Information zu den Bodengutachten, die von der Stadt zur Verfügung gestellt werden:

Es wird grundsätzlich empfohlen ein Bodengutachten für das eigene Baugrundstück einzuholen.
Das zur Verfügung gestellte Gutachten wurde lediglich für die Planung der Erschließungsmaßnahmen des Baugebiets, im Auftrag und auf Kosten der Stadt, beauftragt und erstellt.

Da die Baugrunduntersuchung im Wesentlichen im Bereich der Erschließungsanlagen und nicht auf den Bauflächen erfolgt ist, kann das Gutachten einem Bauherren lediglich informativ als Anhaltspunkt dienen und ist für eine qualifizierte Beurteilung der Baugrundbeschaffenheit der Baugrundstücke keinesfalls ausreichend.

Haftungsansprüche gegenüber der Stadt, die durch die Zurverfügungstellung des Gutachtens und etwaig daraus abgeleitete Rückschlüsse auf die Bodenbeschaffenheit der Baugrundstück hergeleitet werden, werden hiermit ausgeschlossen.

Dr. Ebel & Co.
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik
und Wasserwirtschaft mbH

Dr. Ebel & Co., St.-Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach

Geotechnik Baugrunduntersuchungen Erdstatik
Gründungsberatung Hydrogeologie Steine-Erden

Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99
eMail info@geotechnik-ebel.de

Geotechnisches Standortgutachten

Baugebiet Hungerberg
Michelwinnaden

bearbeitet im Auftrag der

Stadt Bad Waldsee
Ravensburger Straße 2
88339 Bad Waldsee

Bad Wurzach-Arnach, den 01.08.2017

Projektnummer: 170309

Geschäftsführer:
Dipl.-Geol. Norbert Dostler
Dr.-Ing. Olaf Düser
Dipl.-Geol. Peter Lath
Dipl.-Ing. Stefan Niefer
Dr. rer. nat. Michael Strohmenger

Zweigstelle Bayern:
Leiterberg 5a
87488 Betzigau
Tel. 08304 / 9298-26
Fax. 08304 / 9298-36

Bankverbindung:
Volksbank Biberach eG
IBAN:
DE 74 63 0901 0001 4284 6007
BIC: ULM VDE 66

Sitz: Bad Wurzach – Arnach
Gerichtsstand: Leutkirch i. A.
Handelsregister: HRB 610617
Steuernummer: 91060/31136

Inhalt

1 Vorgang und Veranlassung

2 Geographische und geologische Situation, Schichtenfolge

3 Geotechnische Beschreibung der Schichten

4 Erdbautechnische Klassifizierung, Bodenkennwerte

5 Grundwasserverhältnisse

6 Durchlässigkeit, Versickerungsmöglichkeiten

7 Geotechnische Beurteilung des Vorhabens

Anlagen

Lagepläne

1.1 Übersichtslageplan

1.2 Lageplan mit Lage der Aufschlusspunkte

Aufschlüsse / Profile

2.1-3 Geotechnische Profile

Bodenmechanische Feld- und Laborversuche

3.1-2 Sickerversuche im Baggerschurf

4.1 Wassergehaltsbestimmmung nach DIN 18121

4.2.1-3 Zustandsgrenzen nach DIN 18122

Unterlagen

[U1] AGP AßFALG GASPARD PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH, BAD WALDSEE:
- Lageplan, Übersichtslageplan, pdf per Email am 07.02.2017
- Grundlagenplan, pdf / dwg per Email am 27.03.2017

[U2] STADT BAD WALDSEE:: Bebauungsplan Entwurfsskizze pdf per Email am 07.03.2017

[U3] LANDESVERMESSUNGSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG: Topographische Karte M 1:25.000, digital

[U4] BUNDESAMT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE: Geologische Übersichtskarte M 1:200.000, Blatt Nr. 8718 Konstanz

[U5] GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG: Geologische Karte M 1:25.000, Blatt Nr. 8024, Bad Waldsee

[U6] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V.: Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; April 2005

[U7] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V.: Merkblatt DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, August 2007

[U8] ZTV E STB 2009: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Stand 2009

[U9] RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Stand 2012

[U10] DIN EN 1610: Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen“ Ausgabe 10.1997

1 Vorgang und Veranlassung

Die Stadt Bad Waldsee beabsichtigt, das Baugebiet „Hungerberg“ am südlichen Ortsrand der Teilgemeinde Michelwinnaden zu erweitern. Die Erschließungsplanungen führt das Ingenieurbüro AGP, Bad Waldsee, durch. Die Ingenieurgesellschaft Dr. Ebel & Co. mbH wurde mit der Baugrunderkundung und der geotechnischen Begutachtung des Standorts beauftragt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 10.04.2017 folgende Felduntersuchungen durchgeführt:

- Geotechnische Aufnahme und Beprobung von 4 Baggerschürfen SG1-3/17 und SG1a/17,
- 3 Rammsondierungen DPH1-3/17 (Schwere Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2),
- 2 Sickerversuche SV1-2/17.

Die Baggerschürfe dienen als Baugrundaufschlüsse, die Rammsondierungen kamen zur Beurteilung des Lagerungszustandes bzw. der Festigkeit der anstehenden Bodenschichten neben den Schürfgruben zur Ausführung. Die Sickerversuche wurden am Standort des geplanten Retentionsbeckens zur Durchlässigkeitsbestimmung der anstehenden Böden durchgeführt. *Anm.: SG1a wurde nahe SG1 im Bereich der vorgesehenen Sickeranlage angesetzt, da der dort anstehende, evtl. versickerungsfähige Kies im Bereich SG1 auf kurze Distanz tiefer abtaucht und somit dessen Verbreitung im Bereich der Sickeranlage zu klären war.*

Die Aufschlusspunkte wurden lagemäßig auf die umliegende Bestandsbebauung eingemessen (siehe Lageplan, Anlage 1.2). Die aus den Profilen und Rammdiagrammen in Anlage 2 ersichtlichen Ansatzhöhen wurden auf die beiden im Lageplan eingetragenen Schachtdeckel (OK = 577,08 m NN / 574,83 m NN) bezogen.

2 Geographische und geologische Situation, Schichtenfolge

Geographische Situation

Die Gemeinde Michelwinnaden liegt in einem intensiv strukturierten Hochgebiet etwa 5 km nordnordwestlich von Bad Waldsee. Der Hungerberg ist eine rundliche Erhebung südlich des Ortes, die die Umgebung um etwa 15 m überragt und sich als Rücken weiter nach Süden fortsetzt. Östlich und westlich des Rückens befinden sich anmoorige Flächen, die das Quellgebiet der Riß bilden, die das Gebiet nordwärts zur Donau entwässert. Zwischen Hungerberg und dem Ortskern ist der östliche Teilarm der obersten Riß zum Burgweiher aufgestaut. Dessen Ablauf verläuft westwärts in einer Verdolung, ehe der Fluss sich in einem offenen Bett wieder nach Norden wendet.

Am westlichen Fuß des Hungerbergs verläuft die Hungerbergstraße mit einer einzeiligen Bebauung an ihrer Ostseite. Der Hungerberg selbst ist derzeit überwiegend Ackerfläche. Der zur Neubebauung vorgesehene Streifen zwischen der Bebauung an der Hungerbergstraße und

dem Acker ist derzeit Grünland. Nordseitig wird das Neubaugebiet momentan von einem Feldweg begrenzt. Knapp 30 m dahinter beginnt die Bebauung der südlichen Michelwinnadener Ortsrandlage, wobei die nächstgelegenen Gebäude an einer steilen, etwa 3 - 4 m hohen Böschung in den flach zum Hungerberg hin ansteigenden Hang eingeschnitten sind.

Geologische Situation

Der tiefere Untergrund besteht aus Sand- und Mergelsteinen der Oberen Süßwassermolasse, die im Tertiär in einem Senkungstrog am Rand der sich zum Hochgebirge entwickelnden Alpen abgelagert wurden.

Die Umgebung von Bad Waldsee ist geprägt durch den Gletschervorstoß der letzten Eiszeit (Würm). Die Hügelketten östlich und nördlich der Stadt werden im Kern von Grund- und Endmoränen des maximalen Vereisungsstandes aufgebaut, als die Stirn des Rheingletschers ein Stück weiter nördlich bei Winterstettenstadt lag. Das östlich anschließende Riedtal bei Haisterkirch stellt die damalige nordgerichtete periphere Entwässerungsrinne zum Rißtal dar.

Zu Beginn des Eisrückzugs lagerten die Schmelzwässer, die anfangs noch nordwärts abliefen und bei Oberessendorf und Winterstettenstadt den Endmoränenwall durchschnitten, ihre Sedimentfracht auf dem Moränenuntergrund ab. Es handelt sich dabei um Schotter und Sande, in abflusslosen Senken auch um feinkörnige Beckenablagerungen. Beim weiteren Rückzug der Gletscherstirn wurde der Abfluss nach Westen zur Schussen frei. Dabei entstand der Einschnitt, der vom Urbachtal ausgehend, über die Waldseer Altstadt westwärts führt und sich dort zu den großen Riedgebieten hin öffnet.

Ab dem Zeitpunkt, als die Entwässerung zur Schussen erfolgte, fielen die nördlich gelegenen Hochgebiete trocken und es begann die Verwitterung der anstehenden Schichten, die zu einer oberflächigen Verlehmung und Verbraunung geführt hat.

Schichtenfolge

Entsprechend der beschriebenen geologischen Situation wurde mit den Baggerschürfen das folgende Grundsatzprofil erschlossen:

- Oberboden	**A-Horizont**	Rezent
- Verwitterungsdecke	**B-Horizont**	Jungpleistozän - Holozän
- Beckenablagerungen	**C-Horizont**	Pleistozän, Würm
- Moränen	**C-Horizont**	Pleistozän, Würm

Die natürliche Stärke des humosen **Oberbodens** (Ackerboden) liegt in der Größenordnung von 0,25 – 0,3 m. Er ist nach § 202 BauGB in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen. Für die bautechnische Bewertung wird der Mutterboden im Folgenden nicht weiter berücksichtigt. *Anm.: Für den Fall, dass Oberboden abgefahren werden muss, steht eine Mischprobe für Analysen zur Verfügung, die drei Monate lang aufbewahrt wird.*

Die Mächtigkeit der **Verwitterungsdecke** wurde mit den Schürfen SG2 und SG3, die wohl das Normalprofil im Projektgebiet repräsentieren, mit 0,8 m bis 1,1 m (inkl. Oberboden) erschlossen. An der Nordseite wurde, bedingt durch Erosion und Umlagerung, auf kurze Distanz eine Mächtigkeitsschwankung von wenigen Dezimetern (SG1) zu 1,8 m (SG1a) festgestellt.

Im Bereich SG1-SG1a folgen unter der verwitterten Deckschicht eiszeitliche **Beckenablagerungen**, deren Basis in Tiefen zwischen etwa 1,5 m und 2,3 m erreicht wurde. Nicht geklärt ist, ob die Beckensedimente Bestandteil der Moräne sind oder in der Phase des Eisrückzugs auf dem Moränenuntergrund abgelagert wurden.

Die unter den vorgenannten Schichten anstehende **Moräne** wurde mit den Schürfen SG1 und SG2 in bindiger Form als **Geschiebelehm** bzw. **Geschiebemergel** erschlossen. Im Bereich SG1-1a steht sie in grobkörniger Form als **Moränenkies** an. Auch hier ist unklar, ob das Kiespaket an der Nordflanke des Hungerbergs auf der bindigen Moräne lagert oder unter den Hungerberg hineinzieht.

3 Geotechnische Beschreibung der Schichten

Die im Rahmen der Baugrunderkundung erschlossenen Schichten sind aus geotechnischer Sicht wie folgt zu beschreiben:

Verwitterungsdecke

Die verwitterte Deckschicht ist gelbbraun bis braun gefärbt. Zum Teil ist der Boden als feinsandiger, mäßig toniger Schluff mit geringen Kiesanteilen und einzelnen eingelagerten Steinen ausgebildet (Verwitterungslehm). Nicht selten dominiert die Sandfraktion, so dass das Material als schluffiger, kiesdurchsetzter Sand anzusprechen ist (Verwitterungssand).

Der Lagerungszustand der sandigen Partien ist anhand der Rammdiagramme durchwegs als locker anzugeben (vgl. Tab. 1-2). Wassergehalt und Konsistenz der oberflächennahen Schicht sind niederschlagsbedingt deutlichen Schwankungen unterworfen. Die Konsistenz kann zwischen weich und steif bis halbfest variieren.

Die Verwitterungsdecke ist ein gering tragfähiger, frost- und nässeempfindlicher Untergrund, der kompressibel ist und bei Belastung mit Setzungen reagiert.

Beckenablagerungen

Die Färbung der Beckensedimente ist als gelblich grau bis bräunlich grau zu bezeichnen. Es handelt sich zum Teil um feinkörnige bzw. fein- bis mittelkörnige Sande mit hohen Schluffanteilen (Beckensand), zum Teil um feinsandig-tonige Schluffe (Beckenschluff). Charakteristisch ist die Anreicherung der Feinsandfraktion in dünnen Lamellen, die den Böden mitunter ein feinschichtiges Gefüge verleiht. Weniger charakteristisch ist hier das Auftreten von Kies sowie ein-

zelnen Steinen und Blöcken, die aufgrund der räumlichen Nähe zur Moräne in das Stillwassersediment gelangt sind.

Der Lagerungszustand der Sande kann nach dem Rammdiagramm DPH1 als locker mit Übergängen zu mitteldicht veranschlagt werden (vgl. Tab. 1-2). Die Konsistenz des Schluffs in SG1 wurde manuell als steif bis halbfest eingeschätzt.

Die Beckenablagerungen sind frost- und nässeempfindliche Böden, die bei Wasserzutritt aufweichen, womit sich die bautechnischen Eigenschaften verschlechtern. Sie stellen einen mäßig tragfähigen Untergrund dar, der bei zusätzlicher Belastung nicht allzu starke, aber lang anhaltende Setzungen erwarten lässt.

Moränenkies

Der in den Schürfen SG1-1a erschlossene Moränenkies ist grau bis olivgrau gefärbt. Nach seiner Kornverteilung ist der Boden als weitgestufter, sandiger bis stark sandiger Kies mit mäßigen Schluffanteilen zu beschreiben, der mit Steinen und Blöcken durchsetzt ist. Im Schurf wurden Blöcke bis 0,6 m Kantenlänge erkundet, auch größere Findlinge sind nicht auszuschließen. Erfahrungsgemäß sind auch Zwischenlagen aus Sand sowie sandarmem Kies einzukalkulieren.

Der Lagerungszustand des Moränenkieses ist dem Rammdiagramm DPH1 zufolge mitteldicht (vgl. Tab. 2). Die Schlagzahlspitze am Ende der Sondierung ist auf einen eingelagerten Block zurückzuführen.

Der Moränenkies bildet einen gut tragfähigen, setzungsarmen Baugrund.

Tabelle 1: Lagerungsdichte / Schlagzahlen DPH für enggestufte Sande nach DIN 4094 / DIN 1055-2

Lagerungsdichte		über Grundwasser N_{10}	im Grundwasser N_{10}
Locker	0,15 < D ≤ 0,30	0 - 4	0 - 2
Mitteldicht	0,30 < D ≤ 0,50	5 – 11	3 - 7
Dicht	0,50 < D ≤ 0,75	> 11	> 7

Tabelle 2: Lagerungsdichte / Schlagzahlen DPH für weitgestufte Kies-Sand-Gemische nach DIN 4094 / DIN 1055-2

Lagerungsdichte		über Grundwasser N_{10}	im Grundwasser N_{10}
Locker	0,15 < D ≤ 0,30	0 - 7	0 - 2
Mitteldicht	0,30 < D ≤ 0,50	8 - 17	3 - 10
Dicht	0,50 < D ≤ 0,75	> 17	> 10

Geschiebelehm / Geschiebemergel

Die bindigen Moränen sind unsortiert vom Eis abgelagerte Sedimente bei denen Grobkomponenten jeder Größenordnung regellos in eine bindige Grundmasse eingelagert sind. Die Grobkomponenten bilden üblicherweise kein stützendes Korngerüst. Die geotechnischen Eigenschaften werden von der bindigen Grundmasse bestimmt (matrixgestützter Diamikt).

Im untersuchten Gebiet besteht die Matrix vorwiegend aus sandigem, schwach tonigem oder tonigem Schluff. Der Gehalt an Kies ist deutlich, jedoch nicht sehr hoch („schwach kiesig bis kiesig“). Der Boden ist in mäßigem Umfang mit Steinen (Komponenten > 63 mm) und Blöcken durchsetzt. Das Auftreten großer Findlinge ist nicht auszuschließen.

Bei der Schurfaufnahme ließ sich im oberen Abschnitt der Schichtfolge jeweils eine bräunlich grau gefärbte, leicht angewitterte Zone feststellen, die in Anl. 2.2-3 als Geschiebelehm ausgewiesen ist. Dieser weist weiche Konsistenz auf, zum Teil mit Übergängen zu breiigem Zustand (siehe Anl. 4.2.1), die Wassergehalte bewegen sich zwischen etwa 15 % und 21 %.

Zur Tiefe erfolgt ein Farbumschwung ins Gelbgraue. Die Wassergehalte bewegen sich nun etwa zwischen 11 % und 20 %. Die Konsistenz schwankt nach manueller Einschätzung zwischen steif und halbfest. Im bodenmechanischen Labor wurde eine Probe als halbfest bestimmt (Anl. 4.2.2). Dieser Boden, der mit zunehmender Tiefe auch eine deutliche Zunahme der Schlagzahlen in den Rammdiagrammen zeigt, wird als Geschiebemergel bezeichnet.

Ab mindestens steifer Konsistenz ist die bindige Moräne als tragfähiger, setzungsarmer Baugrund einzustufen. Die bindige Matrix ist jedoch frost- und nässeempfindlich. Bei Wasserzutritt in Form von Schicht- oder Sickerwasser sowie bei Niederschlägen im Aushub weicht der Boden auf, womit sich die günstigen Eigenschaften verschlechtern.

4 Erdbautechnische Klassifizierung, Bodenkennwerte

Die erdbautechnische Klassifizierung der erschlossenen Böden ist wie folgt zusammenzustellen:

Tabelle 3: Erdbautechnische Klassifizierung

	Bodengruppe DIN 18196 06/2006	Bodenklasse * DIN 18300 09/2012	Bodenklasse ** DIN 18301 09/2012	Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 09
Verwitterungsdecke	TL,SU*	4	BB2-3,BN2	F3
Beckenablagerungen	TL,ST*,SU*	4,2[1)],5-7[2)]	BB2-3,BN2 BS1,BS3 Blöcke >0,63m	F3
Moränenkies	GU,GU* (X,Y)	3,4,5-7[2)]	BN1,BN2 BS1-4 Blöcke >0,63m	F2,F3
Geschiebelehm/-mergel	TL,TM, ST* (X,Y)	4, 2[1)],5-7[2)]	BB2-4;BS1-4 Blöcke >0,63m	F3

[1)] evtl. Verfüssigung wassergesättigter Sande bei Erschütterung, Aushubentlastung; stark aufgeweichter Geschiebelehm

[2)] Anreicherungen von Steinen und Blöcken, Findlinge; Bodenkl. 6 auch bei fester Konsistenz im Geschiebemergel

** Anm.: Nach DIN 18300 in neuester Ausgabe 09/2016 sind Homogenbereiche anzugeben, die in unserem Gutachten durch die gewählte, geologisch orientierte Schichtenfolge abgedeckt sind. Bodenklassen sind nicht mehr enthalten. Bis sich die neue DIN 18300 mit Homogenbereichen durchgesetzt hat, kann aus unserer Sicht auch noch die alte DIN 18300 angewendet werden. Die alte DIN 18300 Ausgabe 09/2012 ist dann in der Ausschreibung explizit vertraglich zu nennen bzw. zu vereinbaren. Ggf. können von uns in Zusammenarbeit mit dem Ausschreibenden auch gewerkspezifische Homogenbereiche erarbeitet werden.*

*** Anm.: Für die DIN 18301 gibt es ebenso eine neue Ausgabe von 09/2016 mit Homogenbereichen. Hier gilt das oben Genannte sinngemäß.*

Für erdstatische Berechnungen dürfen die nachfolgend aufgeführten, geschätzten Bodenkennwerte angesetzt werden.

Tabelle 4: Bodenkennwerte (charakteristisch)

	Wichte (feucht/u. Auftrieb) γ_k/γ'_k (kN/m^3)	Reibungswinkel φ'_k (°)	Kohäsion c'_k (kN/m^2)	Steifemodul $E_{S,k}$ (MN/m^2)
Verwitterungsdecke	18/8-19/9	25-30	0-1	3-6
Beckenschluff	20/10-21/11	25-27,5	1-2	5-10
Beckensand	18/8-19/9	30-32,5	0-1	10-20
Moränenkies	20/12-21/13	32,5-35	0-1	40-80
Geschiebelehm	20/10-21/11	25-27,5	2-3	5-10
Geschiebemergel	21/11-22/12	25-30	3-5	10-30

Das untersuchte Gebiet ist im Hinblick auf Erdbeben geotechnisch wie folgt einzustufen:

Tabelle 5: Erdbebenklassifizierung nach DIN 4149 : 2005-04

Erdbebenzone	Untergrundklasse	Baugrundklasse
1	S	B-C

5 Grundwasserverhältnisse

Im Baggerschurf SG3 wurde in Tiefe von 1,7 m bzw. 2,8 m Schichtwasserzutritte beobachtet. Alle anderen Aufschlüsse blieben trocken.

Die allgemeine Grundwassersituation ist wie folgt zu beschreiben:

Die bindige Moräne ist prinzipiell ein gering durchlässiger, wasserhemmender Untergrund. Wasserbewegungen beschränken sich auf lokale Zonen erhöhter Durchlässigkeit, also stärker sandige oder kiesige Abschnitte, die den Geschiebemergel aderförmig durchziehen können. Im Allgemeinen herrschen in den wasserführenden Abschnitten gespannte Grundwasserverhältnisse vor. In Abhängigkeit von Ausbildung, Erstreckung und Raumlage derartiger Zonen kann der Wasserandrang beim Anschneiden in der Baugrube unterschiedlich stark sein. Kleinere, isolierte Linsen „bluten“ u.U. rasch aus, ausgedehnte Adern können auch permanenten Wasserzulauf ermöglichen.

Vorrangige Schichtwasserhorizonte bilden die Grenzzonen zwischen sandiger Verwitterungsdecke und Geschiebelehm sowie zwischen angewittertem Geschiebelehm und gut konsolidiertem Geschiebemergel (vgl. SG3). Dasselbe gilt für die Basis des Moränekiespakets im Nordteil des Gebiets.

Dem Aufschlussbild zufolge ist insgesamt für das Baugebiet von eher unbedeutender Wasserführung auszugehen.

6 Durchlässigkeit, Versickerungsmöglichkeiten

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit wurden zwei Sickerversuche SV1-2/17 im Baggerschurf SG1/17 durchgeführt. Die Sickerversuche fanden in Tiefen von 0,8 m unter GOK im Beckenschluff und 1,5 m unter GOK im Moränekies statt.

Die Versuchsdaten sind den Anlagen 3.1-2 zu entnehmen. Im ersten Diagramm ist jeweils der Wasserspiegelabsunk zeitbezogen dargestellt. Das zweite Diagramm zeigt den Durchlässigkeitsbeiwert (ermittelt mit der Methode nach USBR), ebenfalls bezogen auf die Zeit. Die Auswertung der Versuche kommt zu folgenden Ergebnissen:

Tabelle 6: ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte kf

Versuch	SV1/17	SV2/17
Schurf Nr.	SG1/17	SG1/17
Schicht	Moränekies	Beckenschluff
Versuchstiefe m uGel	1,5	0,8
Durchlässigkeit k_f m/s	5×10^{-6}	4×10^{-8}

Mit den über die Sickerversuche ermittelten Werten stellt sich der Moränekies als durchlässiger Boden im Sinn von DIN 18 130 dar, der Beckenschluff ist als schwach durchlässig zu bezeichnen.

Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten gingen die Planungen dahin, im Nordteil des Gebiets eine zentrale Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers vorzunehmen. Die Einrichtung einer Versickerungsanlage am geplanten Standort wäre nach dem Ergebnis der Sickerversuche prinzipiell möglich, wenn ein Anschluss an den Moränekies hergestellt wird. Es ist jedoch sicherzustellen, dass durch die Versickerungsanlage keine negative Beeinflussung der Nachbarbebauung entsteht. Da die Terrasse des nördlichen Anliegers rund 3,5 m tiefer liegt als die GOK am geplanten Standort der Versickerung, wäre eine Beeinflussung beim aktuellen Kenntnisstand nicht auszuschließen. Soll am geplanten Standort versickert werden, wäre die Mächtigkeit des Moränenkieses bzw. der Verlauf seiner Schichtuntergrenze durch tiefere Bohraufschlüsse zu erkunden.

Die inzwischen aktualisierte Planung sieht vor, an diesem Standort eine Retentionsmulde einzurichten, über die das Niederschlagswasser nach einer Reinigungspassage in den Burgweiher eingeleitet wird. Eine Versickerung in den Untergrund soll dabei verhindert werden. Somit sind die Sohle und die Böschungen der Mulde z.B. mit einem Lehmschlag gegen den anstehenden Untergrund abzudichten.

Das Konzept ist frühzeitig mit der Genehmigungsbehörde (Landratsamt, Untere Wasserbehörde) abzustimmen.

7 Geotechnische Beurteilung des Vorhabens

Nachfolgend werden für das geplante Baugebiet Aussagen zur Erschließung, hier speziell zu Kanal- und Straßenbaumaßnahmen getroffen. Des Weiteren werden prinzipielle Angaben zu Bauwerksgründungen gegeben, die allerdings im Zuge der einzelnen Planungen zu verifizieren sind.

Kanalbau

Trassenlage und Verlegetiefe sind derzeit noch nicht bekannt. Zu erwarten ist, dass übliche Verlegetiefen von rund 2 - 4 m unter Gelände geplant werden, so dass die Verlegung weitgehend im Bereich der tragfähigen Moräne (Geschiebemergel, bzw. im Norden Moränekies) zu liegen kommt.

Der Wasserzutritt in den Kanalgraben wird sich auf Schicht- und Sickerwasser sowie Tagwasser beschränken.

Der Grabenverbau kann mit großformatigem, gestütztem Verbaugerät vorgenommen werden. Alternativ können bei ausreichenden Platzverhältnissen auch freie Böschungen erstellt werden, wobei in den anstehenden Lockerböden Böschungsneigungen von maximal 45° vorzusehen sind. DIN 4124 („Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau“, Ausgabe 10.2002) ist zu beachten.

Für die Leitungsverlegung wird der Bettungstyp 1 nach DIN EN 1610 („Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen“, Stand 1997) mit mind. 10 cm Bettungsschicht empfohlen. Hierzu ist die Aushubsohle zuvor nachzuverdichten und anschließend das Bettungsmaterial einzubauen. Sofern in der Sohle noch weiche bindige Böden anstehen, sind diese gegen Kiessand bzw. Magerbeton auszutauschen.

Hinzuweisen ist noch auf die Frost- und Nässeempfindlichkeit der bindigen Böden, weshalb die Arbeiten möglichst bei günstiger Witterung auszuführen sind bzw. immer nur so viel auszuheben ist, wie auch umgehend wieder überbaut / versiegelt werden kann.

Für die Planung, Ausführung und Prüfung der Verfüllung sind die DIN EN 1610 sowie die ZTVE-Stb 09 („Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“) zu beachten.

Zur Verfüllung der Leitungszone ist ein geeignetes Material nach DIN EN 1610 (z.B. körnige, ungebundene Baustoffe sowie hydraulisch gebundene Baustoffe) zu wählen. Das Verfüllmaterial und die Verdichtung sind auf das einzubauende Rohr abzustimmen. In der Leitungszone darf nur mit leichtem Verdichtungsgerät gearbeitet werden.

In der Hauptverfüllung ist verdichtungsfähiges Material (z.B. Bodengruppen GW, GU und GU* gemäß DIN 18196) lagenweise bis auf mindestens 98 % der einfachen Proctordichte einzubauen. Die obersten zwei Lagen unter dem frostsicheren Oberbau sind mit mindestens 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen (statische Plattendruckversuche, Dichteprüfungen etc.).

Ausgehobener Moränekies kann nach Abtrennung von Steinen und Blöcken in der Hauptverfüllung des Kanalgrabens wieder eingebaut werden. Daneben können auch die stärker bindigen Aushubböden (Verwitterungslehm, Beckensedimente, Geschiebelehm/-mergel) wieder eingebaut werden, wenn sie durch Bindemittelzugabe für eine ausreichende Verdichtung stabilisiert werden. Art und Dosiermenge des Bindemittels sind über Eignungsprüfungen festzulegen. Vorab ist mit rund 5 % Mischbindemittel (bezogen auf die Trockendichte) zu rechnen. Zur Reduzierung von Staubentwicklung bei Bindemittelaustrag und Einfräsen empfiehlt es sich, granuliertes Bindemittel einzusetzen. Bei den Stabilisierungsmaßnahmen mit hydraulischem Bindemittel ist das „Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“, Ausgabe 2004, FGSV-Verlag, Köln, zu beachten.

Bindemittelstabilisierungen erfordern allerdings erhöhte Sachkunde und entsprechende Erfahrung des ausführenden Bauunternehmens und werden erfahrungsgemäß nicht von allen Bietern gleichermaßen sicher beherrscht. Des Weiteren ist die Bodenverbesserung stark witterungsabhängig und es ist mit Erschwernissen wie z.B. Steinen, Blöcken im Geschiebemergel zu rechnen. Aus diesen Gründen ist eine Grabenverfüllung aus bindemittelstabilisiertem Material nur im Rahmen von Sondervorschlägen zu sehen.

Der Verbau ist bei der Grabenverfüllung vorauseilend („Zug um Zug“) hochzuziehen, damit das Verfüllmaterial kraftschlüssig an das seitliche Erdreich angedichtet wird.

Bei Einsatz eines sandig-kiesigen Materials sind zur Verhinderung einer Längsdrainage im Abstand von ca. 30 m Querriegel aus wasserhemmenden Böden (Lehmschlag) oder Beton vorzusehen, die auch die Leitungszone und – sofern rolliges Material verwendet wird – die Bettungsschicht einschließen.

Straßenbau

Die Gradiente der zukünftigen Straße wird voraussichtlich etwa geländegleich zu liegen kommen.

Der frostsichere Straßenaufbau ist nach RStO 12 („Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“, Stand 2012) zu planen und herzustellen. Als Mindestkriterium für eine ausreichende Tragfähigkeit des Erdplanums bei Unterkante des Straßenoberbaus wird dabei unabhängig vom gewählten Aufbau und der Belastungsklasse ein Verformungsmo-

dul von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² beim statischen Plattendruckversuch gefordert. Dieser Wert ist nachzuweisen.

Nach Abschub des Mutterbodens (Oberboden) stehen meist bindige, gering bis mäßig tragfähige Deckschichten (Verwitterungslehm/-sand, Beckenschluff, ggf. Geschiebelehm) an. Die Konsistenz der bindigen Böden variiert nach der Baugrunderkundung zwischen weich und steif bis halbfest.

In bindigen Böden von weicher bis steifer Konsistenz wird das geforderte Mindestkriterium erfahrungsgemäß allein durch Nachverdichtung und ohne zusätzliche Maßnahmen nicht erreicht, so dass hier über weite Strecken Maßnahmen zur Stabilisierung des Erdplanums erforderlich werden.

Bereiche höherer Tragfähigkeit können ggf. durch Plattendruckversuche abgegrenzt werden.

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang auch, dass sich oberflächennah, im Laufe der Jahreszeiten, der Wassergehalt und damit die Konsistenz des Bodens stark verändern kann. Material, dass als steif angesprochen wurde, kann nach Niederschlags- bzw. Frostperioden auch aufgeweicht sein.

Als Planumsstabilisierung zur Herstellung eines tragfähigen Erdplanums wird die Herstellung eines Bodenaustauschkörpers empfohlen. Für den Bodenaustausch ist bis ca. 30 cm unter das spätere Erdplanum auszuheben. Sofern die Sohle aufgeweicht ist und sich nicht nachverdichten lässt, ist diese durch Eindrücken von Brechkorn (gebrochenes Material, Körnung ca. 20/40) zu stabilisieren. Dazu wird eine Lage Brechkorn auf die Aushubsohle aufgebracht und eingewalzt, so dass die Körner vollständig in den Untergrund eingedrückt werden. Gegebenenfalls überschüssiges Material ist anschließend wieder abzuziehen. Als Materialbedarf wird eine Schüttstärke von ca. 10 cm abgeschätzt.

Anschließend ist der Bodenersatzkörper einzubauen. Die Aushubsohle ist stark frost- und nässeempfindlich und daher umgehend nach der Freilegung und Stabilisierung wieder zu überbauen. Für den Geländeaufbau (Bodenersatzkörper) bis auf Höhe des Erdplanums ist ein gut kornabgestufter, verdichtungsfähiger Kies-Sand (z.B. GW-GU nach DIN 18196, Wandkies nach Abtrennung von Steinen) zu verwenden. Das Material ist verdichtet einzubauen, die Tragfähigkeit ist zu kontrollieren und nachzuweisen. Der Aufbau ist durch Testfelder zu prüfen und ggf. zu optimieren.

Alternativ ist die Herstellung eines stabilen Erdplanums durch Einfräsen von Kalk-Zement-Bindemittel möglich. Als Schichtstärke wäre hierbei eine einfache Frästiefe von ca. 40 cm einzukalkulieren. Art und Dosiermenge des Bindemittels sind über Eignungsprüfungen festzulegen. Die o.g. Angaben (Kap. Kanalbau) gelten sinngemäß.

Da hohe Sachkunde der ausführenden Firmen erforderlich ist, die Arbeiten stark witterungsabhängig sind und zudem die gesamte Kanal- und Leitungsverlegung inkl. Hausanschlüsse etc. in die Planung einzubeziehen ist *(Anm.: Mit hydraulischem Bindemittel stabilisierter Boden erreicht langfristig hohe Festigkeiten und ist nachträglich nur schwer wieder zu lösen.)*, ist diese Variante nur im Bereich von Sondervorschlägen zu sehen.

Bauwerksgründungen

Grundsätzlich sind zur Bemessung von Gründungen die DIN EN 1997-1:2009-09; Eurocode 7: „Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1 Allgemeine Regeln“, mit nationalem Anhang DIN EN1997-1/NA:2010-12 sowie die DIN 1054:2010-12 „Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“ mit Änderung A1:2012 + A2:2015 (enthalten im Handbuch Eurocode 7 „Geotechnische Bemessung“ Band 1: Allgemeine Regeln; 2. Auflage 2015; Beuth Verlag, Berlin) zu beachten.

Anm.: DIN EN 1997-1: März 2014 „Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013“ ist noch nicht bauaufsichtlich in Baden-Württemberg eingeführt und wird es voraussichtlich auch nicht. 2020 soll eine komplett überarbeitete Version erscheinen.

Die frostsichere Mindesteinbindetiefe von Gründungskörpern ist in Michelwinnaden mit $t \geq 1{,}0$ m anzugeben.

Hinsichtlich der Bauwerksgründungen ist zu unterscheiden zwischen unterkellerten und nicht unterkellerten Gebäuden.

Gründungssohlen von unterkellerten Gebäuden kommen voraussichtlich meist in tragfähigen Schichten zu liegen. Im mindestens steifen Geschiebemergel bzw. im Moränekies kann über Einzel- und Steifenfundamente bzw. besser über eine biegesteife Bodenplatte (Flächengründung) flach gegründet werden. Sofern noch weiche Bodenschichten unter der Gründungssohle anstehen sollten, sind gegebenenfalls ein Bodenaustausch oder Fundamentvertiefungen aus Magerbeton vorzusehen.

Bei nicht unterkellerten Gebäuden sind voraussichtlich zusätzliche Maßnahmen zur Gründung erforderlich.

Ohne Untersuchungen am jeweiligen Gebäudestandort und gegebenenfalls erdstatische Berechnungen sind Gründungen in den Deckschichten abzulehnen, da in den bindigen Deckschichten größere Setzungen bzw. Differenzsetzungen möglich sind.

Voraussichtlich sind biegesteife Bodenplatten auf Teilbodenersatzkörper wirtschaftlich. Stellenweise bzw. je nach Tragwerksausbildung und Lastsituation können aber auch Fundamentvertiefungen (Magerbetonsockel, Brunnen) bis in die tragfähige Moräne (Moränekies bzw. mindestens steifer Geschiebemergel) sinnvoll sein.

Die Bauwerksgründungen sind detailliert zu planen. In jedem Falle ist am Einzelobjekt eine Prüfung bzw. gegebenenfalls eine ergänzende Untersuchung durch einen Sachverständigen für Geotechnik durchzuführen.

Retentionsbecken

Wie bereits in Kap. 6 angesprochen, ist vorgesehen, im Nordteil des Gebiets, im Bereich der Aufschlüsse SG1-1a ein Retentionsbecken einzurichten, in dem das zugeführte Niederschlagswasser über eine Reinigungsschicht (Sand-Humus-Schicht) gereinigt, anschließend gefasst und der Vorflut Burgweiher zugeleitet wird.

Um eine Versickerung, also eine Einspeisung ins Grundwasser und eine eventuelle Gefährdung der nächstgelegenen Anlieger zu vermeiden, muss das Becken abgedichtet werden.

Nach Information von Herrn Beyrle, Stadt Bad Waldsee, dürfte das Wasser aus dem Regenwasserkanal direkt in die Riß eingeleitet werden, da es aber zuvor in den Burgweiher läuft, ist eine „gewisse“ Vorreinigung erforderlich.

Nach Aushub der vorhandenen Schichten bis in die erforderliche Tiefe könnte der Aufbau in Anlehnung an das ATV-Arbeitsblatt A-138 von unten nach oben wie folgt gestaltet werden:

- 20 cm Lehmdichtung in Sohle und Böschung (als Dichtmaterial eignen sich die anstehenden Böden Geschiebelehm/-mergel bei geeignetem Wassergehalt)
- Trennvlies
- 30 cm gewaschener Rollkies (z.B. 8/16) mit eingelegten Dränagerohren zur Ableitung des Wassers in die Vorflut; Putzöffnungen für die Dränleitungen sind vorzusehen
- Filtervlies
- 20 cm Sand-Humus-Gemisch, $k_f \approx 5 \times 10^{-5}$ m/s

Das Becken ist mit dem Durchlässigkeitsbeiwert des Sand-Humus-Gemischs zu dimensionieren.

Für Regenereignisse, die über dem Niederschlagswert für die Beckendimensionierung liegen, ist ein Notüberlauf vorzusehen.

Es wird empfohlen, die Maßnahmen bereits im Vorfeld mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen.

Baubegleitende Hinweise

Der Mutterboden (A-Horizont) ist vor Beginn der Geländearbeiten abzutragen. Er kann gegebenenfalls gelagert und anschließend zum Wiedereinbau für Landschaftsgestaltung (Bodenverwertung) verwendet werden.

Die DIN 18915 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten“, Stand 08.2002, sowie die DIN 19731 „Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial“, Stand 05.1998, sind zu beachten.

Die Verwitterungsdecke (B-Horizont) bildet den sogenannten kulturfähigen Unterboden. Dies ist die, entkalkte und aufgelockerte Zone unterhalb des Oberbodens, aus der Pflanzen und Kleinlebewesen, wie z.B. Würmer, Mineralstoffe entziehen. Das heißt, diese Bodenzone ist ebenso wie der humose Oberboden als Rohstoff zu betrachten und soll wiederverwendet werden. Aushub aus dieser Zone soll also innerhalb des Baugebiets direkt unterhalb des Oberbodens wieder eingebaut werden. Externe Verwendungsmöglichkeiten liegen in erster Linie im Bereich von Rekultivierungsmaßnahmen (Kiesgruben, Bodenaustausch in belasteten Flächen), des Weiteren in der Land- und Forstwirtschaft (Bodenverbesserung, Ausgleich der Geländemorphologie etc.).

Für Aushub, der abgefahren werden soll, ist Folgendes anzumerken: gewachsener Boden außerhalb von Auffüllungen kann gegebenenfalls bis zu einer Menge von 500 m³ mittels „einfacher“ Unbedenklichkeitserklärung einer Verwertung z.B. als Grubenverfüllung zugeführt werden. Über 500 m³ werden üblicherweise chemische Analysen erforderlich.

Baugrubenböschungen können, sofern es die Platzverhältnisse zulassen, in den anstehenden Lockerböden mit einer Neigung von maximal 45° frei geböscht werden. DIN 4124 („Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau“, Ausgabe 01.2012) ist zu beachten.

Mit den Schürfen und Rammsondierungen wurde kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen. Generell ist aber in allen Tiefenlagen - insbesondere nach Niederschlagsperioden – mit lokaler Sicker- / Schichtwasserführung zu rechnen.

Für die Ableitung von Schicht-, Sicker- und Tagwasser aus Baugruben ist eine offene Wasserhaltung einzukalkulieren.

Auch wenn die Baugrube während der Bauzeit trocken bleiben sollte, ist dies kein Indiz für einen dauerhaft trockenen / wasserfreien Untergrund. Es ist vielmehr damit zu rechnen, dass Niederschlagswasser im verfüllten Arbeitsraum der Baugruben verstärkt einsickert und zur Tiefe nicht versickern kann („Badewanneneffekt“).

Auf einen ausreichenden Schutz der Gebäude vor Feuchtigkeit nach DIN 4095 („Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung“, Ausgabe 07.1990) ist zu achten. In das Erdreich einbindende Bauwerksteile sind demnach wasserdicht und auftriebssicher auszubilden (z.B. „Weiße Wanne“), wenn nicht eine Dränage mit gesichertem und genehmigtem Vorflutanschluss ausgebildet werden kann (z.B. Anschluss an RW-Kanal).

Bei nicht unterkellerten Gebäuden ist unterhalb der Bodenplatte eine mindestens 15 cm starke kapillarbrechende Schicht (z.B. Rollierung 8/16) auf Vliesunterlage mit freiem Auslauf anzuordnen, wenn nicht eine wasserdichte Bodenplatte gewählt wird.

Besonders hinzuweisen ist außerdem auf die starke Frost- und Nässeempfindlichkeit der anstehenden Böden, die mit Entfestigung auf Feuchtigkeitszutritt reagieren. Aushubsohlen in bindigen Böden (Verwitterungslehm, Beckensedimente, Geschiebelehm/-mergel) sind daher nach Freilegung umgehend zu überbauen. Stark aufgeweichte Partien sind auszutauschen.

Hinzuweisen ist noch darauf, dass die bindigen Böden bei Überbauung / Versiegelung auch lastunabhängig durch Austrocknung ihr Volumen verringern können. Dieser Effekt kann unter Umständen länger anhalten. Auch ein Wasserentzug durch größere Pflanzen kann langfristig Gebäudeschäden verursachen.

Zusammenfassung

Das Baugebiet ist zusammenfassend als bebaubar zu beurteilen, wenngleich die gering bis mäßig tragfähigen Deckschichten für Mehrkosten sorgen können. Diese liegen bei den Straßen- und Kanalbaumaßnahmen im „üblichen Rahmen".

Wohngebäude mit Unterkellerung werden im Allgemeinen auf biegesteifen Bodenplatten (Flächengründung), gegebenenfalls mit einer Kies-Ausgleichsschicht, gegründet werden können. Für nicht unterkellerte Gebäude sind zusätzliche Aufwendungen wie Teilbodenersatzkörper, Magerbetonvertiefungen (Brunnengründungen) einzukalkulieren. Am Einzelobjekt sind jeweils eigenständige Gründungsberatungen mit ggf. ergänzenden Untersuchungen und Standsicherheitsnachweisen durch einen Sachverständigen für Geotechnik vorzunehmen.

Anm.: Es obliegt den vor Ort mit der Umsetzung der Baumaßnahme verantwortlich tätigen Fachkräften, die hier aufgeführten Angaben und Empfehlungen den technischen Regeln entsprechend umzusetzen, prüfen oder abnehmen zu lassen. Sofern im Zuge des Erdbaus die Baugrundverhältnisse gegenüber den Erwartungen abweichen oder sich Unklarheiten ergeben, ist in jedem Falle unser Büro zu Rate zu ziehen.

Projektbearbeiter: Dipl.-Geol. Peter Lath (Geologie)
Dipl.-Ing. Stefan Niefer (Geotechnik)



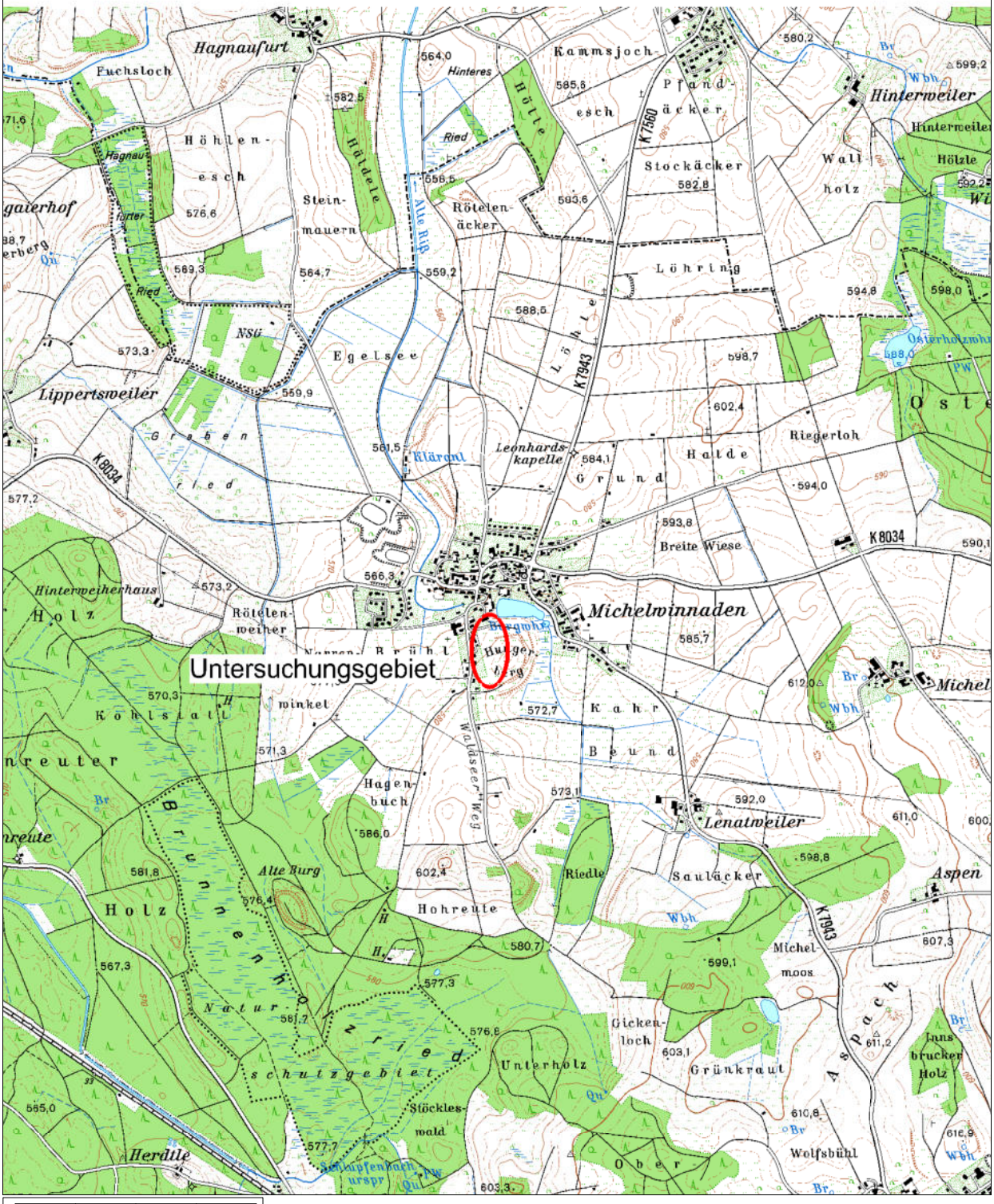
Dr. Ebel & Co. GmbH

Michelwinnaden
Baugebiet Hungerberg
AZ 170309

Anlage 1.1

Übersichtslageplan

Maßstab 1:25000



Top. Karte 1:25000 Baden-Württemberg (Süd), Maßstab 1:25000
© Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2002

HB
10031 W.Sch.
577,079 m NN

SV1-2/17

SG1a/17

SG1/17

DPH1/17

SG2/17

DPH2/17

SG3/17

DPH3/17

HB
5039
D=574,83
A=571,90
E=571,91

19014 W.Sch.
N 576,070

19009
N 570,959

10010 GP
N 575,135

10001 GP
N 578,200

19011
N 575,545

19005
N 577,623

19004
N 575,126

19003
N 577,348

19002
N 578,744

m 10 20 30 40 50

SG	Baggerschurf	
DPH	schwere Rammsondierung	
HB	Höhenbezugspunkt	
SV	Sickerversuch	

Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Arnach
Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99
info@geotechnik-ebel.de

Vorhaben:

Michelwinnaden, Baugebiet Hungerberg

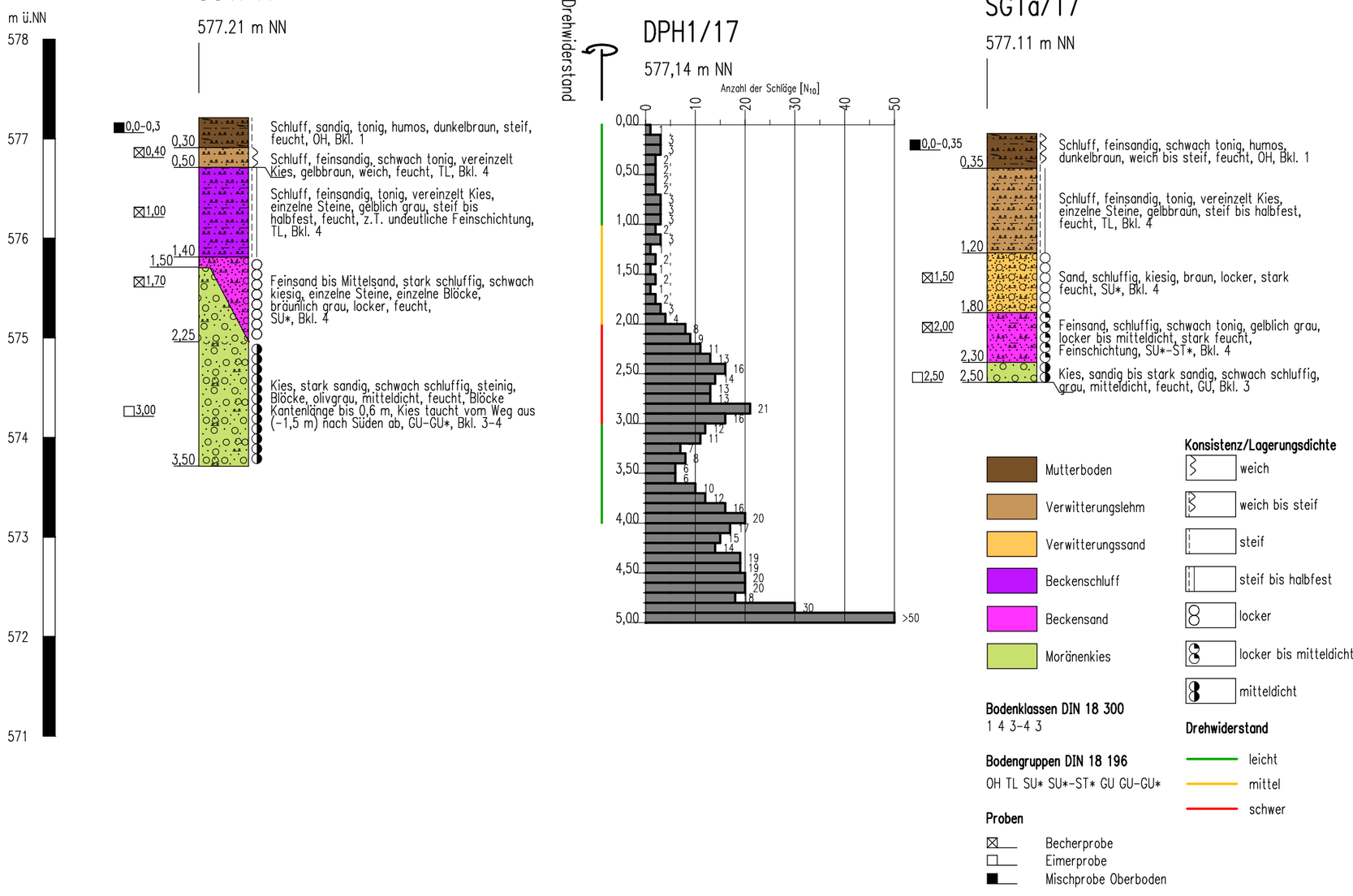
Plan:	Maßstab:
Lageplan	1:1000

Aktenzeichen:	Anlage:	Grundlage:
AZ 170309	1.2	

Michelwinnaden,
Baugebiet Hungerberg
AZ 170309

Anlage 2.1

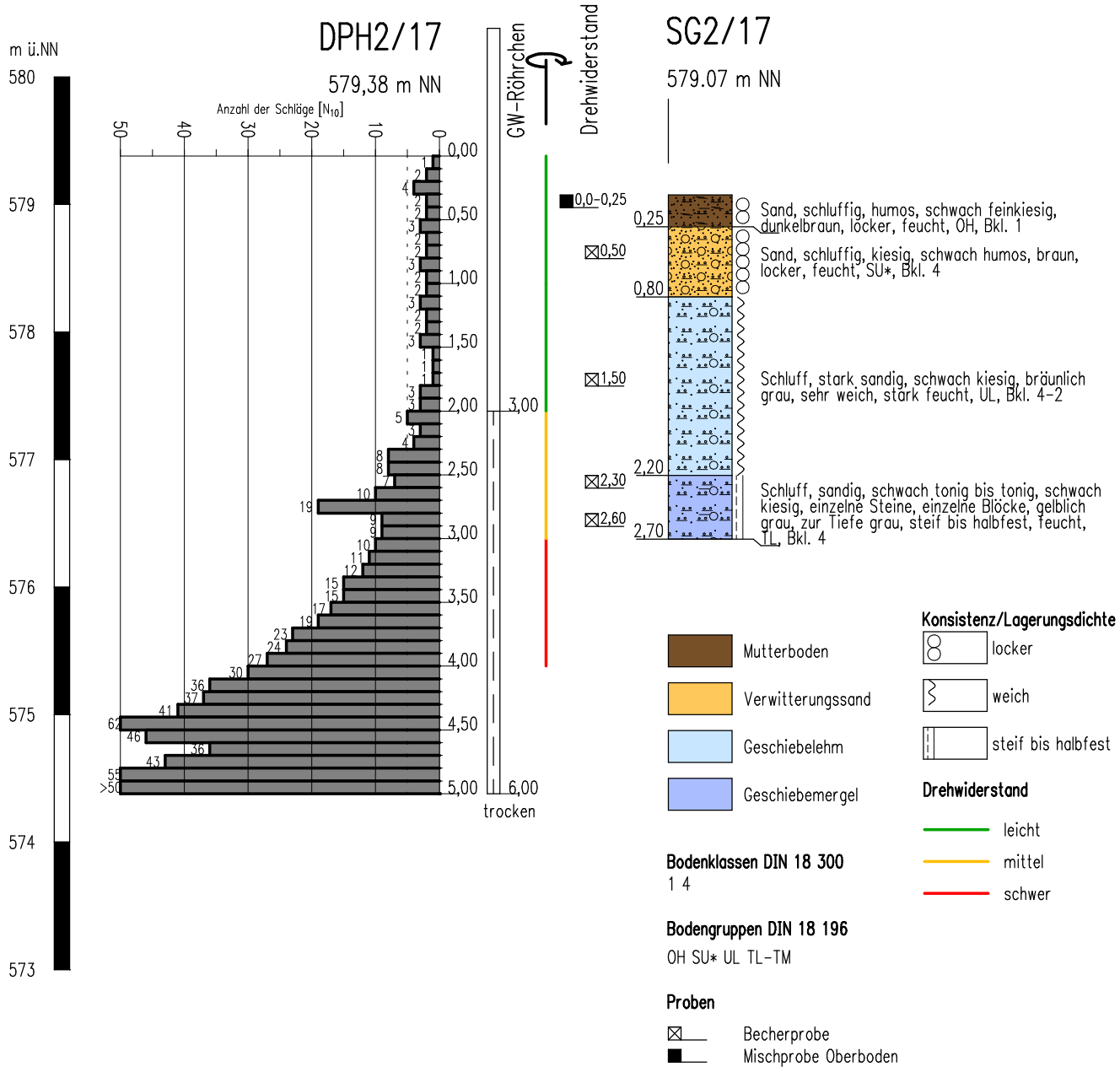
Rammdiagramm und Schichtsäulen
Höhenmaßstab 1:50



Michelwinnaden,
Baugebiet Hungerberg
AZ 170309

Anlage 2.2

Rammdiagramm und Schichtsäule
Höhenmaßstab 1:50

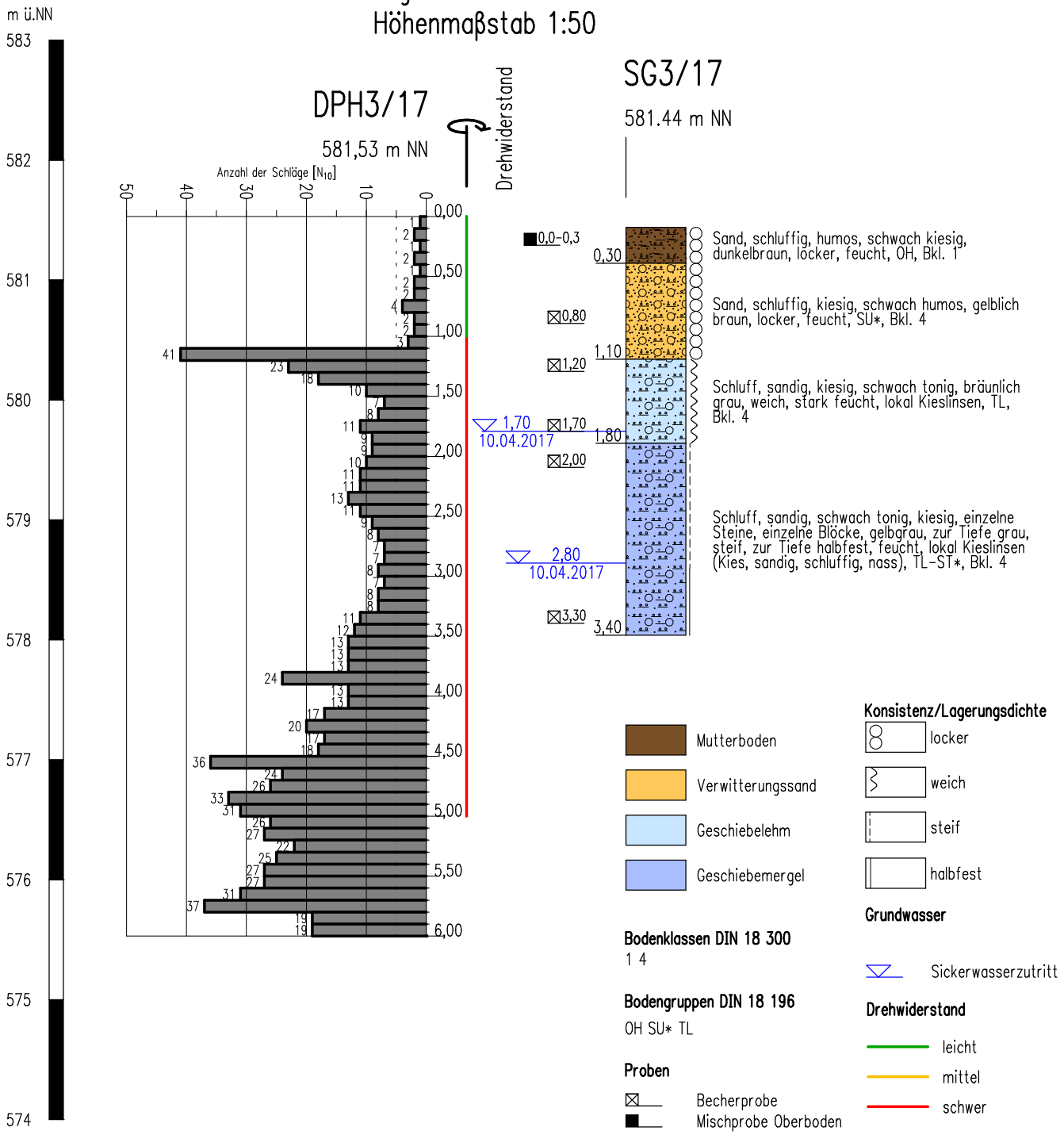


Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft mbH

Michelwinnaden,
Baugebiet Hungerberg
AZ 170309

Anlage 2.3

Rammdiagramm und Schichtsäule
Höhenmaßstab 1:50

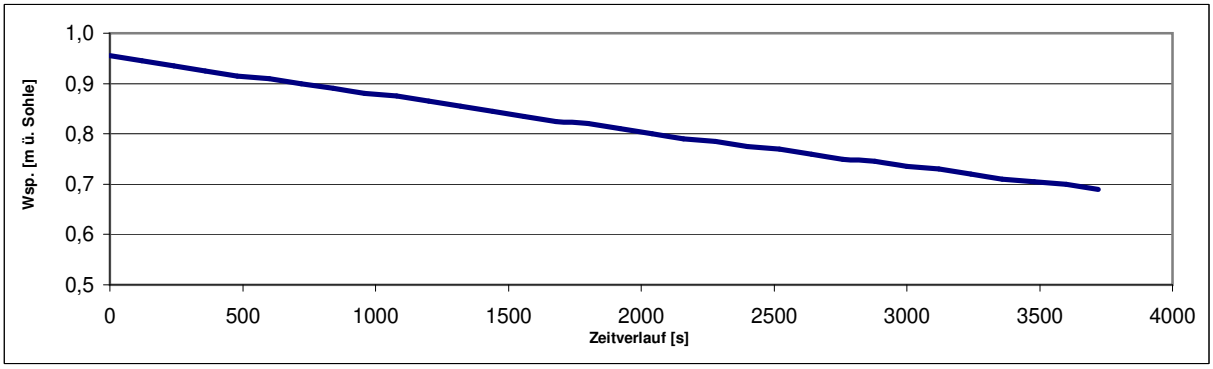


Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft mbH

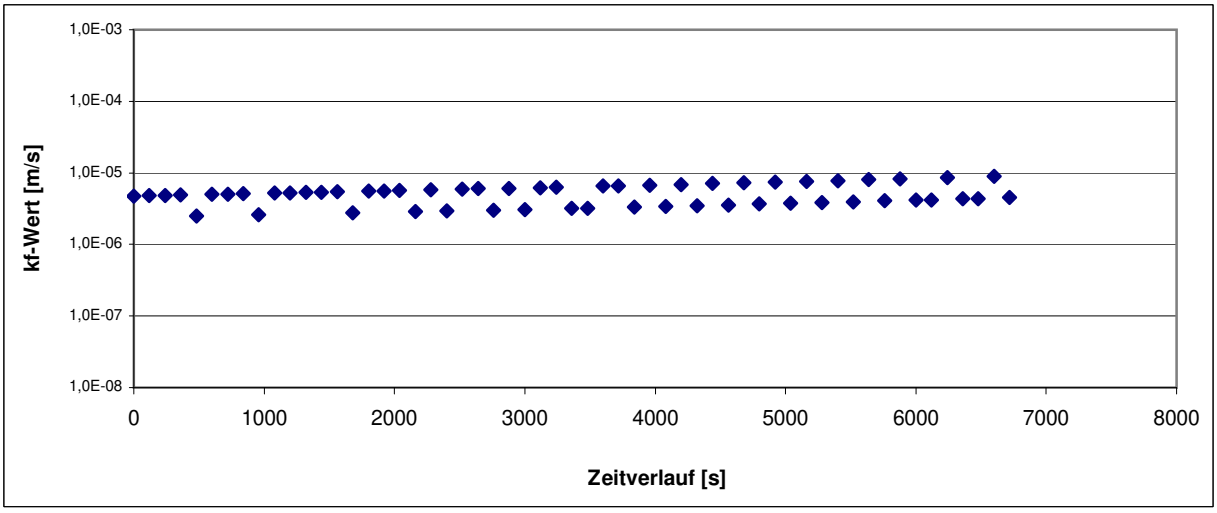
Auswertung eines Eingießversuches im Baggerschurf
Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit

Versuch-Nr.:	**SV1/17**	**Schürfgrube:**	**SG1/17**
Versickerungstiefe:	1,50 m	geprüfter Boden:	Moränenkies
Versuchsdatum:	10.04.2017	Bemerkungen:	

Eingießversuch im zeitlichen Verlauf (Sondenmessung)



Auswertung nach USBR



Mittelwert: **k_f = 5,1E-06 m/s**

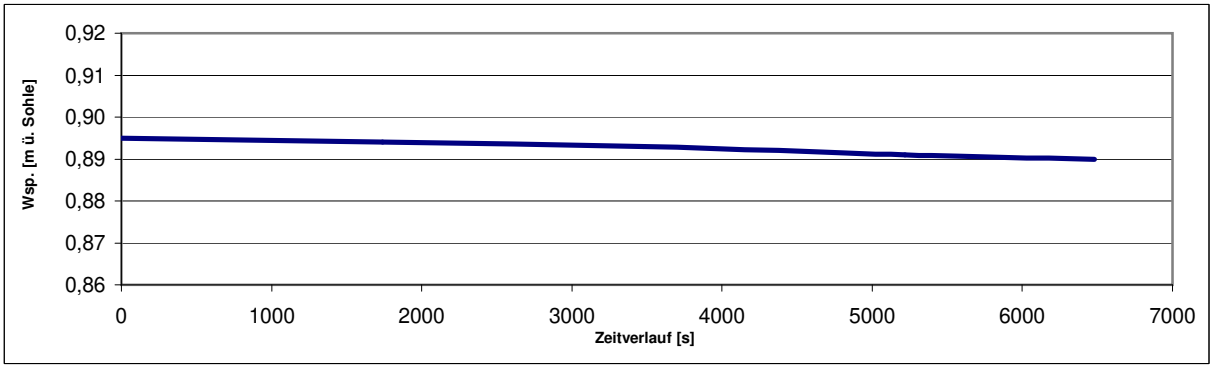
Durchlässigkeitsbeiwerte nach DIN 18130 in m/s

> 10^{-2}	sehr stark durchlässig
10^{-2} bis 10^{-4}	stark durchlässig
10^{-4} bis 10^{-6}	durchlässig
10^{-6} bis 10^{-8}	schwach durchlässig
10^{-8} bis 10^{-9}	sehr schwach durchlässig
< 10^{-9}	nahezu völlig undurchlässig

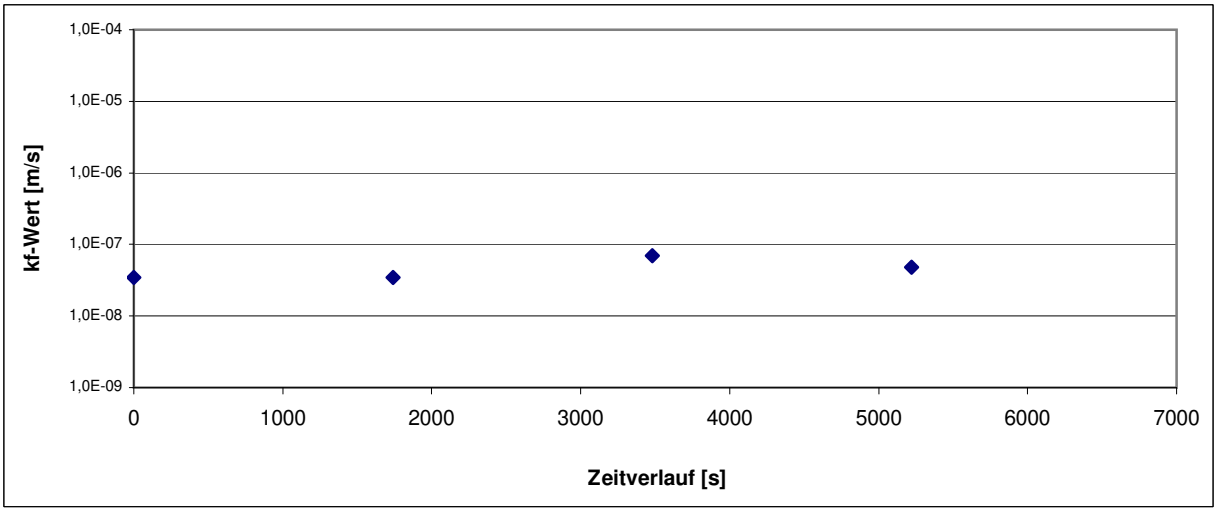
Auswertung eines Eingießversuches im Baggerschurf
Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit

Versuch-Nr.:	**SV2/17**	**Schürfgrube:**	**SG1/17**
Versickerungstiefe:	0,80 m	geprüfter Boden:	Beckenschluff
Versuchsdatum:	10.04.2017	Bemerkungen:	

Eingießversuch im zeitlichen Verlauf (Sondenmessung)



Auswertung nach USBR



Mittelwert: k_f = **4,7E-08 m/s**

Durchlässigkeitsbeiwerte nach DIN 18130 in m/s

> 10^{-2}	sehr stark durchlässig
10^{-2} bis 10^{-4}	stark durchlässig
10^{-4} bis 10^{-6}	durchlässig
10^{-6} bis 10^{-8}	schwach durchlässig
10^{-8} bis 10^{-9}	sehr schwach durchlässig
< 10^{-9}	nahezu völlig undurchlässig

AZ 170309
Michelwinnaden, Baugebiet Hungerberg
Büro Dr. Ebel & Co. GmbH, Bad Wurzach-Arnach

Anlage 4.1

Wassergehalt nach DIN 18121 durch Ofentrocknung

Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Zusammen-setzung	Wassergehalt [Massen-%]	Bemerkung
1	SG2/17	0,5	Gesamt	19,5	Verwitterungssand
2	SG2/17	1,5	Gesamt	19,9	Geschiebelehm
3			< 4 mm	21,6	
4	SG2/17	2,3	Gesamt	18,6	Geschiebemergel
5			< 4 mm	19,6	
6	SG2/17	2,6	Gesamt	10,0	Geschiebemergel
7			< 4 mm	11,5	
8	SG3/17	0,8	Gesamt	16,8	Verwitterungssand
9	SG3/17	1,2	Gesamt	18,2	Geschiebelehm
10			< 4 mm	21,2	
11	SG3/17	1,7	Gesamt	11,8	Geschiebelehm
12			< 4 mm	14,5	
13	SG3/17	2,0	Gesamt	9,5	Geschiebemergel
14			< 4 mm	11,2	
15	SG3/17	3,3	Gesamt	11,2	Geschiebemergel
16			< 4 mm	12,7	

BK: Kernbohrung
SG: Schürfgrube
RKS: Rammkernsondierung
EP: Eimerprobe

Dr. Ebel & Co.
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
St.-Ulrich-Straße 21
88410 Bad Wurzach - Arnach

Bericht: AZ 170309
Anlage: 4.2.1

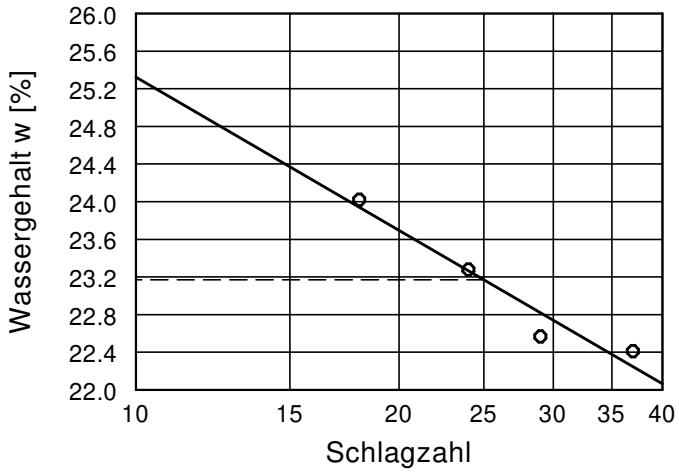
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Michelwinnaden

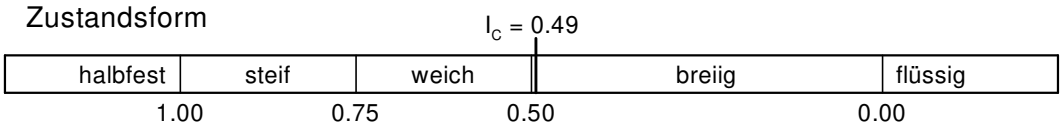
Baugebiet Hungerberg

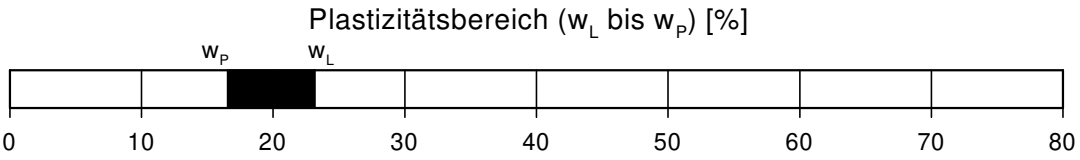
Bearbeiter: Flö Datum: 24.07.2017

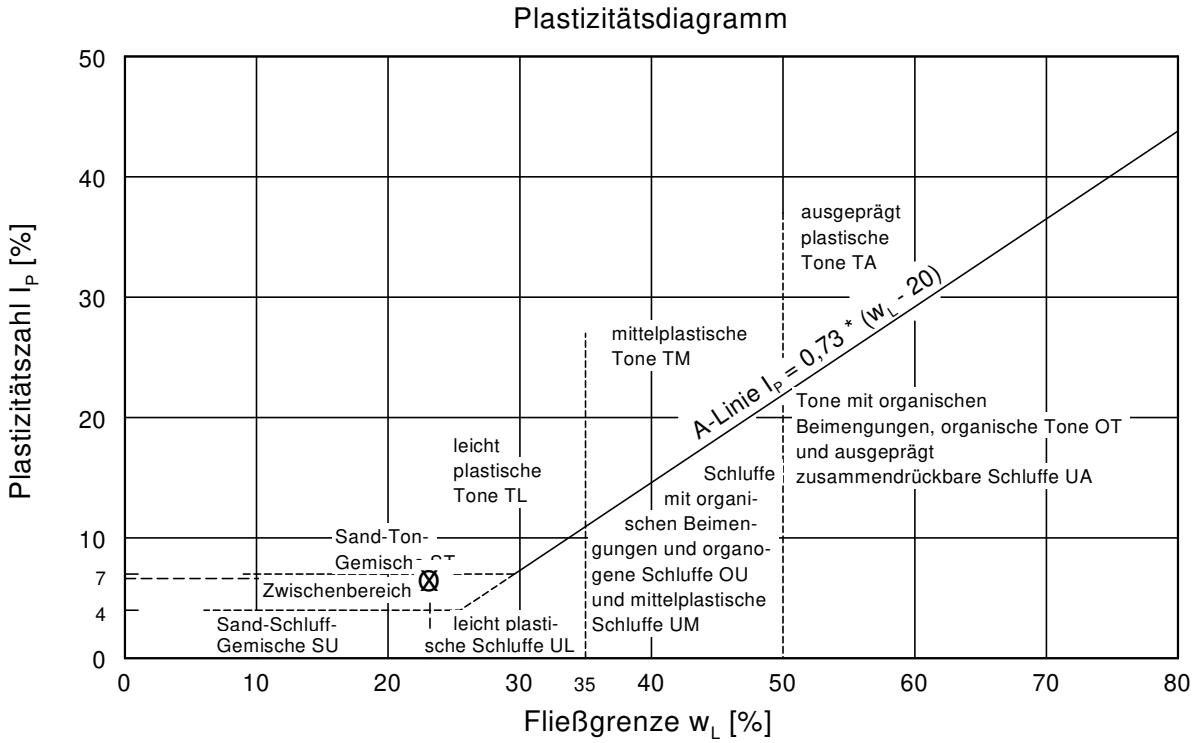
Prüfungsnummer:
Entnahmestelle: SG2/17
Tiefe: 1,5 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Geschiebelehm
Probe entnommen am: 10.04.2017



Wassergehalt w =	19.9 %
Fließgrenze w_L =	23.2 %
Ausrollgrenze w_P =	16.5 %
Plastizitätszahl I_P =	6.7 %
Konsistenzzahl I_C =	0.49







Dr. Ebel & Co.
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
St.-Ulrich-Straße 21
88410 Bad Wurzach - Arnach

Bericht: AZ 170309
Anlage: 4.2.2

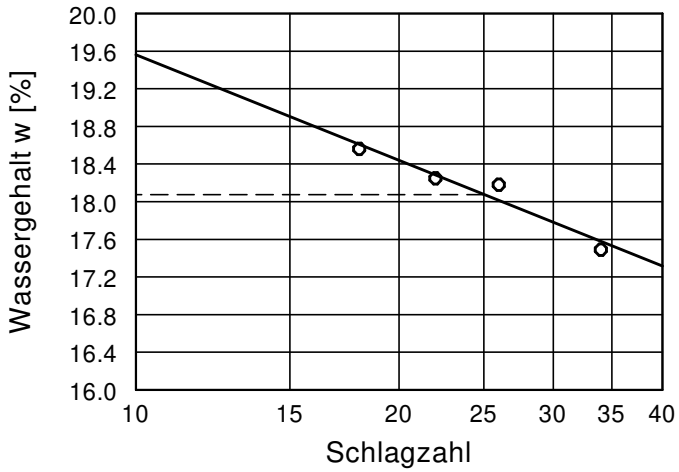
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Michelwinnaden

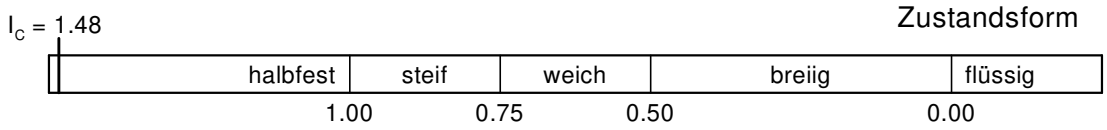
Baugebiet Hungerberg

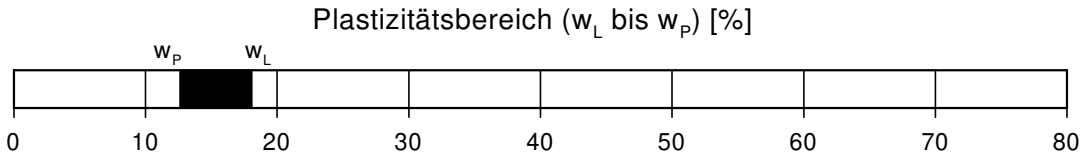
Bearbeiter: Flö Datum: 24.07.2017

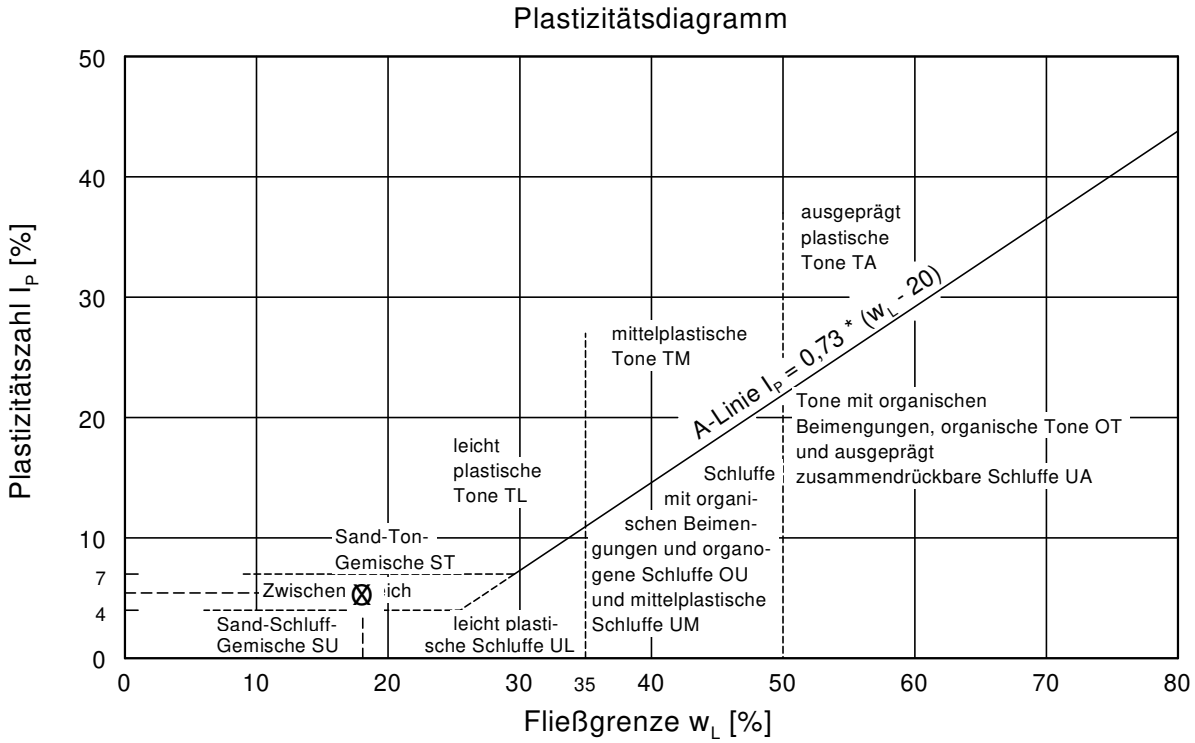
Prüfungsnummer:
Entnahmestelle: SG2/17
Tiefe: 2,6 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Geschiebemergel
Probe entnommen am: 10.04.2017



Wassergehalt w =	10.0 %
Fließgrenze w_L =	18.1 %
Ausrollgrenze w_P =	12.6 %
Plastizitätszahl I_P =	5.5 %
Konsistenzzahl I_C =	1.48







Dr. Ebel & Co.
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
St.-Ulrich-Straße 21
88410 Bad Wurzach - Arnach

Bericht: AZ 170309
Anlage: 4.2.3

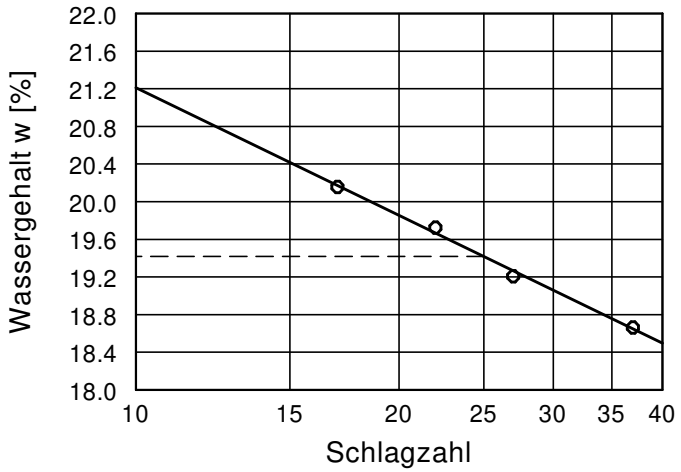
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Michelwinnaden

Baugebiet Hungerberg

Bearbeiter: Flö Datum: 24.07.2017

Prüfungsnummer:
Entnahmestelle: SG3/17
Tiefe: 1,7 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: Geschiebelehm
Probe entnommen am: 10.04.2017



Wassergehalt w = 18.2 %

Fließgrenze 19,42 %

Ausrollgrenze nicht bestimmbar

Boden extrem
leichtplastisch und sandig

Zustandsform

halbfest	steif	weich	breiig	flüssig
1.00	0.75	0.50		0.00

Plastizitätsdiagramm

