
INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Dipl.-Ing. Robert Breder
Dr.-Ing. Josef Hintner
Dr.-Ing. Thomas Scherzinger
Dr.-Ing. Rüdiger Wunsch

Beratende Ingenieure VBI

Sachverständige für Erd- und Grund-
bau nach Bauordnungsrecht

Prüfstelle nach RAP Stra 10,
Fachgebiete A1 und A3

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR
Lindenbergstraße 12 · D - 79199 Kirchzarten
Tel. 0 76 61 / 93 91 - 0 · Fax 0 76 61 / 93 91 75
www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

Geotechnischer Bericht

**für die Entwicklung des Areal Beiermeister
Waldkircher Straße 48
in Denzlingen**

Auftraggeber:

Hans Beiermeister
Waldkircher Straße 48
79211 Denzlingen

Unsere Auftragsnummer:

15192/Hi-R

Bearbeiter:

Herr Hintner / Herr Renk

Ort, Datum:

Kirchzarten, 13. November 2015/r-ps

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	4
2	Unterlagen	4
3	Baugrund	5
3.1	Baugrunderkundung	5
3.2	Geländeverlauf und Untergrundaufbau	6
3.3	Geotechnische Klassifikationen und Kennwerte	8
3.4	Wasserverhältnisse	8
3.5	Erdbeben	11
4	Geotechnische Beratung	11
4.1	Baumaßnahme und Lasten	11
4.2	Geotechnische Kategorie	12
4.3	Gründungsberatung	12
4.3.1	Gründungsvorschlag	12
4.3.2	Bemessung der Gründung und Setzungen	13
4.3.2.1	Tragende Bodenplatten	13
4.3.2.2	Einzel- und Streifenfundamente	14
4.4	Erddruck und Wasserdruck	15
4.5	Baugrube	15
4.5.1	Allgemeines	15
4.5.2	Freie Abböschungen	16
4.5.3	Sicherungen	16
4.5.4	Wasserhaltung	17
4.6	Verwendung des Aushubmaterials	17
4.7	Versickerung von Niederschlagswasser	17
5	Geotechnische Begleitung der Baumaßnahme	18
6	Belange Dritter	19
7	Schlussbemerkungen	19

Anlagenverzeichnis

1 Lageplan

- 1.1 Übersichtslageplan, M 1:25.000
- 1.2 Lageplan, M 1:500

2 Ergebnisse der Baugrunderkundung

- 2.1 schematisch in Schnitt A-A übertragen, M 1:250/100
- 2.2 schematisch in Schnitt B-B übertragen, M 1:250/100

3 Laborversuche

- 3.1 Tabellarische Zusammenstellung
- 3.2 Korngrößenverteilungen
- 3.3 Konsistenzversuche

4 Geotechnische Klassifikationen und Kennwerte

5 Erdstatische Berechnungen

- 5.1 Streifenfundamente (zulässige Belastungen und Setzungen)
- 5.2 Einzelfundamente (zulässige Belastungen und Setzungen)

Anhang

- A Pegelausbausketzen

1 Veranlassung

Im Zusammenhang mit der Entwicklung des Areals der Gärtnerei Beiermeister ist der Neubau von acht Mehrfamilien- und Reihenhäusern an der Waldkircher Straße in Denzlingen geplant. Planer sind die bhk architekten GmbH, Niederlassung Freiburg. Die Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten, wurde durch den Planer im Namen des Bauherrenschaft auf Grundlage des Angebotes vom 16.09.2015 beauftragt, für die geplante Baumaßnahme geotechnische Leistungen zu erbringen.

Untersuchungen auf Verunreinigungen des Erdreichs im Baubereich waren nicht Bestandteil der Beauftragung. Diese werden vom Ingenieurunternehmen HPC AG, Freiburg, durchgeführt.

2 Unterlagen

- **bhk architekten GmbH, Freiburg:**
 - [U1] Projektstudie Entwicklung Areal Gärtnerei Beiermeister (inkl. Lageplan, Systemgrundrisse, Ansichten), Zwischenstand: 28.07.2015
- **Bohrunternehmung drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg:**
 - [U2] Schichtenverzeichnisse der Bohrungen BK1 – BK3 inkl. zugehöriger Pegelausbausketzen (s. Anhang A)
- **Landesanstalt f. Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW):**
 - [U3] Diagramme, Haupttabelle und Stammdatenauszüge der amtlichen Grundwassermessstellen 0124/119-0, 0139/119-9, 0135/119-0, per E-Mail erhalten am 19.10.2015
- **Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten:**
 - [U4] Protokolle von Ortsbesichtigungen und Besprechungen
 - [U5] geotechnische Berichte zu Bauvorhaben in der näheren Umgebung
 - [U6] Honorarangebot zum Bauvorhaben, 16.09.2015
 - [U7] allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)

3 Baugrund

3.1 Baugrunderkundung

Vor Erkundung des Baugrundes wurden die Unterlagen aus dem Archiv der Ingenieurgruppe Geotechnik GbR ausgewertet ([U5, U7]).

Der Schichtenaufbau wurde im Zeitraum vom 15.09. bis 28.09.2015 stichprobenartig durch neun 1,8 m bis 2,6 m tiefe **Kleinrammkernbohrungen ($d = 40 - 80 \text{ mm}$)** und drei 1,0 m bis 8,1 m tiefe **Kernbohrungen ($d \geq 178 \text{ mm}$, s. [U2])** erkundet. Ergänzend wurden sieben **Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15** bis in Tiefen zwischen 1,1 m und 2,5 m zur Ermittlung der Lagerungsdichte der körnigen Erdstoffe und der Tiefenlage der Kiesoberfläche sowie in Hinblick auf einen flächenhafteren Baugrundaufschluss durchgeführt. Die Bohrungen wurden nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an EN ISO 14688 bzw. 14689 (Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden bzw. Fels) aufgenommen. Die Ansatzpunkte der Bohrungen und Sondierungen wurden nach Lage und Höhe im Gelände eingemessen.

Im Lageplan der Anlage 1.2 sind die Ansatzpunkte der Untergrundaufschlüsse angegeben. Die Erkundungsergebnisse sind in den Anlagen 2.1 und 2.2 dargestellt.

An kennzeichnenden Erdstoffproben aus den Bohrungen wurden **Laborversuche** zur geotechnischen Klassifizierung und zur Festlegung von Bodenkennwerten ausgeführt (tabellarische Zusammenstellung, s. Anlage 3.1, Korngrößenverteilungen, s. Anlage 3.2, Konsistenzgrenzen, s. Anlage 3.3).

Die Erdstoffproben werden bis 4 Wochen nach Abgabe des Geotechnischen Berichts bei uns gelagert und anschließend entsorgt.

Die Bohrungen BK1, BK2 und BS8 wurden zu bauzeitlichen Grundwassermessstellen ausgebaut. Hier und in den amtlichen Messstellen [U3] erfolgten **Stichtagmessungen**.

3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das Bauvorhaben liegt in nahezu ebenem Gelände mit einer Höhenlage der Geländeoberfläche zwischen ca. 239 mNN (Westen) und 241 mNN (Osten). Derzeit sind auf dem Bauareal neben einem nicht unterkellerten Bestandsgebäude die Gewächshäuser des Gärtnereibetriebs vorhanden. Im Bereich der Zufahrt zum Grundstück von der Waldkircher Straße im Osten sind asphaltierte Park- und Zuwegungsflächen sowie mit einzelnen Bäumen bestandene Grünflächen vorhanden. Die angrenzenden Grundstücke im Norden und Südosten sind mit mehrgeschossigen Wohnhäusern, die Nachbargrundstücke im Süden großteils mit hallenartigen Gebäuden bebaut. Westlich des Baufeldes befinden sich der Gärtnerei zugehörige Betriebsgebäude bzw. Gewächshäuser.

Nach der entsprechenden Geologischen Karte ([U7]) und in Übereinstimmung mit den durchgeführten Untergrunderkundungen wird der Untergrund unterhalb einer geringmächtigen Decklage (s. u.) aus Schwarzwaldkiesen aufgebaut. Das aus den Baugrundaufschlüssen abgeleitete Baugrundmodell ist im Anlagenteil 2 dargestellt. In den Aufschlüssen wurde unterhalb des Mutterbodens bzw. unterhalb von Platzbefestigungen folgender Schichtenaufbau festgestellt:

▸ Auffüllung

Schichtunterkante:	wechselnd ca. 0,2 bis 1,2 m u. GOF, örtlich (Bereich Bestandsgebäude) ggf. auch tieferreichend; im Bereich des bestehenden Öltanks (BS3) $\geq 2,6$ m
Zusammensetzung:	Kies, schwach bis stark schluffig, sandig bis stark sandig; örtlich schwach tonig, durchwurzelt; Ziegelbruchstücke, Metallreste, Schwarzdeckenreste, Keramikscherben und Schluff, schwach bis stark sandig, schwach tonig bis tonig; örtlich einzelne Kiesgerölle bis schwach kiesig, durchwurzelt, schwach org. Beimengungen; Ziegelbruchstücke, Holzkohle- und Plastikreste
Lagerungsdichte / Konsistenz (Feinkornanteil):	locker, im Bereich von Verkehrsflächen örtlich mitteldicht bis dicht, i. d. R. weich bis steif, lokal halbfest
Farbe:	braun bis grau

Auffälligkeiten: im Bereich des bestehenden Öltanks (BS3) Mineralölgeruch

Geotechnische Beurteilung: Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet; es ist wasser- und frostempfindlich sowie unterschiedlich stark zusammendrückbar.

► **Decklage**

Schichtunterkante: ca. 0,7 bis 1,7 m u GOF

Zusammensetzung: i. d. R. Schluff und Ton (gemäß DIN 18196: UL, UM, TL, TM, s. Anlage 3.3), schwach bis stark sandig; lokal einzelne Kiesgerölle bis schwach kiesig, Wurzelreste

z. T. schluffige Sand-Ton-Gemische (gemäß DIN 18196: ST, s. Anlage 3.3)

Konsistenz (Feinkornanteil): i. d. R. steif, z. T. weich bzw. halbfest (s. Anlage 3.3)

Farbe: (hell)braun bis grau

Geotechnische Beurteilung: Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten bedingt geeignet; es ist stark wasser- und frostempfindlich und weist eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit sowie relativ große Zusammendrückbarkeit auf.

► **Schwarzwaldkiese**

Schichtunterkante: nicht festgestellt, tiefer als 8,1 m unter GOF

Zusammensetzung: bis ca. 2 m u. GOF:

Kies (gem. DIN 18196: GU, GW, s. Anlage 3.2), sandig bis stark sandig, z. T. schwach schluffig; ab ca. 2,0 m u. GOF:

Sand-Kies-Gemische, schluffig bzw. Sand, stark kiesig, schluffig; mit zunehmender Tiefe Sand (gem. DIN 18196: SU*, s. Anlage 3.2), kiesig bis stark kiesig, schluffig (verwitterte bis stark verwitterte Schwarzwaldkiese); i. d. R. verbacken; Linsen/Lagen aus Schluff (gemäß [U5] teilweise mit großer räumlicher Ausdehnung)

Erfahrungsgemäß können in die Schwarzwaldkiese Steine sowie einzelne Blöcke eingelagert sein ([U5])

Lagerungsdichte:	i. d. R. dicht bis sehr dicht
Farbe:	rötlichbraun bis hellbraun, gelblichbraun, braun bis grau
Geotechnische Beurteilung:	<p>Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten gut geeignet; es ist je nach Feinanteilen nicht bis stark wasser- und frostempfindlich und weist eine hohe Scherfestigkeit sowie eine geringe Zusammen-drückbarkeit auf.</p> <p>In die verwitterten Schwarzwaldkiese eingelagerte Linsen/Lagen aus Schluff weisen eine mittlere Scherfestigkeit sowie eine mittlere Zusammendrückbarkeit auf und sind wasser- und frostempfindlich.</p>

3.3 Geotechnische Klassifikationen und Kennwerte

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sowie bei erdstatischen Berechnungen kann von den in der Anlage 4 angegebenen Bodenklassen und mittleren charakteristischen Bodenkennwerten ausgegangen werden.

3.4 Wasserverhältnisse

Allgemeine Angaben zu den Wasserverhältnissen: Im Untersuchungsbereich ist ein zusammenhängender **Grundwasserspiegel** (GWS) ausgebildet, dessen Grundwasserleiter die Schwarzwaldkiese sind. Nach dem Grundwassergleichenplan für den Raum Colmar - Freiburg (Hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1999) liegt das Bau-feld in einer Randlage des Aquifers. Innerhalb des nordwestlich des Baugebiets gelegenen Aquifers strömt das Grundwasser etwa in nordwestlicher Richtung mit einem Gefälle von rund 0,6 % ([U7]).

In der künstlichen Auffüllung und der feinkörnigen Decklage können Schichtwässer auftreten. Aufgrund der vergleichsweise geringen Wasserdurchlässigkeit der verwitterten Schwarzwaldkiese ab ca. 2 m Tiefe können gemäß [U5] witterungsabhängig in den oberflächennahen Kiesen lokal variable **Schichtwasservorkommen** vorhanden sein.

Das geplante Bau-feld liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Stand: aktuelles Datum) innerhalb eines Wasserschutzgebietes der **Schutzzone IIIB**. Eine aktuelle, flurstücksgenaue Über-

prüfung dieses Sachverhaltes ist durch die untere Wasserbehörde des jeweiligen Stadt- oder Landkreises erforderlich. Eine verbindliche Auskunft über wasserwirtschaftliche Einschränkungen hinsichtlich des Baus von Abwasserleitungen, des Verkehrswegebau und der baulichen Nutzung einschließlich der Versickerung von Niederschlagswasser erteilt die zuständige untere Wasserbehörde.

Festgestellter Wasserstand: In den bauzeitlichen Grundwassermessstellen sowie in den amtlichen Grundwassermessstellen 0124/119-0, 0139/119-9 und 0135/119-0, die etwa 1.000 m südwestlich (0124/119-0) und 1.100 m (0139/119-9) bzw. 1.600 m (0135/119-0) nordwestlich des geplanten Baufeldes gelegen sind (s. Anlage 1.1), wurden folgende Wasserstände gemessen:

Messstelle	Datum	Wasserspiegel [mNN]	Flurabstand [m]
BK1	28.09.2015	233,59	7,55
BK1	06.10.2015	kein Wasser bei 233,1 mNN	
BK1	15.10.2015		
BK2	28.09.2015	232,51	8,05
BK2	06.10.2015	232,50	8,06
BK2	15.10.2015	232,49	8,07
0124/119-0	15.10.2015	223,07	11,71
0139/119-9	15.10.2015	222,83	11,17
0135/119-0	15.10.2015	219,63	6,83

In der bauzeitlichen Grundwassermessstelle in BS8 wurde bei den Messungen bis zur Endtiefe von 237,72 mNN (Flurabstand 1,75 m) zu keinem Zeitpunkt Wasser angetroffen.

Grund-/Schichtwasserschwankung und Grund-/Schichtwasserhöchststand (Bemessungswasserstand):

Die Abschätzung der Wasserschwankung und des Wasserhöchststandes (Bemessungswasserstand) erfolgt mit Hilfe der langjährigen Wasserstandsmessungen der amtlichen Grundwassermessstellen 0124/119-0, 0139/119-9 und 0135/119-0 sowie aus Ergebnissen geohydrologischer Untersuchungen von Bauvorhaben in der näheren Umgebung ([U5]).

Für die o. g. amtlichen Grundwassermessstellen können aus den Messdaten der jeweiligen Beobachtungszeiträume folgende maßgebliche Wasserstände abgeleitet werden:

Messstelle	Beobachtungs- zeitraum	NNW [mNN]	MNW [mNN]	MW [mNN]	MHW [mNN]	HHW [mNN]
0124/119-0	1923-2015 (lückenhaft)	219,75	221,90	222,67	223,44	226,89
0139/119-9	1974-1997	221,15	222,47	223,56	225,10	228,60
0135/119-0	1981-2014	218,88	220,82	222,61	223,82	225,14

Aus den angeführten Wasserstandswerten geht hervor, dass in den amtlichen Messstellen jeweils vergleichsweise große Wasserschwankungen von etwa 6 bis 7,5 m zwischen Niedrigwasser (NNW) und höchstem beobachtetem Wasserstand (HHW) sowie ca. 2,5 bis 5,0 m zwischen langjährigem Mittelwasserstand (MW) und HHW vorherrschen.

Zum Zeitpunkt der Stichtagmessung lag der gemessene Wasserstand der Grundwassermessstellen 0124/119-0 ca. 0,4 m über dem langjährigen mittleren Wasserstand (MW), die Wasserstände in den Messstellen 0139/119-9 und 0135/119-0 lagen zwischen 0,73 m und 2,98 m unter den jeweiligen MW-Werten. Die großen Unterschiede der Abweichungen der Messwerte zu den Mittelwasserständen können auf örtlich und zeitlich variable Schichtwasserverhältnisse zurückgeführt werden, welche die Wasserstandsmessungen beeinflussen.

Bei den vorliegenden Verhältnissen (große Grundwasserschwankungen, Schichtwasservorkommen in den oberflächennah anstehenden vergleichsweise gut durchlässigen Schwarzwaldkiesen) kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Wasserspiegel im Extremfall bis nahe der derzeitigen GOF ansteigen kann. Aus Sicht der Ingenieurgruppe Geotechnik muss daher als **Bemessungswasserstand** ein Wasserstand in Höhe der derzeitigen Geländeoberfläche, d. h.:

Westlichster Teil des Baufelds: BW = ca. 239,0 mNN

Östlichster Teil des Baufelds: BW = ca. 241,0 mNN

angesetzt werden.

3.5 Erdbeben

Gemäß DIN 4149 (Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten, Ausgabe April 2005) sowie der dazugehörigen „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg“ liegt das Bauvorhaben in der **Erdbebenzone 1** und es müssen zur Berücksichtigung des Einflusses von Erdbebenerschütterungen folgende Werte angesetzt werden bzw. ist folgende Einstufung vorzunehmen:

- Bemessungswert der **Bodenbeschleunigung**: $a_g = 0,40 \text{ m/s}^2$
- **Untergrundklasse** zur Berücksichtigung des tieferen Untergrundes ab 20 m unter GOF: R
- **Baugrundklasse** zur Berücksichtigung der örtlichen Baugrundeigenschaften (zwischen 3 und 20 m unter GOF): B, Gründung im Schwarzwaldkies

4 Geotechnische Beratung

4.1 Baumaßnahme und Lasten

Derzeit ist der Neubau von acht unterkellerten Mehrfamilien- und Reihenhäusern mit jeweils zwei Vollgeschossen und einem Dachgeschoss geplant (s. Anlage 1.2). Für das unmittelbar neben der Waldkircher Straße gelegene Mehrfamilienhaus wird derzeit auch eine Ausführung mit drei Vollgeschossen und einem Dachgeschoss diskutiert. Die beiden im Norden nahe der Waldkircher Straße gelegenen Mehrfamilienhäuser (MFH) sollen durch eine gemeinsame Tiefgarage unterkellert werden, für das MFH südlich davon ist eine separate Tiefgarage vorgesehen. Gemäß den vorliegenden Planunterlagen sind Teile beider Tiefgaragen nicht überbaut (s. Anlage 1.2).

Angaben zu Bauwerkslasten und genauen Höhenlagen von Bodenplatten liegen aufgrund des frühen Planungsstadiums derzeit noch nicht vor. Für die nachfolgende geotechnische Beratung wird davon ausgegangen, dass die Oberkanten der Erdgeschossböden der Mehrfamilienhäuser (Osten) auf einer Höhe etwa entsprechend der Geländehöhe im östlichen Baufeldbereich von ca. 241 mNN, die Erdgeschossböden der Reihenhäuser ca. 1 m tiefer bei 240 mNN liegen werden. Bei einer angenommenen Höhe der Untergeschosse von

ca. 3,0 m ergeben sich die Tiefenlagen der Bodenplatten der Tiefgaragen- bzw. Kellerebenen zu ca. 238 mNN (Osten) und 237 mNN (Westen).

4.2 Geotechnische Kategorie

Allgemeine Grundlage für die geotechnischen Gesichtspunkte beim Entwurf von Hoch- und Ingenieurbauwerken ist der Eurocode 7 (DIN EN 1997-1:2009-09 in Verbindung mit dem nationalen Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010-12 und der DIN 1054:2010-12).

Das Bauvorhaben ist in Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund gemäß DIN 1054, A 2.1.2 folgender Geotechnischer Kategorie (GK) zuzuordnen:

GK 2: mittlerer Schwierigkeitsgrad (z. B. durchschnittlicher Baugrund in Bezug auf Tragfähigkeit und Zusammendrückbarkeit, Bauwerk im Grundwasser, übliche Fundament- oder Plattengründungen)

Die zunächst in unserem Honorarangebot [U6] angenommene Geotechnische Kategorie ist damit bestätigt.

4.3 Gründungsberatung

4.3.1 Gründungsvorschlag

Berücksichtigung der Wasserverhältnisse: Wie in Abschnitt 3.4 erläutert, zirkuliert innerhalb der Schwarzwaldkiese Grund- und Schichtwasser und es muss mit einem Anstieg des Grundwasserspiegels im Baugebiet bis zur derzeitigen GOF gerechnet werden. Die ins Erdreich einbindenden Bauteile sind daher gemäß Tab. 1 der DIN 18195-1 (Bauwerksabdichtungen Teil 1) gegen **drückendes Wasser von außen** abzudichten. Zudem müssen die Bauwerke **auftriebssicher** unter Berücksichtigung des Bemessungswasserstandes ausgebildet werden. Dort, wo das Eigengewicht des Neubaus nicht für die Auftriebssicherheit des Bauwerks ausreicht (z. B. auskragende Tiefgaragenbereiche), ist z. B. eine Rückverhängung der Bodenplatten mit Hilfe von Verpresspfählen oder dergleichen erforderlich. Bereichsweise kann auch die Herstellung eines Bodenplattenüberstandes sinnvoll sein.

Gründungsart: Der Baugrunderkundung nach sind im Gründungsbereich durchgehend die gut tragfähigen (verwitterten) Schwarzwaldkiese vorhanden (s. Anlagen 2.1 und 2.2). Entsprechend können die Bauwerke **flach auf tragenden Bodenplatten** oder auf **Einzel- und Streifenfundamenten** gegründet werden. Wegen der erforderlichen Abdichtungsmaßnahmen (s. o.) ist es bautechnisch einfacher, das Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte zu gründen, wobei dann im Bereich höherer Lasten ggf. voutenförmige Verdickungen angeordnet werden können.

Aushubsohlen: Sind im Bereich der Gründungssohlen lokal noch aufgefüllte Materialien oder Erdstoffe mit geringer Tragfähigkeit (z. B. Schlufflinsen) vorhanden, so müssen diese vollständig ausgetauscht werden. Als Austauschmaterial sind gut verdichtungsfähige mineralische Erdstoffe (z. B. Kiese der Bodengruppen GW, GI) zu verwenden, die lagenweise einzubauen und auf einen Verdichtungsgrad bezogen auf die einfache Proctordichte $D_{Pr} \geq 100\%$ zu verdichten sind (Nachweis des Verdichtungserfolges ersatzweise durch statische Lastplattenversuche).

Nachverdichtung: Die Gründungssohlen sind zum Ausgleich aushubbedingter Auflockerungen statisch nachzuverdichten.

4.3.2 Bemessung der Gründung und Setzungen

4.3.2.1 Tragende Bodenplatten

Für die Bemessung von tragenden Bodenplatten kann im Rahmen einer Vorbemessung elastische Bettung und vereinfachend ein mittlerer Bettungsmodul des Untergrundes (Schwarzwaldkiese) von

$$k_s = 30 \text{ MN/m}^3$$

angenommen werden. Im Randbereich der Bodenplatte auf einem Streifen von 1,5 m Breite und im Bereich hoher Einzellasten auf einer Fläche von ungefähr 2,0 m x 2,0 m kann wegen des Einflusses der Lastausbreitung ein erhöhter Bettungsmodul $k_s = 45 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Da die Größe des Bettungsmoduls auch von den auftretenden Lasten bzw. den daraus resultierenden Sohldrücken abhängt, muss dieser nach der Vorbemessung (s. o.) auf der Grundlage der ermittelten Sohldrücke und Setzungen vom Sachverständigen für Geotechnik überprüft werden.

Die Setzungen werden gering ausfallen und einen Wert von 1 cm voraussichtlich nicht erreichen. Die Setzungen werden weitgehend im Zuge der Lastaufbringung ohne beachtenswerte zeitliche Verzögerung auftreten.

4.3.2.2 Einzel- und Streifenfundamente

Bei Gründung der Gebäude auf Einzel- und Streifenfundamenten können der Bemessung die Tabellen links und die Diagramme rechts in den Anlagen 5.1 und 5.2 zugrunde gelegt werden. Die Tabellen stellen einen Zusammenhang her zwischen den Bemessungswerten des Sohlwiderstandes (aus Grundbruchberechnungen nach DIN 4017), der Fundamentbreite b und den damit verbundenen mittleren Setzungen. Die Diagramme zeigen den Zusammenhang zwischen den einwirkenden Vertikallasten (linke Skala: Bemessungswerte, rechte Skala: charakteristische Werte), der Fundamentbreite b und den damit verbundenen mittleren Setzungen für beliebige Ausnutzungsgrade $\mu \leq 1,0$ (Setzungsberechnungen nach DIN 4019 mit charakteristischen Lasten).

Die Tabellen und Diagramme gelten für folgende Annahmen:

- Fundamentbreite b : von 0,4 m bis 1,2 m (Streifenfundamente) bzw. von 0,6 bis 1,6 (Einzelfundamente)
- Seitenverhältnis $a/b = 1$ bei Einzelfundamenten bzw. $a = 15$ m bei Streifenfundamenten
- Fundamenteinbindetiefe: mindestens 0,8 m
- Grundwasser: OK Fundament
- Horizontaler Lastanteil: $H/V \leq 5 \%$
- Vorbelastung (infolge Baugrubenaushub): 20 kN/m^2
- Anteil veränderlicher Lasten von 40 %
- Grundbruchberechnung nach EC7 / DIN 1054:2010-12 mit Teilsicherheitsbeiwerten für die ständige Bemessungssituation BS-P (bislang Lastfall 1). Im nicht zulässigen Bereich der Diagramme ist die Grundbruchsicherheit nicht gegeben. Bei außermittiger Belastung darf für den Nachweis der Grundbruchsicherheit nur mit abgeminderten Fundamentbreiten b' gerechnet werden, z. B. $b' = b - 2 \cdot e_b$ mit b : Fundamentbreite, e_b : Außermittigkeit der Resultierenden. Für den Nachweis der mittleren Setzung ist die nicht abgeminderte Fundamentbreite b zu verwenden.

Bei Ausnutzung von $\sigma_{R,d}$ ergeben sich infolge der entsprechenden charakteristischen Einwirkungen rechnerische Absolutsetzungen in der Größenordnung von wenigen Millimetern bis maximal 1 cm die weitestgehend im Zuge der Lastaufbringung ohne zeitliche Verzögerung auftreten.

4.4 Erddruck und Wasserdruck

Die Bauwerksaußenwände sind **auf einen Wasserdruck in Höhe des Bemessungswasserstandes** (derzeitige Geländeoberfläche, s. Abschnitt 3.4) sowie **auf erhöhten aktiven Erddruck** (Mittelwert zwischen Erdruhedruck und aktivem Erddruck) zu bemessen. Falls die ausgehobenen und bereichsweise verwitterten Schwarzwaldkiese zwischengelagert und anschließend in den Arbeitsräumen wiederverfüllt werden, können folgende charakteristische Bodenkennwerte (Mittelwerte) für die Erddruckermittlung angenommen werden:

- Feuchtwichte: $\gamma_k = 21 \text{ kN/m}^3$
- Reibungswinkel: $\varphi'_k = 35^\circ$ ($c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$)

4.5 Baugrube

4.5.1 Allgemeines

Grundsätzlich sind bei der Planung und Ausführung von Baugruben die Angaben der DIN 4124 („Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau“) zu beachten.

Bei vorläufig angenommenen Baugrubentiefen von ca. 3 m ist aufgrund der örtlichen Randbedingungen (an das Baufeld angrenzende Waldkircher Straße im Osten; angrenzende, bebaute Grundstücke im Süden, Südosten, Westen und Norden) eine freie Abböschung der Baugrube den vorliegenden Planunterlagen nach ggf. nicht überall möglich, weshalb Sicherungsmaßnahmen notwendig sind.

4.5.2 Freie Abböschungen

Bis zu ca. 3 m tiefe Baugrubenböschungen können bei den vorliegenden Verhältnissen mit einem Böschungswinkel von 45° innerhalb der Auffüllungen und Schwarzwaldkiese und bis 60° innerhalb der feinkörnigen Erdstoffe der Decklage (bei mindestens steife Konsistenz) ausgeführt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass

- die Böschungsköpfe unbelastet sind (lastfreier Streifen von 2 m Breite).
- die Böschungen durch sturmsicher verlegte Planen und Folien vor Witterungseinflüssen geschützt werden.

Bei Anschneiden von Stau- oder Schichtwasser kann es erforderlich werden, die Böschungen weiter abzuflachen oder zusätzlich zu sichern bzw. zu entwässern (beispielsweise durch einen Auflastfilter aus gut wasserdurchlässigen Materialien).

4.5.3 Sicherungen

Dort, wo eine freie Abböschung nicht mehr möglich ist, sind Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Bei vergleichsweise geringen Verbauhöhen (z. B. in Bereichen wo eine Vorböschung möglich ist) wird als Sicherung ein frei auskragender Trägerverbau empfohlen. Die Verbauträger können dabei in Baggerschlitze eingestellt werden, die nachfolgend auszubetonieren sind. Bei größeren Verbauhöhen werden aufwändigere technische Sicherungen notwendig (z. B. Bodenvernagelung, Trägerverbau mit Holz- / Spritzbetonausfachung und ggf. Rückverhängung).

Die Baugrubensicherung ist unter Berücksichtigung der **angrenzenden Bebauung** erdstatisch zu planen und zu dimensionieren. Grundsätzlich ist der Verbau **kraftschlüssig** herzustellen. Im Einflussbereich von verformungsempfindlichen Kabel / Leitungen bzw. bestehenden Gebäuden ist der Verbau **verformungsarm** auszubilden und auf einen **erhöhten aktiven Erddruck** (Mittelwert aus aktivem Erddruck und Ruhedruck) zu bemessen (sonst aktiver Erddruck möglich). Die Bodenkennwerte sind entsprechend der Anlage 4 anzusetzen.

Je nach statischen Erfordernissen kann eine Rückverhängung des Baugrubenverbaus z. B. mittels Verpressanker erforderlich werden. Hierfür kann für die Ermittlung des Herauszieh- widerstandes in den Schwarzwaldkiesen ein charakteristischer Wert der Mantelreibung

$q_{s,k} = 200 \text{ kN/m}^2$ angenommen werden. Im Bereich der Auffüllungen und der Decklage ist der Ansatz einer Mantelreibung nicht zulässig.

4.5.4 Wasserhaltung

Neben zufließendem Oberflächenwasser nach Niederschlägen kann bei der Herstellung der Baugrube Schichtwasser auftreten. Erfahrungsgemäß sind die dabei anfallenden Mengen stark niederschlagsabhängig. Es wird empfohlen, eine offene Wasserhaltung mittels Pumpensümpfen – zumindest als Bedarfsposition in der Ausschreibung – vorzusehen. Die Zuleitung der anfallenden Wassermengen in die Pumpensümpfe kann beispielsweise über im Bereich der Baugrubensohle angeordnete Gräben und Rinnen erfolgen.

4.6 Verwendung des Aushubmaterials

Die beim Aushub anfallenden Auffüllungen, Erdstoffe der Decklage und auch i. d. R. die verwitterten Schwarzwaldkiese sind stark frost- und witterungsempfindlich und dürfen in statisch beanspruchten Bereichen nicht eingebaut werden. Ein Einbau in untergeordneten Schüttungen z. B. Geländemodellierungen ist möglich.

Die anstehenden unverwitterten Schwarzwaldkiese sind bei geringem Feinkornanteil und geeigneten Wassergehalten in der Regel gut verdichtungsfähig und können für die Wiederverfüllung der Arbeitsräume oder aber im Bereich von Tragschichten in Verkehrsflächen verwendet werden, wenn Steine $\geq 100 \text{ mm}$ vorher aussortiert werden.

4.7 Versickerung von Niederschlagswasser

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005) sind Schichten des Untergrundes für eine technische Versickerung geeignet, wenn der Durchlässigkeitsbeiwert der Schicht bei Wassersättigung im Bereich zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ liegt.

Die schwach bindigen bis bindigen Erdstoffe der Decklage und die aufgefüllten Erdstoffe sind nicht ausreichend wasserdurchlässig, weshalb in diesen Erdstoffen keine technische Versickerung möglich ist.

Aufgrund der Abnahme der Wasserdurchlässigkeiten der Schwarzwaldkiese mit der Tiefe (Abschnitt 3.2 und 3.4) sind diese nur bedingt für eine technische Versickerung geeignet. Zur

Beurteilung der Versickerungsfähigkeit sind daher bereits in der Vorplanungsphase an geplanten Standorten **Versickerungsversuche** durchzuführen.

Kann mit o. g. Versickerungsversuchen nachgewiesen werden, dass lokal eine technische Versickerung möglich ist, so sind zur Gewährleistung einer ausreichend sicheren Versickerungsleistung der Versickerungsanlagen die erforderlichen, hydraulisch wirksam und mechanisch filterfesten Sickerpackungen/Rigolen an die Schwarzwaldkiese anzuschließen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Einleitung des zu versickernden Wassers immer in die Schwarzwaldkiese unterhalb der Gründungssohlen (auch der benachbarten Bestandsbebauung) erfolgen muss. Inwieweit aufgrund der wechselnden Wasserdurchlässigkeiten der Schwarzwaldkiese die Sickerpackungen / Rigolen oberhalb der Gründungssohlen von Neubau / Bestandsgebäuden seitlich abzudichten sind (Vermeidung eines horizontalen Abfließens von Wasser) ist im Zuge der Versickerungsversuche zu überprüfen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei Anordnung einer Versickerungsanlage diese bei dem gegebenen Bemessungswasserstand auf Höhe der GOF aus geotechnischer Sicht in jedem Fall über einen Notüberlauf mit Anschluss an eine hochwassersichere Vorflut verfügen muss, da die Funktionstüchtigkeit der Versickerungsanlagen zumindest im Hochwasserfall nicht gewährleistet ist.

Bezüglich der Planung, der Dimensionierung und dem Bau von Versickerungsanlagen wird auf das Arbeitsblatt DWA-A 138 verwiesen.

5 Geotechnische Begleitung der Baumaßnahme

Die geotechnischen und bautechnischen Angaben des Berichtes beruhen auf stichprobenartigen Untergrundaufschlüssen, weshalb sie im Zuge der Aushubarbeiten stichprobenhaft zu überprüfen sind. Folgende Maßnahmen bzw. Bauteile sind vom geotechnischen Sachverständigen stichprobenhaft abzunehmen bzw. zu überwachen:

- Abnahme Baugrubenböschungen und Gründungssohlen
- Abnahme von eventuell erforderlichen Verbauarbeiten

6 Belange Dritter

Wir empfehlen, eine Beweissicherung an den umgebenden Gebäuden (insbesondere im Norden) durchführen zu lassen.

Durch Baugrubenabböschungen, eventuelle Rückverhängungen etc. ist ggf. eine Inanspruchnahme von Nachbargrundstücken erforderlich. Daher sind mit den jeweiligen Eigentümern frühzeitig entsprechende Vereinbarungen zu treffen.

7 Schlussbemerkungen

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen kann das geplante Bauwerk erdstatisch standsicher errichtet werden.

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die in Abschnitt 2 genannten Unterlagen zugrunde. Bei Planungsänderungen muss überprüft werden, ob die Aussagen auch noch für den geänderten Planungsstand zutreffend sind.

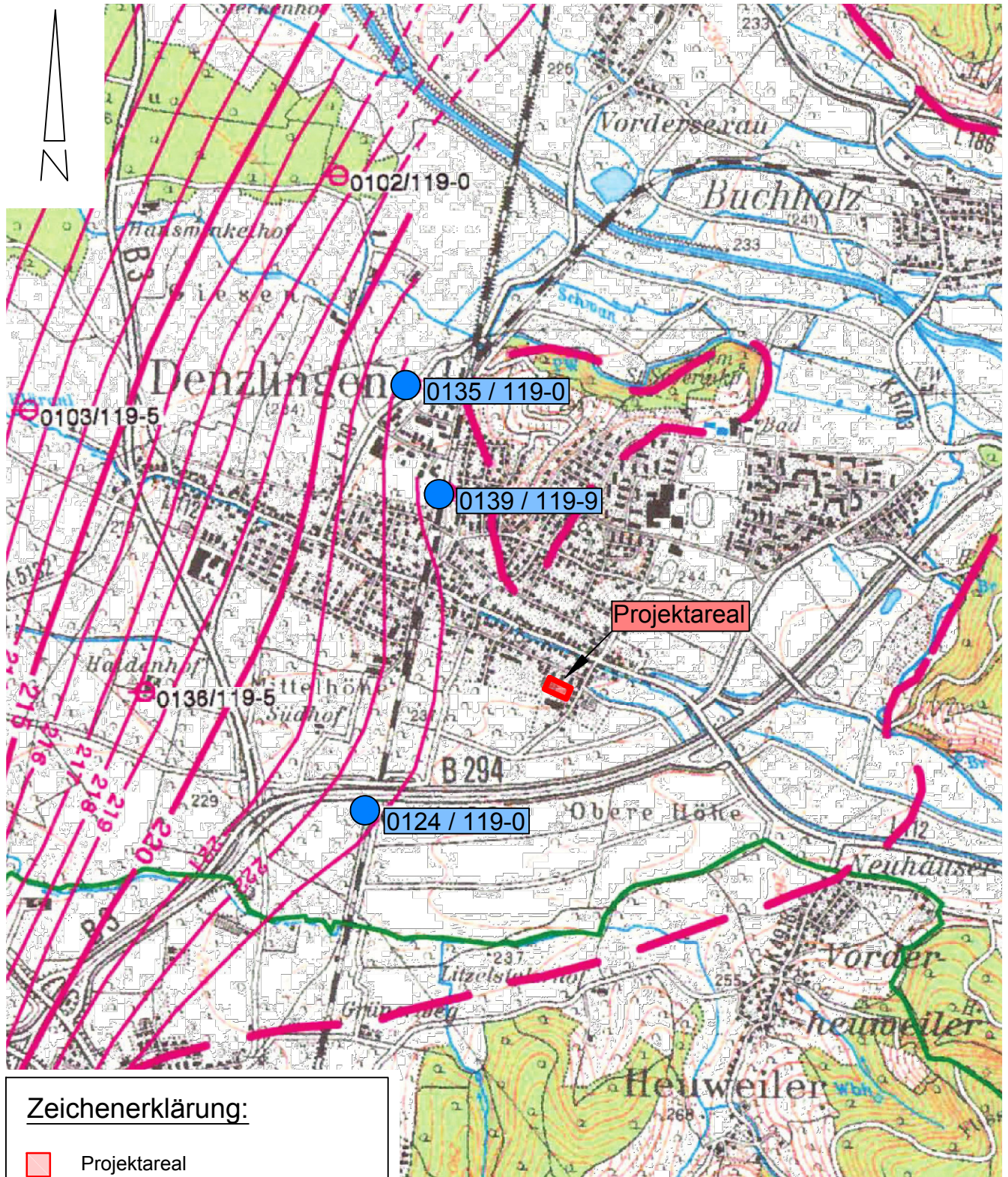


Renk
(Projektbearbeiter)



Hintner
(Projektleiter)

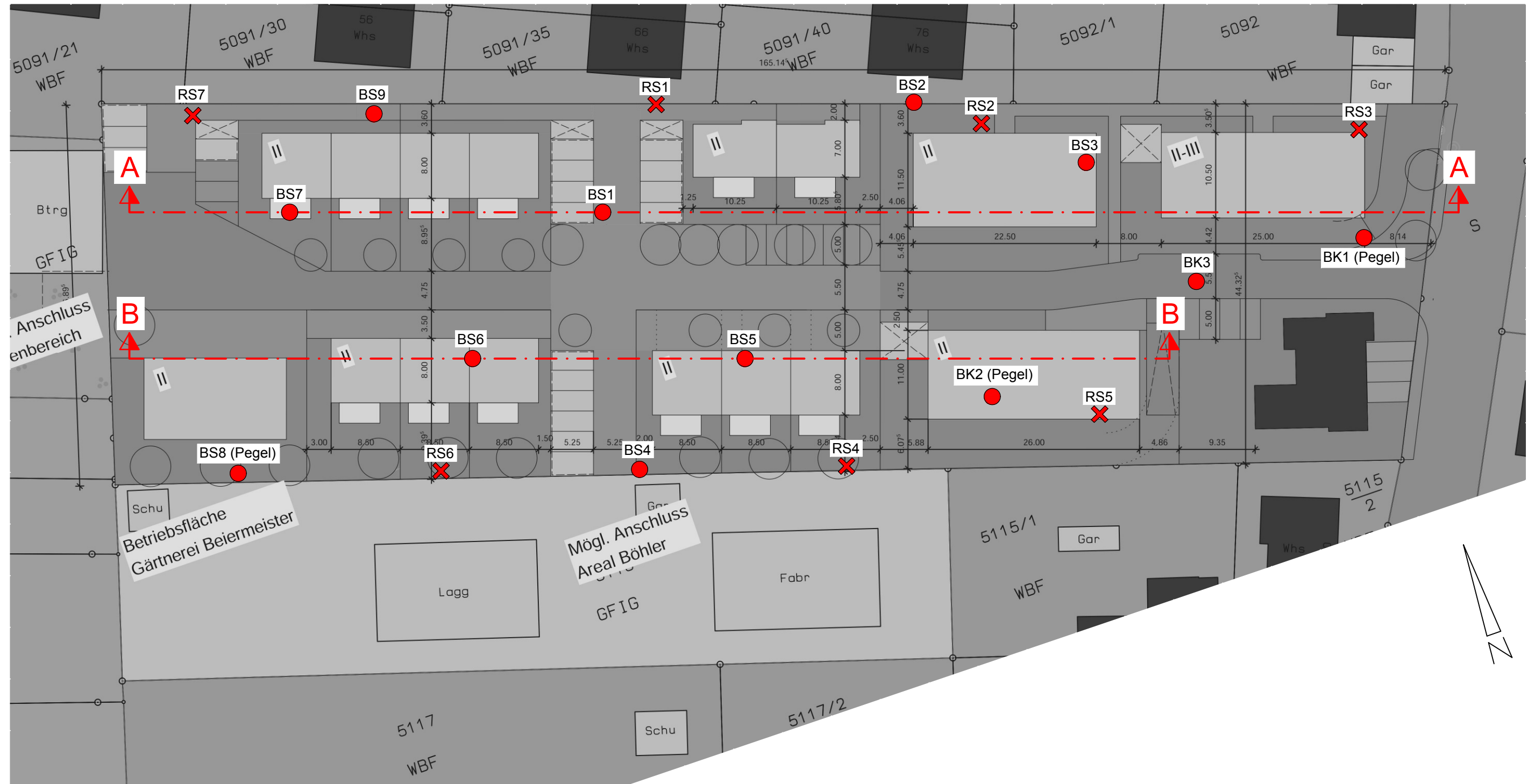
Projekt: Entwicklung Areal Beiermeister
Waldkircher Straße
Denzlingen



Zeichenerklärung:

- Projektareal
- amtliche Grundwassermessstelle

Plangrundlage: Karte Grundwasserhöhengleichen, mittlere Grundwasser-
verhältnisse, Raum Colmar-Freiburg, Oktober 1986
Landesanstalt f. Umweltschutz, Baden-Württemberg



Zeichenerklärung:

- ✗ RS: Sondierung mit der Schweren Rammsonde DPH-15
- BS: Kleinrammkernbohrung (d = 40-80 mm)
- BK: Kernbohrung (d = 180 mm)

Plangrundlage: Lageplan Variante mit Quartiersplatz
bhk architekten gmbh, Freiburg
Stand vom 29.07.2015

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Lindenbergstr. 12 79199 Kirchzarten
Telefon: (07661) 9391 - 0
Fax: (07661) 9391 - 75
Internet: www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

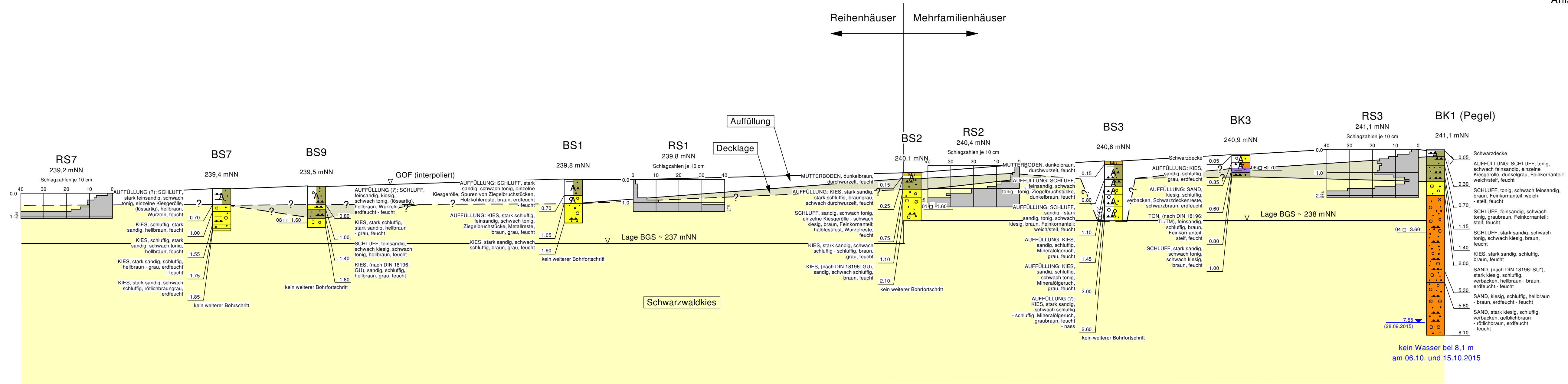
**INGENIEUR
GRUPPE
GEOTECHNIK**

Projekt: Entwicklung Areal Beiermeister
Waldkircher Straße
Denzlingen

Projekt - Nr.:
15192/Hi-R
Datum:
11.11.2015/ps

Lageplan

Maßstab:
1 : 500
Dateiname:
15192-G-Anlage 1.2



Zeichenerklärung:

BK Rammkernbohrung
BS Kleinrammkernbohrung
SCH Baggerschurf
RS Sondierungen mit der
Schweren Rammsonde DPH
natürlicher Wassergehalt
w Zustandszahl
I_c Kohäsion des undränierten
c_u Bodens (Handflügelsonde)

SW Sickerwasser
e. GW Grundwasser eingespiegelt
(Ruhewasserstand)
a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
gestörte Bodenprobe mit Labornummer
und Entnahmetiefe
1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe
GOF Geländeoberfläche
GOK Geländeoberkante

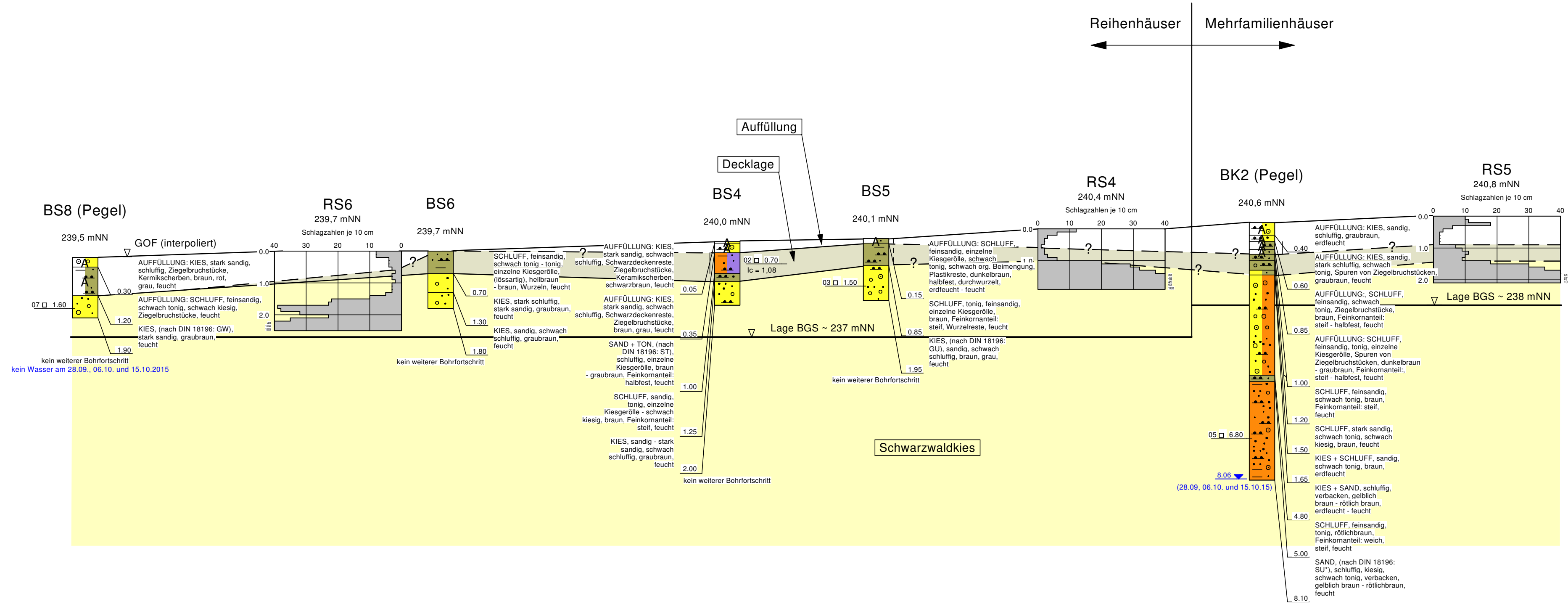
Ergebnisse der Baugrunderkundung
schematisch in Schnitt A - A übertragen

Projekt: Entwicklung Areal Beiermeister
Waldkircher Straße
Denzlingen

Ingenieurgruppe
Geotechnik GbR
Lindenbergstr. 12
79199 Kirchzarten
Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0
Fax: (0 76 61) 93 91 - 75

INGENIEUR
GRUPPE
GEOTECHNIK

Maßstab:
1 : 250 / 100
Projekt-Nr.:
15192/Hi-R
Datum:
11.11.2015/ps



Zeichenerklärung:

BK	Rammkernbohrung	SW	Sickerwasser
BS	Kleinrammkernbohrung	▽ e. GW	Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
SCH	Baggerschurf	▽ a. GW	Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
RS	Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH	2 □ 1.0 m	gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
w	natürlicher Wassergehalt	● 1,0 m	Wasserprobe mit Entnahmetiefe
I _c	Zustandszahl	GOF	Geländeoberfläche
c _u	Kohäsion des undrännierten Bodens (Handflügelsonde)	GOK	Geländeoberkante

Ergebnisse der Baugrunderkundung
schematisch in Schnitt B - B übertragen

Projekt: Entwicklung Areal Beiermeister
Waldkircher Straße
Denzlingen

Ingenieurgruppe
Geotechnik GbR
Lindenbergstr. 12
79199 Kirchzarten
Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0
Fax: (0 76 61) 93 91 - 75



Maßstab:
1 : 250 / 100
Projekt-Nr.:
15192/Hi-R
Datum:
02.11.2015/ps

Laboruntersuchungen

Projekt: Entwicklung Areal Beiermeister
Waldkircher Straße

Ort: Denzlingen

Auftrag: 15192/Hi-R



Aufschluss	Entnahme-		Labor-Nr.	Bodenbezeichnung nach DIN 4022	Boden-gruppe nach DIN 18196	Kornverteilung Anlage	natürlicher Wassergehalt	Fließgrenze (Anlage)	Ausrollgrenze	Plastizitätszahl	Zustandszahl
	tiefe	art ¹⁾					w _n [%]	w _L [%]	w _P [%]	I _P [%]	I _c
BS2	1,10-2,10	GP	01	G,s,u'	GU	3.2	19,1	27,0 (3.3.1)	19,7	7,3	1,08
BS4	0,40-1,00	GP	02		ST						
BS5	0,90-1,95	GP	03	G,s,u'	GU	3.2					
BK1	3,40-3,70	GP	04	S,g*,u	SU*	3.2					
BK2	6,50-7,00	GP	05	S,g,u	SU*	3.2	20,4	39,2 (3.3.2)	19,5	19,7	0,95
BK3	0,7	GP	06		TL/TM						
BS8	1,20-1,90	GP	07	G,s	GI	3.2					
BS9	1,40-1,80	GP	08	G,s,u'	GU	3.2					

¹⁾ SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe

Bestimmung der Korngrößenverteilung
durch Siebung und Sedimentation

Versuche nach DIN 18123-5

Anlage 3.2

DIN
18 123

Projekt: Entwicklung Areal Beiermeister

Waldkircher Straße

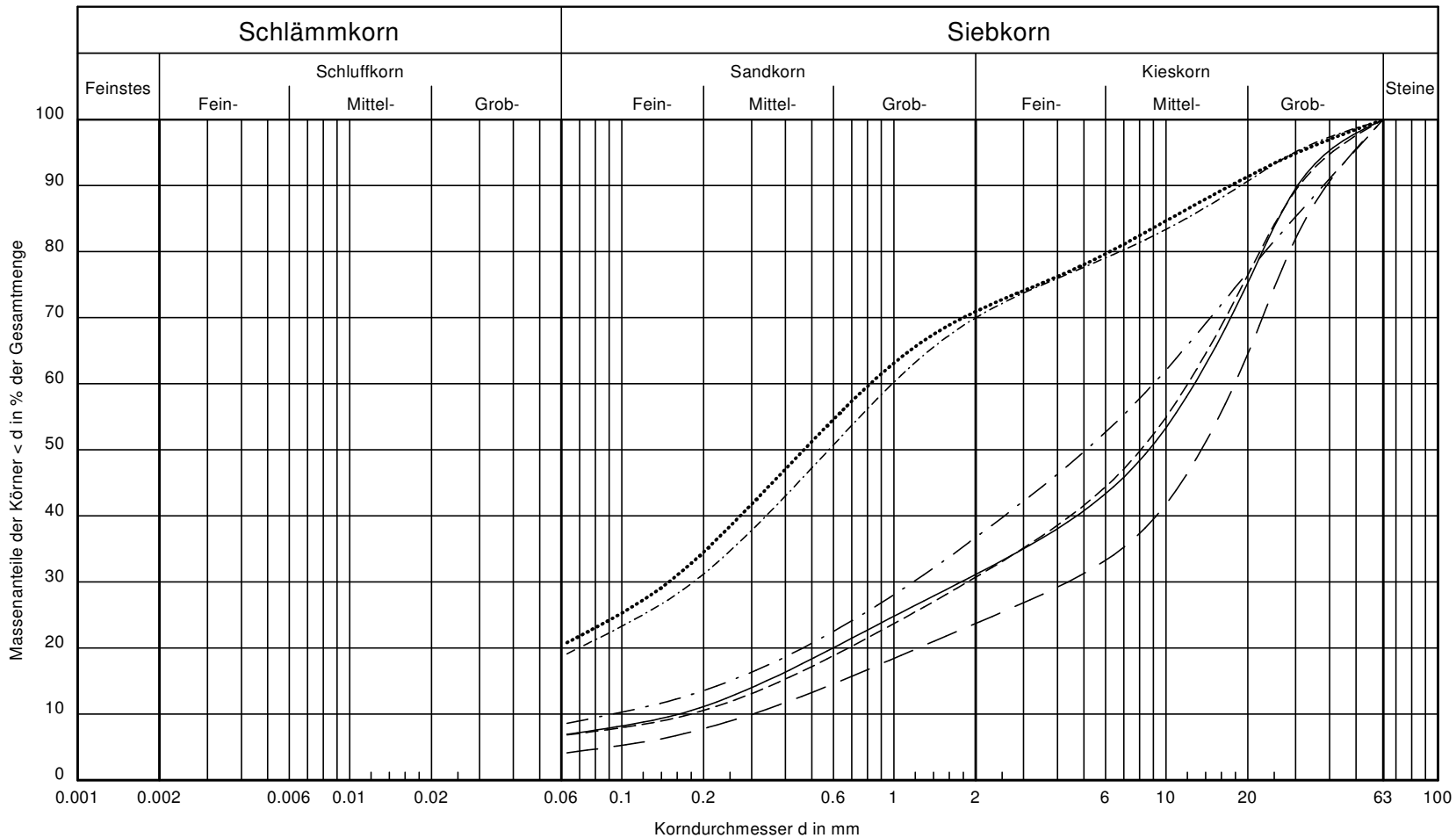
Denzlingen

Projekt-Nr.:
15192/Hi-R

Datei
15192-01-08

Bearbeiter: Rees

Datum: 13.10.2015



Labor-Nr.:	01	03	04	05	07	08
Signatur:	—————	-----	-----	*****	———	-----
Entnahmestelle:	BS2	BS5	BK1	BK2	BS8	BS9
Tiefe [m]:	1,1-2,1	0,90-1,95	3,40-3,70	6,50-7,00	1,20-1,90	1,40-1,80
U/Cc:	78.1/1.5	66.8/1.6	-/-	-/-	59.2/3.5	96.7/1.7
Anteile (T/U/S/G) [%]:	- /6.9/24.2/68.9	- /6.8/23.9/69.3	- /19.1/50.9/30.0	- /20.8/50.1/29.1	- /4.1/19.6/76.3	- /8.6/28.1/63.3
Bodenart (DIN 4022):	G, s, u'	G, s, u'	S, ḡ, u	S, g, u	G, s	G, s, u'
Bodengruppe (DIN 18196):	GU	GU	SU*	SU*	GW	GU

Bemerkungen:

Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

**DIN
18 122-1**

Projekt: Entwicklung Areal Beiermeister
Waldkircher Straße
Denzlingen

Projekt-Nr.:
15192/Hi

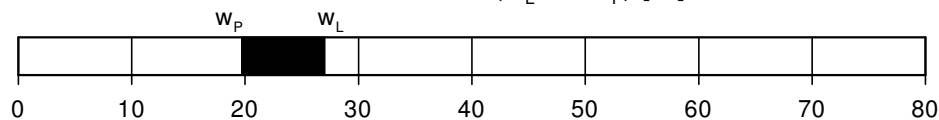
Datei:
15192-02

Labor-Nr.: 02
Entnahmestelle: BS4
Tiefe [m]: 0,40-1,00
Bearbeiter: Rees/Schweizer
Datum: 22.09.2015

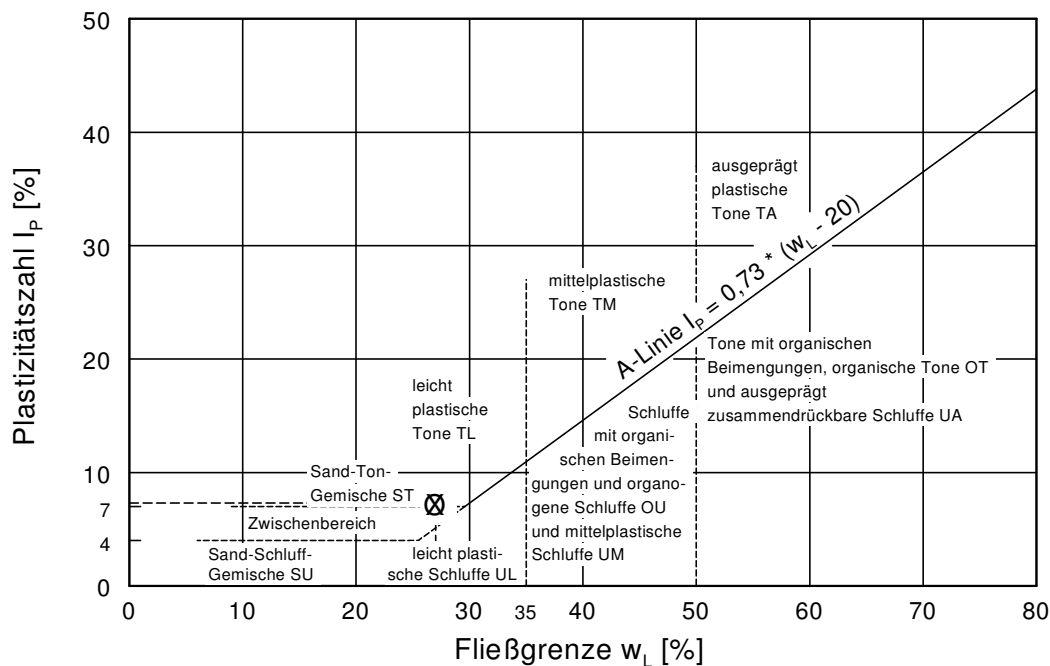
Versuchergebnisse:

Wassergehalt $w = 19.1 \%$
Fließgrenze $w_L = 27.0 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 19.7 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 7.3 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 1.08$

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]

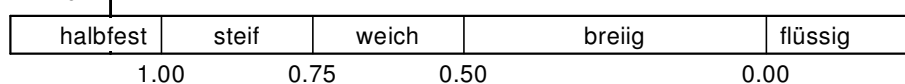


Plastizitätsdiagramm



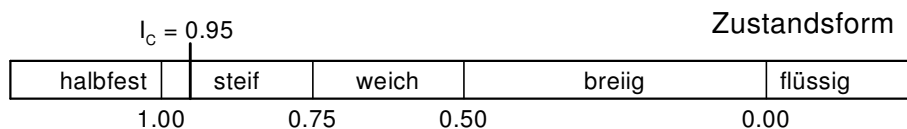
$I_c = 1.08$

Zustandsform



Versuchsergebnisse:

Wassergehalt w =	20.4 %
Fließgrenze w_L =	39.2 %
Ausrollgrenze w_p =	19.5 %
Plastizitätszahl I_p =	19.7 %
Konsistenzzahl I_G =	0.95



Projekt: Entwicklung Areal Beiermeister
Waldkircher Straße
Ort: Denzlingen
Auftrag: 15192/Hi-R



Maßgebende Angaben zu Bodenklassifikation, Bodenkennwerten (charakteristische Werte) und Schichtenaufbau

Bodenschicht	Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 ¹⁾ (bis Gründungssohle)	Bodengruppen nach DIN 18196 ²⁾	Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB94 ³⁾ (im Bereich der Frosteindringung)	Schichtbasis unter GOF [m]	Feucht-/Auftriebswichte γ_k/γ'_k [kN/m³]	Scherfestigkeitseigenschaften des dränierten Bodens		maßgebender Steifemodul bei Erst-/Wiederbelastung E_s/E_w [MN/m²]
						Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	
Auffüllung	3 - 5	GU, GU*, UL, UM, TL, SU, SU*	i. d. R. F3, z. T. F2	bis ca. 1,2	20 / 10	30	0 - 2	---
Decklage	4, bei Vernässung 2	UL, UM, TL, TM, ST, SU* möglich	F3	bis ca. 1,7	20 / 10	25 - 30	0 - 3	5 - 12 / 10 - 24
Schwarzwaldkies	3 - 5	GW, GU, GU*, SU, SU*	F1 - F3	tiefer als 8,1 m	22 / 12	37	0	80 / 160

¹⁾ **Boden- und Felsklassen nach DIN 18300:**

Die Angabe der Bodenklasse gilt nur für die Lösbarkeit der Erdstoffe, nicht jedoch für deren Ablagerung, die durch möglicherweise enthaltene Altlasten eingeschränkt sein kann.

- 1: Oberboden
- 2: Fließende Bodenarten
- 3: Leicht lösbare Bodenarten
- 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten
- 5: Schwer lösbare Bodenarten
- 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten
- 7: Schwer lösbarer Fels

²⁾ **Bodengruppen nach DIN 18196:**

GE: enggestufte Kiese
 GW: weitgestufte Kies-Sand-Gemische
 GI: intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
 SE: enggestufte Sande
 SW: weitgestufte Sand-Kies-Gemische
 SI: intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
 GU, GU*: Kies-Schluff-Gemische
 GT, GT*: Kies-Ton-Gemische
 SU, SU*: Sand-Schluff-Gemische
 ST, ST*: Sand-Ton-Gemische

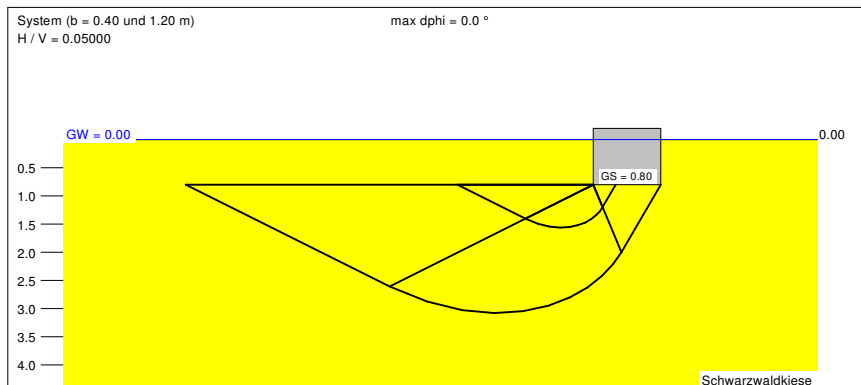
UL: leicht plastische Schluffe
 UM: mittelpastische Schluffe
 UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff
 TL: leicht plastische Tone
 TM: mittelpastische Tone
 TA: ausgeprägt plastische Tone
 OU: Schluffe mit organischen Beimengungen
 OT: Tone mit organischen Beimengungen
 HN: nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
 HZ: zersetzte Torfe

³⁾ **Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB94**

F1: nicht frostempfindlich
 F2: gering bis mittel frostempfindlich
 F3: sehr frostempfindlich

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	22.0	12.0	37.0	0.0	80.0	0.00	Schwarzwaldkiese

Einbindetiefe d=0,8 m

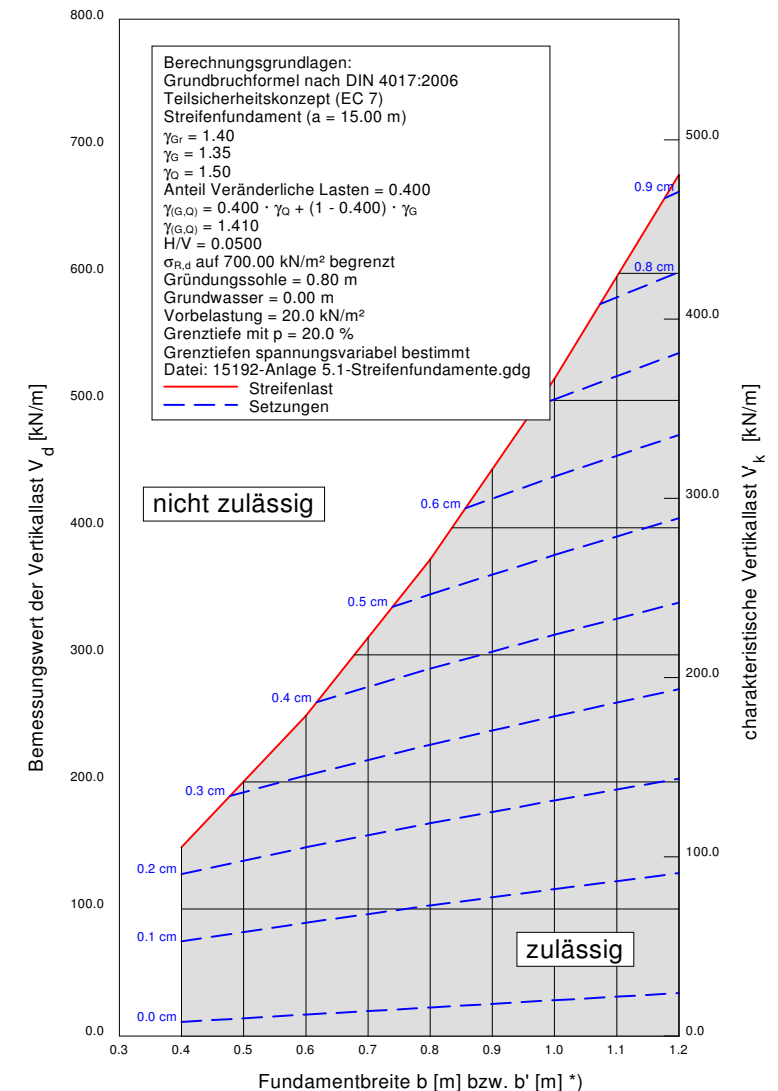
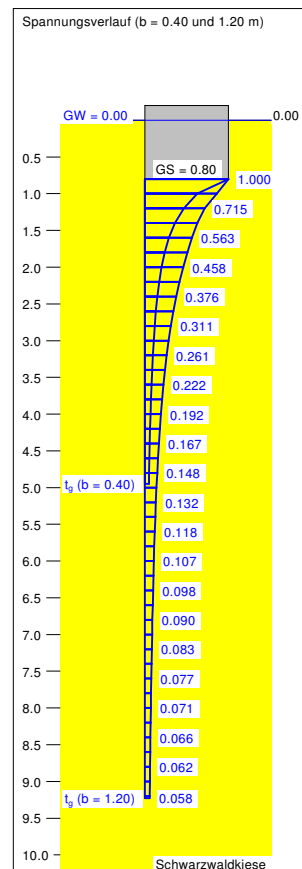


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
15.00	0.40	371.4	148.6	263.4	0.24 *	37.0	0.00	12.00	9.60	4.95	1.56
15.00	0.60	420.3	252.2	298.1	0.39 *	37.0	0.00	12.00	9.60	6.13	1.94
15.00	0.80	468.8	375.0	332.4	0.55 *	37.0	0.00	12.00	9.60	7.22	2.32
15.00	1.00	516.9	516.9	366.6	0.73 *	37.0	0.00	12.00	9.60	8.25	2.70
15.00	1.20	564.6	677.5	400.4	0.92 *	37.0	0.00	12.00	9.60	9.23	3.08

* Vorbelastung = 20.0 kN/m²

$\sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{01,k} / 1.97$ (für Setzungen)

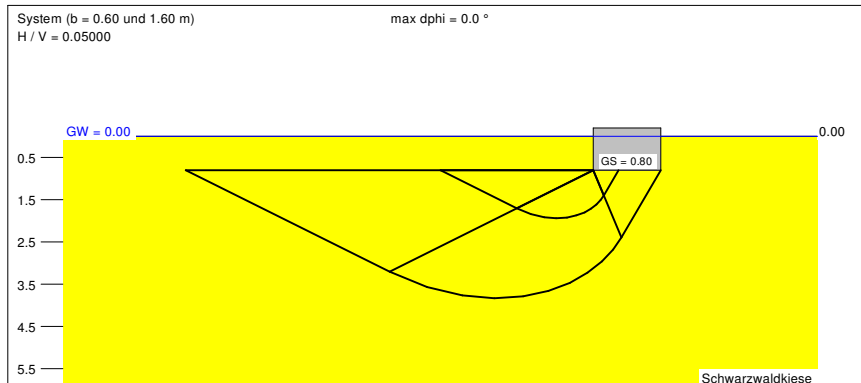
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.40



*) Bei ausmittiger Belastung: rechnerische Breite b' = b - 2e, mit e : Ausmittigkeit [m]

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	22.0	12.0	37.0	0.0	80.0	0.00	Schwarzwaldkiese

Einbindetiefe d=0,8 m

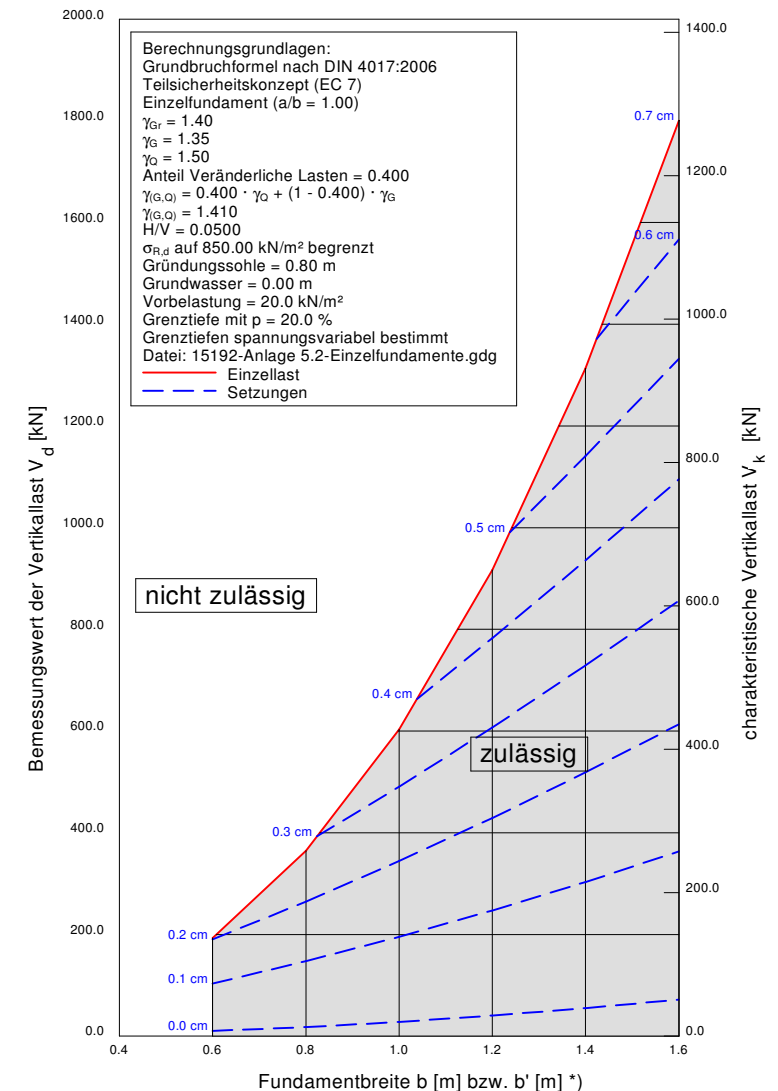
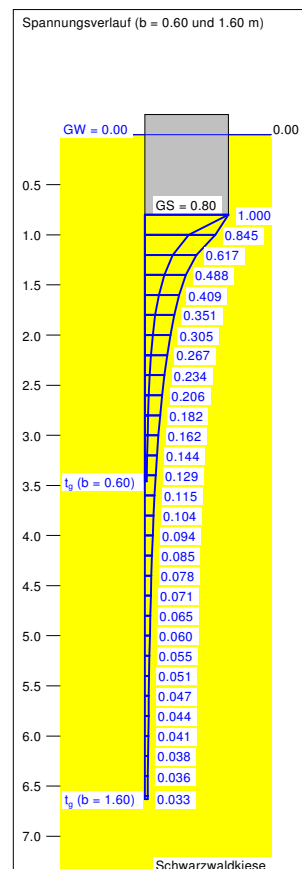


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.60	0.60	536.5	193.2	380.5	0.20 *	37.0	0.00	12.00	9.60	3.46	1.94
0.80	0.80	569.9	364.7	404.2	0.29 *	37.0	0.00	12.00	9.60	4.14	2.32
1.00	1.00	603.2	603.2	427.8	0.38 *	37.0	0.00	12.00	9.60	4.78	2.70
1.20	1.20	636.6	916.7	451.5	0.48 *	37.0	0.00	12.00	9.60	5.41	3.08
1.40	1.40	669.9	1313.1	475.1	0.58 *	37.0	0.00	12.00	9.60	6.03	3.46
1.60	1.60	703.3	1800.4	498.8	0.70 *	37.0	0.00	12.00	9.60	6.63	3.83

* Vorbelastung = 20.0 kN/m²

$\sigma_{E,k} = \sigma_{01,k} / (\gamma_{Gr} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{01,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{01,k} / 1.97$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.40

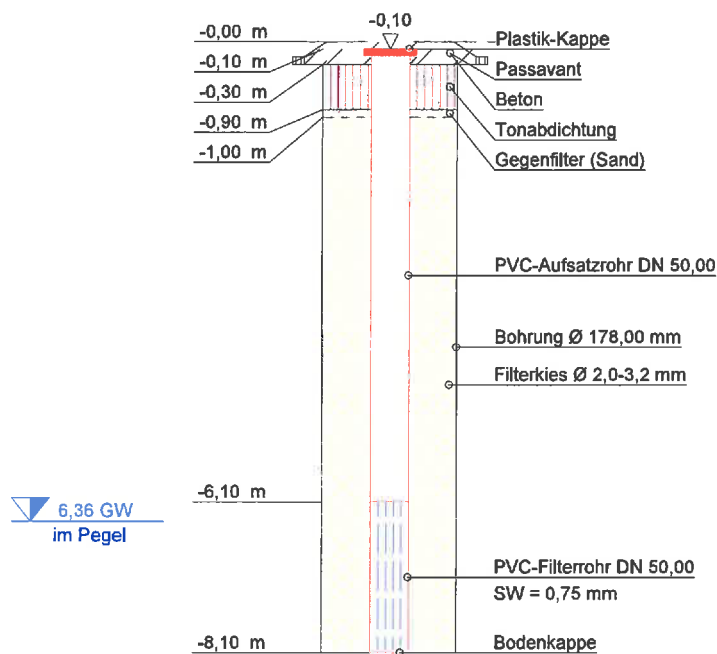


Pegelausbauskitzen

Aufsteller: Fa. drillexpert GmbH, Teningen - Nimbura

BK 1

2"-Pegelausbau



ET 8,10 m



drilllexpert GmbH
 Siemensstraße 9
 79331 Teningen-Nimburg
 Tel.: +49(0)7663-60388 - 0
 Fax: +49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

Gärtnereiareal Denzlingen

Planbezeichnung:

Pegelausbauskitze

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2015-0032

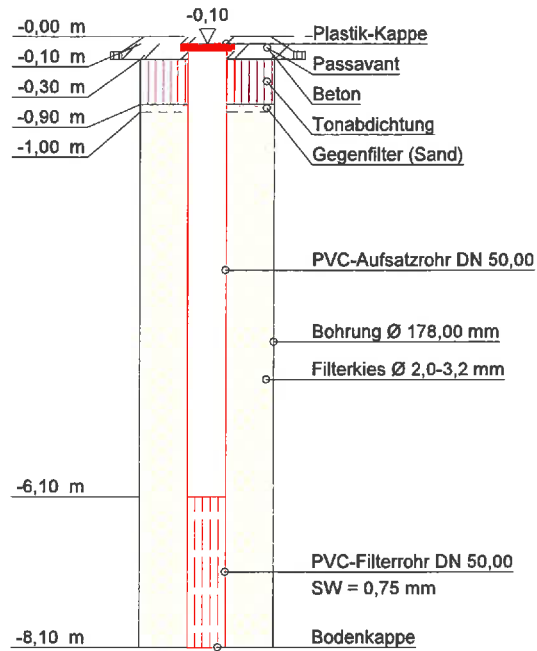
Datum: 21.09.2015

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: W. Fechner

BK 2

2"-Pegelausbau



ET 8,10 m

drillexpert

drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.: +49(0)7663-60388 - 0
Fax: +49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

Gärtnereiareal Denzlingen

Planbezeichnung:

Pegelausbauskitze

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2015-0032

Datum: 22.09.2015

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: W. Fechner