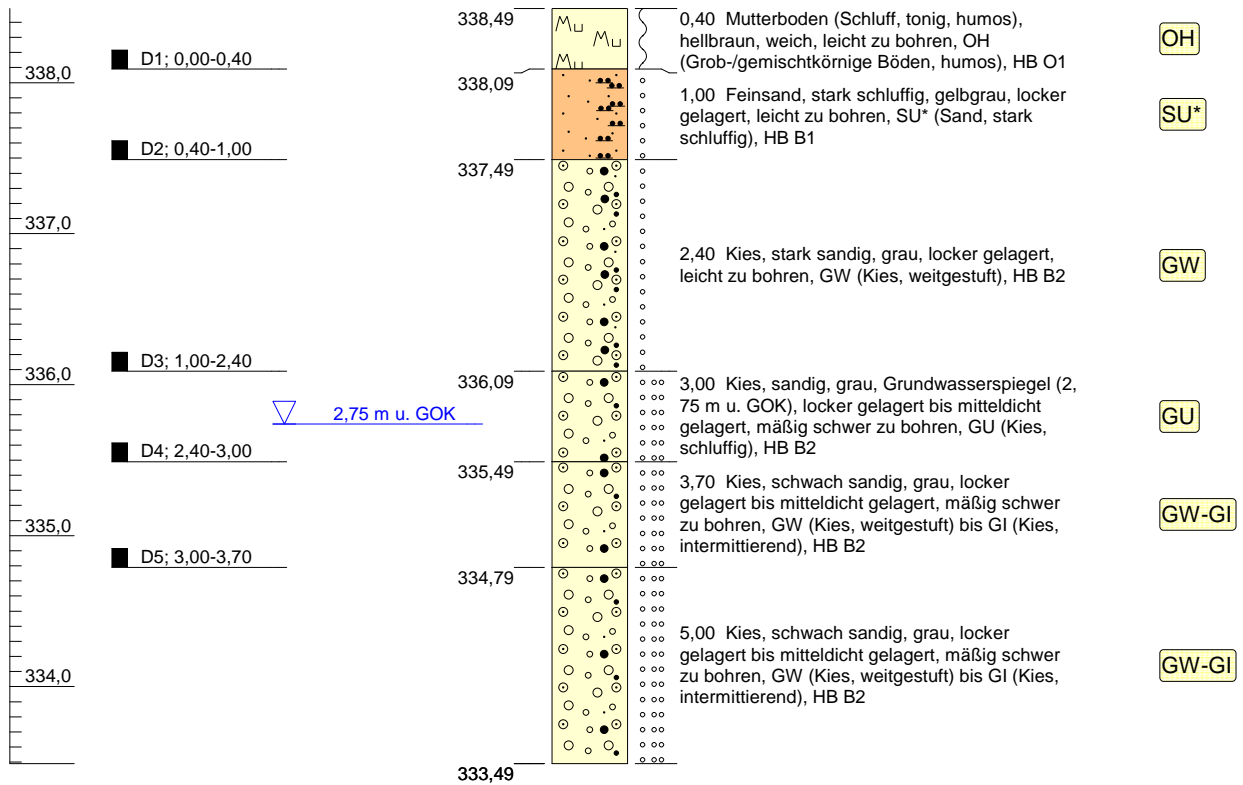
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: MI Herzogau III		 GeoPlan	
Bohrung: B4			
Auftraggeber:	Ingenieurbüro Willi Schlecht		Rechtswert: 4549295
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5393616
Bearbeiter:	S. Ölhorn		Ansatzhöhe: 338,78 m ü. NN
Datum:	07.11.2016		Endtiefe: 3,80 m

m u. GOK (338,49 m ü. NN)

B5



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: MI Herzogau III

Bohrung: B5

Auftraggeber: Ingenieurbüro Willi Schlecht

Rechtswert: 4549360

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5393641

Bearbeiter: S. Ölhorn

Ansatzhöhe: 338,49 m ü. NN

Datum: 07.11.2016

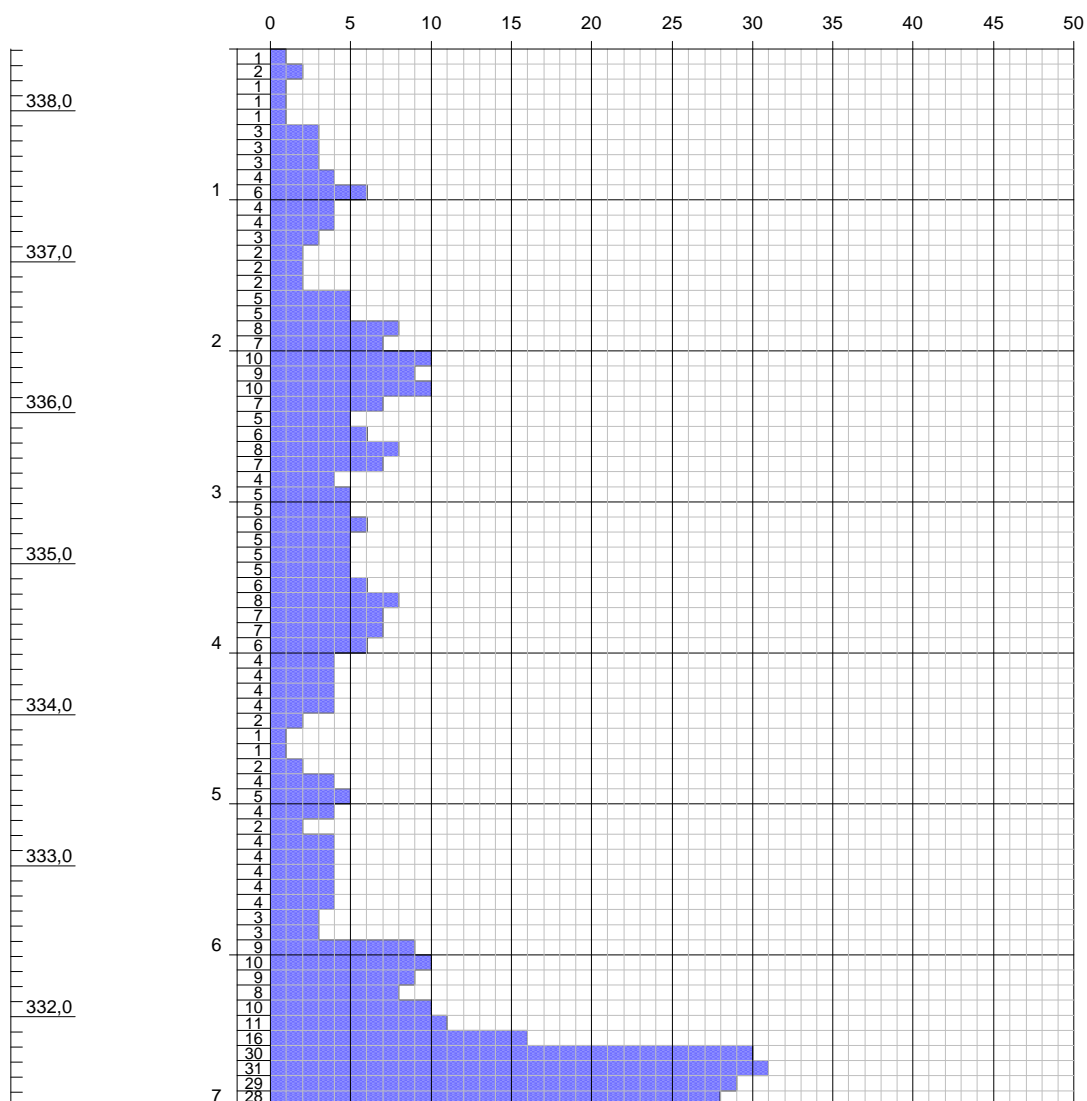
Endtiefe: 3,70 m



GeoPlan


m u. GOK (338,41 m ü. NN)

DPH1



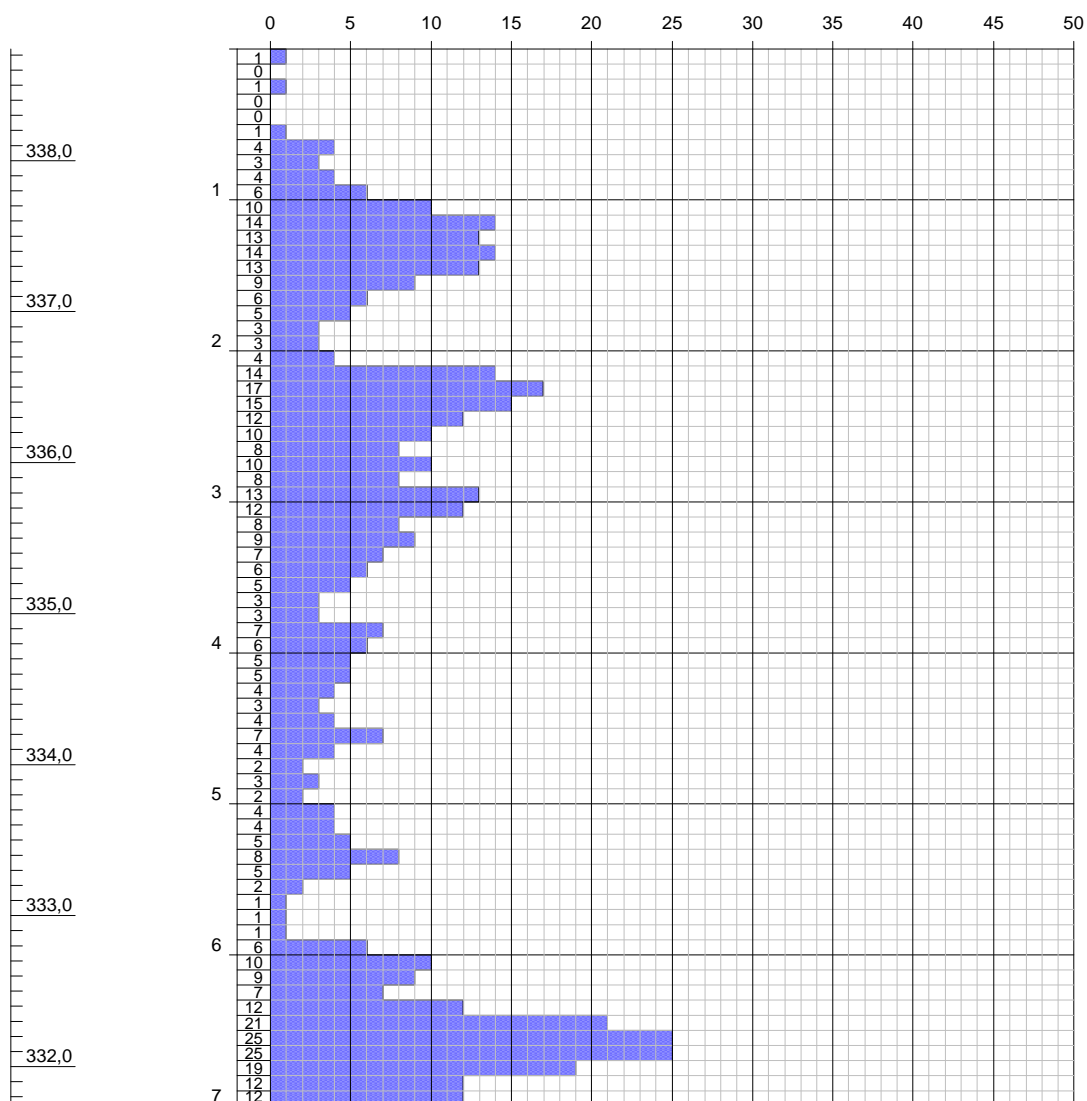
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: MI Herzogau III		 GeoPlan	
Sondierung: DPH1			
Auftraggeber:	Ingenieurbüro Willi Schlecht		Rechtswert: 4549322
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5393717
Bearbeiter:	S. Ölhorn		Ansatzhöhe: 338,41 m ü. NN
Datum:	07.11.2016	Endtiefe: 7,00 m	


m u. GOK (338,74 m ü. NN)

DPH2



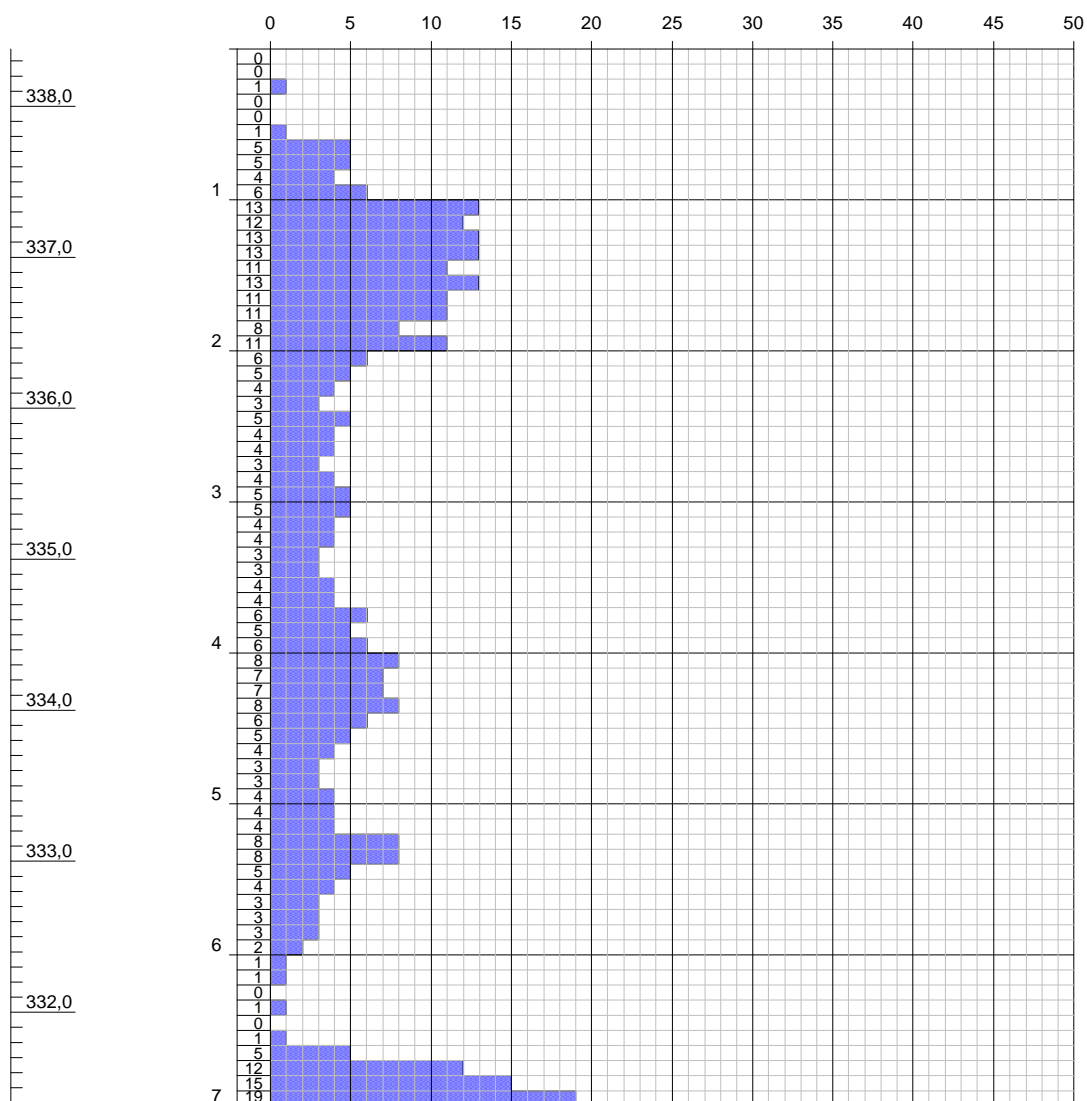
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: MI Herzogau III		 GeoPlan	
Sondierung: DPH2			
Auftraggeber:	Ingenieurbüro Willi Schlecht		Rechtswert: 4549293
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5393620
Bearbeiter:	S. Ölhorn		Ansatzhöhe: 338,74 m ü. NN
Datum:	07.11.2016		Endtiefe: 7,00 m


m u. GOK (338,38 m ü. NN)

DPH3



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: MI Herzogau III		 GeoPlan	
Sondierung: DPH3			
Auftraggeber:	Ingenieurbüro Willi Schlecht		Rechtswert: 4549352
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5393638
Bearbeiter:	S. Ölhorn		Ansatzhöhe: 338,38 m ü. NN
Datum:	07.11.2016	Endtiefe: 7,00 m	

Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: MI Herzogau III

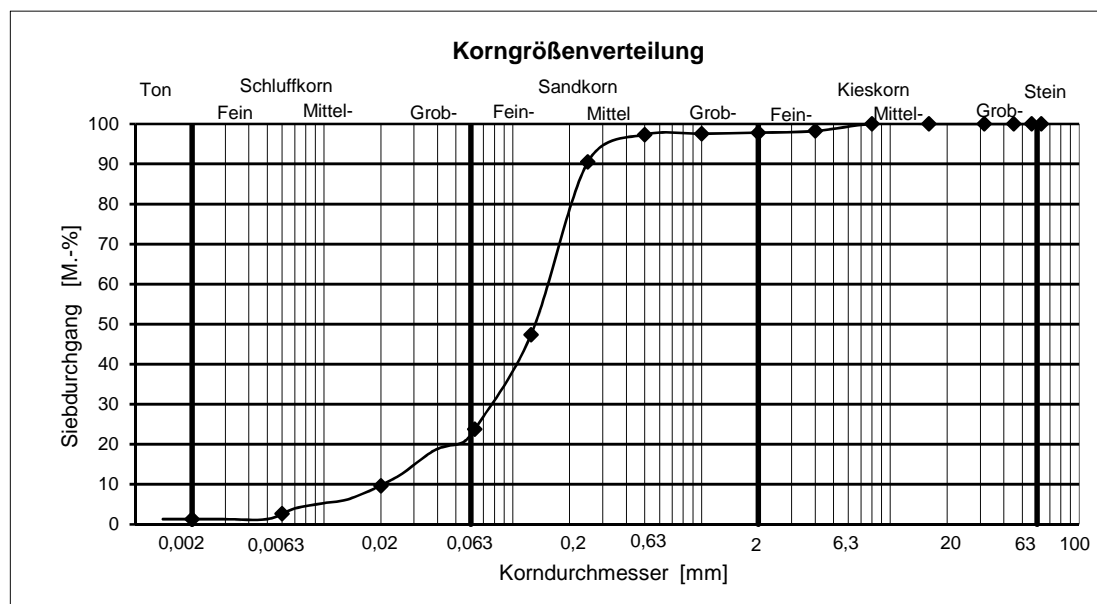
Entnahme am: 07.11.2016

Projektnummer: B1610265

Probe Nr.	B2 D4	
Entnahmetiefe:	2,40 m - 3,10 m unter GOK	U = 7,81
Benennung nach DIN 4022:	Feinsand, stark schluffig	C _c = 1,88
Entnahmewassergehalt:	29,01%	k _f = 4,05E-06
Bodengruppe nach DIN 18196:	SU*	d ₁₀ = 0,021
Art der Entnahme:	Rammkernbohrung	d ₃₀ = 0,079
Untersuchungsart:	kombinierte Siebschlamm	d ₆₀ = 0,162

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
mm	M.-%	M.-%
63,00	0,0	100,0
56,00	0,0	100,0
45,00	0,0	100,0
31,50	0,0	100,0
16,00	0,0	100,0
8,00	0,0	100,0
4,00	1,8	98,2
2,00	0,4	97,8
1,00	0,3	97,5
0,50	0,2	97,3
0,25	6,8	90,5
0,125	43,2	47,4
0,063	23,6	23,8
0,020	14,2	9,6
0,006	7,0	2,6
0,002	1,3	1,3
0	1,3	



Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: MI Herzogau III
Entnahme am: 07.11.2016
Projektnummer: B1610265

Probe Nr.	B4 D4	
Entnahmetiefe	2,00 m - 3,00 m u. GOK	$C_U = 41,02$
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	4,7%	$C_c = 3,30$
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig	$k_f = 1,28E-03$
		$d_{10} = 0,27$
Bodengruppe nach DIN 18196	GI	$d_{30} = 3,16$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{60} = 11,14$

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	7,6	92,4
16,0	15,2	77,2
8,0	28,3	48,9
4,0	15,2	33,7
2,0	8,8	24,9
1,0	5,9	19,0
0,5	3,7	15,3
0,25	5,8	9,5
0,125	4,9	4,6
0,063	1,4	3,2
< 0,063	3,2	

