



Geotechnical Consulting
Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.
Geotechnischer Sachverständiger Zertifikat PKG Nr. 0140

Baugrundgutachten

GCO15014/02

Datum: 28.08.2015

Revision 21.09.2015

Auftraggeber: ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG
Heegbarg 30
D-22391 Hamburg
- Vorhabenträgerin -

Projekt: Einkaufs- und Dienstleistungszentrum (EDZ) in Singen

Auftrag: **Gutachten über die Baugrundverhältnisse im Bereich des Grundstückes an der Bahnhofstrasse in Singen im Rahmen einer Baugrundersterkundung**

Ihre Nachricht vom: 13.03.2015

Ihr Zeichen: Dipl. – Ing. Jens Reichert

Projekt Nr.: 0239/11-02-01

Vertrags-Nr.: **FOM-ARCH 0007-3613**

Unser Zeichen: **GCO15014**

Bearbeiter: Dr. – Ing. Mariusz Kowalow
Prof. Dr. – Ing. habil. Zygmunt Meyer
Dipl. – Ing. Marta Chryścina

Datum: **29.06.2015**

Telefon/ Telefax Nr.: +48 91 485 07 00 /+48 91 485 07 02

E-Mail: gco@gco-consult.com

www: www.gco-consult.com

Das Gutachten umfasst 35 Seiten und 13 Anlagen bzw. Anlagengruppen.

Dieses Gutachten ist urheberrechtlich geschützt. Jede Änderung, Veröffentlichung, Vervielfältigung oder Bearbeitung auch elektronischer Art bedarf der schriftlichen Erlaubnis durch die Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.
D:\2015-Kowalow\GCO-Ausland\GCO15014 - EKZ Innenstadt Singen\Berichte-GCO\2015-08-28-EDZ-Singen-Baugrundgutachten rev 2015-09-21.docx

Seite 1 von 35

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Veranlassung	5
2 Unterlagen	5
3 Örtliche Situation, Bauwerk	7
4 Feldarbeiten	8
4.1 Schürfen	8
4.2 Bohrungen und Sondierungen	9
5 Laborarbeiten	10
6 Baugrundsituation	11
6.1 Untergrundverhältnisse	11
6.2 Bodenmodell	12
6.3 Charakteristische Bodenkennwerte	13
7 Hydrogeologische Verhältnisse im Grundstücksbereich	15
8 Grundwasserstände im Grundstücksbereich	18
8.1 Bestimmung der Untergrunddurchlässigkeit	19
8.1.1 Pumpversuch	19
8.1.2 Bestimmung der Untergrunddurchlässigkeit mit empirischen Formeln	20
8.2 Untersuchung von Grundwasserproben auf Aggressivität	20
9 Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme auf die Grundwasserverhältnisse im Nahbereich	21
9.1 Bauzustand	21
9.2 Endzustand	22
10 Quantitative Beweissicherung der Grundwasserstände	23
11 Empfehlungen	24
11.1 Gründungsmöglichkeiten	24
11.2 Sohldruckspannung und Bettungsmodul	25
11.3 Aushubmaterial, Bodenaustausch	27
11.4 Bodenklassen	28
11.5 Dynamische Einflüsse, Erdbeben	29
11.6 Grundwasser und Bauwerk	29
11.7 Baugrubenverbau	30
11.8 Qualitätssicherung	32
11.9 Beweissicherung vor dem Aushub	32
12 Schlussbemerkungen	33
Anlagenverzeichnis	35

Zusammenfassung

Der **Baugrund** entspricht in seinem Aufbau im Wesentlichen den für Singen typischen Baugrundverhältnissen und ist für das geplante Bauvorhaben unter Einhaltung von bestimmten Vorgehensweisen während der Baugrubenausführung (siehe Kapitel 9 im Gutachten) als **ausreichend tragfähig** einzustufen.

Bei dem vorhandenen Schichtaufbau, der Grundwassersituation sowie der räumlichen Lage der geplanten Baugrube zu den umgebenden Straßen (Fußgängerzone) und bestehenden Gebäuden wird als **Baugrubenumschließung** eine überschnittene Bohrpfahlwand oder eine Schlitzwand empfohlen. Es werden auch eine im Bereich der Kiese/Steine vorgebohrte Spundwand (im Bereich der Tone eingepresst) und eine MIP Wand mit Bewehrungsträger möglich. Die Möglichkeit einer Nutzung der vorhandenen UG-Wände als Baugrubenverbau soll durch den Statiker überprüft werden.

Im Nahbereich der verbleibenden Straßen bzw. Gebäude sind verformungsarme Verbaumaßnahmen erforderlich, z.B. überschnittene Bohrpfahlwände, ausgesteifte Spundwände oder HDI Verfahren, berechnet mit einem erhöhten aktiven Erddruck.

Restwasserhaltungsmaßnahmen (offene Wasserhaltung) werden notwendig.

Es sind eine **Plattengründung mit einer druckwasserdichten Wanne** oder eine **Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten und mit wasserdichten Wandausbildungen und einer durchgehenden Bodenplatte** zwischen den Fundamenten möglich.

Beim Bau wird ein **erhöhter tiefbaumäßiger und geotechnischer Aufwand** für eine innerstädtische Baumaßnahme mit einer Restwasserhaltung entstehen.

Mit zusätzlichen **Verlegungen von** derzeit im Grundstücksbereich liegenden **Versorgungsleitungen sowie Entfernung von alten Fundamenten sowie der alten und bestehenden Bebauung** ist zu rechnen.

Entsprechend der Bohrergebnisse und den Pegelmessungen ist mit einem **Grundwasserstand über der Bauwerksohle** zu rechnen. Der **Grundwasserspiegel liegt** nach dem derzeitigen Kenntnisstand bei ca. 422 m NN (d.h. ca. 0,5 m über geplanter Baugrubenunterkante. Der Bemessungswasserstand für den Bauzustand ist somit bei ca. 423,5 m NN anzunehmen.

Zur genaueren Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse und der Geohydraulik werden Grundwasserstandmessungen in den bereits ausgeführten Grundwassermessstellen GWM1 und GWM2 sowie den Grundwassermessstellen der Stadt Singen (z.B. DB12, DB5) über einen längeren Zeitraum (bis zum Baubeginn) empfohlen.

Das Grundwasser ist **nicht beton - und stahlangreifend**.

Altlastenbedingte Einschränkungen für eine Einleitung des Grundwassers in einen Oberflächenwasser- oder Schmutzwassersammler sind nicht zu erwarten.

Eine Bewertung der **Altlastensituation im Boden und im Grundwasser** ist in dem GCO Gutachten vom 14.08.2015 dargestellt.

1 Veranlassung

Die Vorhabenträgerin hat die Geotechnical Consulting Office Sp. z o. o. Sp. k. (GCO) mit einer Baugrundvoruntersuchung einschließlich einer Beschreibung der Grundwasserverhältnisse inklusive einer Prognose der Grundwasserstände anhand von einer Archivrecherche sowie den Ergebnissen der Felduntersuchungen im Bereich des Grundstückes in Singen zwischen den Straßen: Bahnhofstraße, Hegastraße, August-Ruf Straße und Alpenstraße am 29.06.2015 beauftragt.

Die Felduntersuchungen wurden in der KW 26 und 27 durchgeführt.

Es wurden fünf ca. 16 m tiefe Bohrungen und fünf ca. 16 m tiefe Rammkernsondierungen (RKS) geplant. Zwei der Bohrungen sollten zu Grundwassermessstellen für die Durchführung eines Pumpversuches ausgebaut werden.

Bei dem Ortstermin am 22.05.2015 haben eine Begehung des Geländes und ein Treffen mit den zuständigen Vertretern der Behörden stattgefunden. Bei der Begehung wurde die Lage der archäologischen Schürfen sowie die Lage der Bohrungen vorläufig geplant.

Das hier vorliegende GCO – Baugrundgutachten beschreibt auftragsgemäß das Ergebnis der Auswertung der Ersterkundungsergebnisse aus der Sicht des unterzeichnenden Gutachters.

2 Unterlagen

Von der Vorhabenträgerin wurden uns folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [1] Ausbaupläne und Bohrprofile von GWM 422-2 (Bohrung C9) und DB12 des Wasserwirtschaftsamts (WWA) Konstanz,
- [2] Stellungnahme (Mail vom 11.06.2015) des Landratsamts Konstanz, Amt für Baurecht und Umwelt, Untere Wasserbehörde, Sachgebiet Wasserwirtschaft zum Bodenschutz- und Altlastenkataster des Landkreises Konstanz,
- [3] Hydrodata, Grundwasserströmungsmodell Singener Becken 2001,

- [4] Hydrodata, Hydrogeologische und orientierende Erkundungen im Kunsthallenareal zwischen Freiheit – und Ekkehardstraße in Singen / Hohentwiel vom 29.06.2007,
- [5] Vorhabenträgerin, Einkaufs- und Dienstleistungszentrum August-Ruf-Straße/ Bahnhofstraße, Unterlagen zur Site Due Dilligence, 05.03.15,
- [6] Terrana Geophysik, Untersuchungsbericht Erkundung mit Georadar und Widerstandskartierung auf archäologische Strukturen: Projektiertes Einkaufs- und Dienstleistungszentrum Innenstadt, 78224 Singen, 08.12.2014,
- [7] Kempfert + Partner Geotechnik, Geotechnischer Bericht, Anbau Hauptzollamt Singen vom 15. 11.2010,
- [8] Landratsamt Konstanz, Hauptamt/Referat Kultur u. Geschichte/ Kreisarchäologie Dr. J. Hald, Singen, KN, „Einkaufs- und Dienstleistungszentrum Innenstadt“ Archäologische Prospektion, Baggerschürfe vom 23.06.2015.
- [9] Vorhabenträgerin, Besprechungsprotokoll, Projekt-Nr.: 0239-11, samt Anlagen 1 bis 5, vom 28.05.2015,
- [10] Geologisches Landesamt Baden – Württemberg, Hydrodata, Hydroisotop, Landesamt Konstanz, Grundwasserbewirtschaftungskonzept Singen, November 1996,
- [11] Stadt Singen, Angaben über die Grundwassermessstellen GWM 171/422-2 und DB12, Grundwasserstandmessungen,
- [12] Hydrodata, Erkundung PSM-Schadstoffbelastung und anderer Belastungen des Singener Beckens, Teil A, B und C, 78467/4505-01/713, vom 15.07.2008.
- [13] Hydrodata, Bohrprofile im Bereich westlich der Baumaßnahme (BK1 alt, BK1, BK2, BK3, B1 Hegaustr. B2/77 Sparkasse), Email vom 21.09.2015.

Bei der Erstellung des hier vorliegenden Gutachtens wurden zusätzlich folgende Unterlagen verwendet:

- [14] Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k., GCO15014/01 Zusammenfassende Stellungnahme zum Schadstoff-Untersuchungen und Pumpversuch im Rahmen der Baugrunduntersuchung in Singen, 14.08.2015,
- [15] Vorschriften, Richtlinien und Empfehlungen der einschlägigen Fachnormen,
- [16] DIN (i.B. DIN 4023) und EN ISO (14688),
- [17] Dachroth, W: Baugeologie in der Praxis.- Berlin,
- [18] Türke, H (1999): Statik im Erdbau.- 2.Auflage Berlin,
- [19] Voth B., Tiefbau-Praxis, 3. Auflage; Bauverlag GmbH,
- [20] Witt, K. J. (2009): Grundbau Taschenbuch - Teil 2 Geotechnische Verfahren. - Berlin,
- [21] Verlag Glückauf GmbH Essen, Taschenbuch für den Tunnelbau 1984.

- [22] DIN 18301:2015-08 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten
- [23] DIN 18300:2015-08 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten,
- [24] DIN 4149:2005-04 Erdbebenorm „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“.

3 Örtliche Situation, Bauwerk

Das Grundstück befindet sich in der Stadtmitte von Singen im Bereich der Straßen: Bahnhofstraße (Süden), Hegaustraße (Norden), August-Ruf Straße (Westen) und Alpenstraße (Osten) (Lage siehe Übersichtslageplan in der **Anlage 1**). Das für den Rückbau / Neubebauung vorgesehene Grundstück ist derzeit durch eine Passage, ehemaliges Gebäude des Hochzollamtes, sowie mehrere Wohnhäuser, Parkplatzfläche und der Thurgauerstraße bebaut. Die für die Bebauung vorgesehene Grundstücksfläche beträgt ca. 12.000 m².

Die Topographie des Gebiets ist weitgehend flach mit Höhen um ca. 427,8 - 429 m ü. NN.

Das nähere Umfeld besteht überwiegend aus Wohn- und Geschäftshäusern. In südlicher Richtung befindet sich der Bahnhof (Singen Hauptbahnhof) und das Nestlé Deutschland AG MAGGI-Werk Singen, gegründet im Jahre 1895 (nach dem Zukauf der Brauerei Bilger), sowie die Georg Fischer Automobilguss GmbH gegründet 1895.

Im Zuge der Umnutzung des Geländes werden folgende bestehende Gebäuden an der August – Ruf Straße Nr. 2, 2a, und 6, an der Hegaustraße 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42 und 44, an der Bahnhofstraße 23, 23a, 23b, 25 und 29 vollständig bzw. zum Teil abgerissen oder umgebaut.

Auf dem Gelände plant die Vorhabenträgerin den Bau eines Einkaufs- und Dienstleistungszentrum (EDZ) mit 3 Verkaufsgeschossen und 2 bis 3 Parkgeschossen (1 UG, EG, 1 bis 3 OG).

Bei der Annahme der Gründungstiefe von ca. 6,5 m u GOK wurde die UK Einzelfundament mit ca. 421,5 m ü. NN angenommen.

Die Angaben über das Bauwerksnull liegen uns derzeit nicht vor.

4 Feldarbeiten

4.1 Schürfen

Während der Feldarbeiten in der KW 26 wurden am 23.06.2015 4 Schürfen und eine Hand-schachtung durchgeführt. Die Schürfen wurden bis in eine Tiefe von maximal 5,6 m u. GOK ausgehoben. Die Tiefe wurde den zu erwartenden archäologischen Funden angepasst.

Alle Schürfarbeiten im Bereich von geophysikalisch erfassten Anomalien (Georadar) wurden im Beisein von Herrn Dr. Hald (der Stadtarchäologe LRA Koblenz) durchgeführt (s. Protokoll von Herrn Dr. Hald vom 26.06.2015 [8]).

Während der Schürfarbeiten am 23.06.2015 wurden von der GCO folgende Bodenprofile aufgenommen:

Schurf I: GOK ca. 428 m NN

Auf diesen Schurf wurde aufgrund der Lage im Bereich möglicher Kampfmittel und der Nähe zu einer bestehenden Grundwassermessstelle der Unteren Wasserbehörde verzichtet.

Schurf SCH2(II): GOK ca. 428 m NN.

0,0 – 0,2 m u. GOK	Asphalt,
0,2 – 1,6 m u. GOK	Auffüllungen (Kies sandig mit Bauschutt, Ziegelbruchstücke, Holzreste, Putz und Mauersteinreste), aufgefüllter Keller.

Schurf SCH3(III): GOK ca. 428 m NN.

0,0 – 0,2 m u. GOK	Asphalt,
0,2 – 0,3 m u. GOK	Auffüllung, Unterbauschicht,
0,3 – 0,4 m u. GOK	Auffüllung, Kies, sandig,
0,4 – 1,6 m u. GOK	Auffüllung (Sand, schwach schluffig, schwach kiesig bis kiesig mit Steinen bis ca. 20 cm Durchmesser und Ziegelreste),
1,6 – 2,3 m u. GOK	Sand, schwach schluffig, schwach kiesig bis kiesig mit Steinen bis ca. 20 cm Durchmesser.

Schürf SCH4(IV): GOK ca. 428 m NN

0,0 – 0,3 m u. GOK	Mutterboden, organisch,
0,3 – 1,3 m u. GOK	Auffüllung, Kies, steinig mit Ziegelresten,
1,3 – 5,0 m u. GOK	grober Kies, steinig, mehr als 50% Steine bis ca. 20 cm Durchmesser.

Schürf SCH5(V): GOK ca. 428 m NN

0,0 – 0,25 m u. GOK	Asphalt,
0,25 – 0,7 m u. GOK	Auffüllung, grober Kies, sandig hellgrau,
0,7 – 1,2 m u. GOK	Auffüllung, Sand schluffig, schwach kiesig bis kiesig, Durchmesser bis ca. 6 cm.

Das geologische Profil der Schürfen entspricht dem örtlichen zu erwartenden Bodenaufbau. Es wurden keine Anomalien vorgefunden.

In den Schürfen wurden über die Gesamttiefe keine Grundwasserzuflüsse beobachtet.

4.2 Bohrungen und Sondierungen

Im Juni 2015 (KW 26 und 27) wurden fünf ca. 16 m tiefe Kernbohrungen (B1 bis B5) sowie sechs ca. 4 bis 8 m tiefe DPH Sondierungen zur Erkundung des Baugrundes durchgeführt. Die Tiefbohrungen wurden als Trockenkernbohrungen durchgeführt. Zwei der tiefen Bohrungen (B1 und B3) wurden zu Grundwassermessstellen GWM1 und GWM2 ausgebaut.

In der Zeit von 01. bis 04. Juli 2015 erfolgte die hydrogeologische Untersuchung der Grundwasserverhältnisse im bestehenden Brunnen und den zur Grundwassermessstellen ausgebauten Bohrungen (Pumpversuch mit Probenahme für altlastenrelevante chemische Untersuchungen).

Die örtlichen Arbeiten umfassten die Betreuung der Kernbohrungen, die Entnahme von Proben für geotechnische und chemische Laboruntersuchungen, geodätische Vermessungen der Aufschlusspunkte und geologische Aufnahmen der Bohrprofile.

Die Lage der Aufschlüsse wurde von der GCO geplant und die Feldarbeiten wurden überwacht, modifiziert und abgenommen.

Die Lage von allen bisher durchgeführten Aufschlüssen im Bereich des o.g. Projektes ist in der **Anlage 2** zusammengestellt.

Die Bohrerergebnisse sind in der **Anlagengruppe 3** und die geologische Querschnitte in der **Anlagengruppe 4** dargestellt.

Die Ergebnisse der Sondierungen mit einer schweren Rammsonde (DPH) sind der **Anlagengruppe 5** zu entnehmen.

5 Laborarbeiten

Es wurden geotechnische Laboruntersuchungen in einem akkreditierten Labor zur Bestimmung von folgenden Parameter durchgeführt: Wassergehalte und Dichten, Fließ- und Ausrollgrenzen sowie Sieb- und Schlämmanalysen.

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen liegen als **Anlage 6** diesem Bericht bei. Es ergaben sich Wassergehalte zwischen $w_n = 5,5 \%$ und $w_n = 23,3 \%$. Der niedrige Wassergehalt ist einem halbfesten Ton und der höhere Wassergehalt einem steifen / weichen Ton zuzuordnen. Die Trockendichten der untersuchten bindigen Proben liegen zwischen $\rho_d = 1,646 \text{ g/cm}^3$ und $\rho_d = 2,175 \text{ g/cm}^3$. Die niedrige Trockendichte ist einem stark schluffigen Ton und die höhere Trockendichte einem stark schluffigen, stark kiesigen Ton zuzuordnen.

Entsprechend der DIN 18196 ergab sich das untersuchte bindige Probenmaterial als überwiegend leicht plastisch (Bodengruppen TL und untergeordnet TM). Die Wassergehalte an der Fließgrenze und an der Proportionalitätsgrenze sind zusammenfassend in der **Anlage 6.1** angegeben.

Die kiesigen Böden wurden nach DIN 18196 als Bodengruppen GW, GU, GU* eingeordnet.

Die Ergebnisse der Siebanalysen sind der **Anlage 6.2** zu entnehmen.

6 Baugrundsituation

6.1 Untergrundverhältnisse

Der Untergrund besteht aus Mittel- bis Grobkies und Sanden von Moränen der Würm- und Riss-Eiszeit. Gemäß der geologischen Karte Baden-Württembergs handelt es sich dabei um tertiäre Ablagerungen des Alpenvorlands. Nach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg im Maßstab 1:25.000 Blatt 8321 Konstanz-Ost sowie den zugehörigen Erläuterungen besteht der Untergrund im Bereich der geplanten Baumaßnahme aus eiszeitlichem Kiessand vom Alter der Unteren Singener Terrasse.

Aufgrund der bisher durchgeführten Arbeiten muss festgestellt werden, dass der Baugrund im Untersuchungsbereich im Wesentlichen aus Auffüllungen, Sand-Kies-Stein Gemischen und stark schluffigen, kiesigen, steinigen Tonen besteht.

Ab Geländeoberfläche bis in eine Tiefe von ca. 0,4 bis ca. 1,9 m unter GOK stehen Auffüllungen an, die aus Sanden, Kiesen, Mutterboden, Schluffen sowie teilweise aus Unterbauschichten bestehen.

Unter den Auffüllungen liegen mitteldichte bis sehr dichte Kies-Sand-Stein Gemische mit einer Mächtigkeit von bis zu ca. 8 m. Diese Schichten wurden im Bereich von ca. 0,4 bis ca. 9,2 m u. GOK angetroffen.

Darunter folgen steife bis halbfeste stark schluffige Tone mit Beimengungen von Sand, Kies und Steinen. Die Konsistenz steigt mit der Tiefe. Eine weiche, geringmächtige Schicht wurde nur im Übergangsbereich zwischen wassergesättigten Kiesen und bindigen Schichten festgestellt. Aufgrund der geringen Mächtigkeit hat diese Schicht keinen Einfluss auf die Tragfähigkeit des Baugrundes.

Die vorhandenen Bohrungen stellen punktuelle Aufschlüsse dar. Die räumliche Verteilung der Baugrundsichtung zwischen den einzelnen Aufschlüssen kann, vor allem wenn diese weit voneinander entfernt sind, von dem angenommenen Modell abweichen.

6.2 Bodenmodell

Der Untergrund im untersuchten Areal lässt sich auf der Basis der Untersuchungen, gründungsrelevant in 3 bodenmechanisch unterschiedliche Gruppen (Pakete) unterteilen (siehe **Tabelle 1**).

Das **Paket 0** besteht aus Auffüllungen mit einer Mächtigkeit von bis zu ca. 1,9 m. Diese Schichten bestehen aus Mutterboden, aus schluffigen, organischen Sanden mit Beimengungen von Kies, Steine und Wurzeln, Unterbauschichten aus Sand, Kies und Steinen sowie Bauschutt mit Ziegelbruchstücken. Die Auffüllungen sind nicht tragfähig und werden im Zuge der Baumaßnahme vollständig entfernt.

Das **Paket I** besteht aus mitteldichten bis sehr dichten, schwach schluffigen bis schluffigen, stark sandigen bis sandigen, steinigen Kiesen. Die Schicht des Pakets II ist in den Tiefen von ca. 0,4 bis 9,2 m u. GOK anzutreffen. Dies entspricht den Höhen von ca. 419,1 bis 427,6 m ü. NN. In dieser Schicht wurden bei der Schürfung Steine bis zu 0,2 m Durchmesser festgestellt. Das Vorkommen von größeren Durchmessern sowie Findlingen kann nicht ausgeschlossen werden. Der Anteil an Steinen kann bis zu 30% liegen. In dieser Schicht wird die Gründung erfolgen. Die Schicht ist für die geplante Baumaßnahme ausreichend tragfähig.

Das **Paket II** besteht steifen bis halbfesten, stark schluffigen, sandigen, kiesigen Tone stark schluffigen, stark kiesigen, steinigen Tonen sowie stark schluffigen Tonen, lokal tonigen, sandigen Schluffe. Die Schichten des Pakets II sind in den Tiefen ab ca. 8,3 bis 9,2 m u. GOK anzutreffen. Die Schicht wurde nicht bis zur Endteufe von 16 m u. GOK durchgebohrt. Diese Schicht ist für die geplante Baumaßnahme ausreichend tragfähig. Die Schicht ist sehr stark wasserempfindlich (leicht plastisch, überwiegend Bodengruppe TL bis TM). Die Aufweichungen im Übergang vom wasserführenden Kies zum Ton im Bereich der Bohrungen sind geringmächtig und müssen nicht nachverbessert werden. Sollten weiche Schichten direkt im Sohlbereich der Fundamente angetroffen werden - so sind diese gegen geeignetes Material (Sand-Kies Gemisch) auszutauschen.

Es ist dabei zu beachten, das im Bereich der Archivbohrung GWM 171/422-2 (Alpenstraße) die Schicht des Pakets II (d.h. stark schluffiger Ton) in der Tiefe von ca. 5,6 m u GOK (also im Gründungsbereich) angetroffen wurde. Die Schicht wurde bis ca. 6,5 m u. GOK nicht durchbohrt. Anhand von den Archivbohrungen im Bereich der Erzbergerstrasse und Schefelstrasse [13] sind die bindigen Schichten westlich des geplanten Bauvorhabens im Bereich von ca. 418 bis 419 m NN zu erwarten.. Es ist daher anzunehmen, dass diese Schicht durchgehend mit einer Neigung in Richtung der August- Ruf Straße verläuft.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Baugrundsichten

Paket	Bodenart Bodengruppe (Bodenzone)	Bezeichnung nach DIN 4022	Lage- rungs- dichte D	Konsis- tenzzahl
0	Auffüllung	A	locker	-
I	Kies, sandig, steinig, schwach schluffig, Kies sandig, schwach schluffig, Sand stark kiesig, steinig, schwach schluffig, Kies stark steinig, sandig, schwach schluffig	G, s, x, u', G, s, u', S, g*, u', G, x*, s, u'	mitteldicht bis sehr dicht	-
IIa	Ton stark schluffig, schwach kiesig, schwach sandig, Ton stark schluffig, schwach sandig	T, u*, g', s' T, u*,s'	-	steif
IIb	Ton stark schluffig , Ton stark schluffig, stark kiesig bis schwach kiesig, schwach sandig, Ton stark schluffig, schwach sandig	T, u* T, u*, g* - g', s T, u*,s'	-	steif bis halbfest

6.3 Charakteristische Bodenkennwerte

In der **Tabelle 2** sind Bodenkennwerte, abgeleitet aus den Laborversuchen, zusammengestellt.

Tabelle 2: Bodenkenngrößen entsprechend den Laborergebnissen

Paket	Bezeichnung nach DIN 4022	Wassergehalt w_n (%)	Plastizitätszahl I_p (%)	Ausrollgrenze W_P (%)	Fließgrenze W_L (%)	Trockendichte ρ_d (g/cm ³)
0	A	-	-	-	-	-
IIa IIb	T, u* T, u*, g* - g', s T, u*, s'	5 - 23	10 - 22	11 - 14	21 - 38	1,6 – 2,1
Paket	Bezeichnung nach DIN 4022	Ton und Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	Steine (%)	Größtkorn (mm)
I	G, s / G s, u'	3-8	19 - 23	77 - 79	2	48 - 70

Für die geotechnische Bemessung eignen sich die charakteristischen Bodenkennwerte aus der **Tabelle 3**, die aus den Laborwerten, den Ergebnissen der Feldaufschlüsse und aus Erfahrungswerten für vergleichbare Böden abgeleitet wurden.

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte

Paket	Bezeichnung nach DIN 4022	Feuchtwichte γ_k (kN/m ³)	Kohäsion c'_k (kN/m ²)	Reibungswinkel φ'_k (°)	Steifemodul E_{sk} (MN/m ²)
0	A	16	-	30,0	-
I	G, s, x, u', G, s, u', S, g*, u', G, x*, s, u'	18 - 20	0	35,0	60 – 120
IIa	T, u*, g', s' T, u*, s'	16 - 18	10 - 15	27,5	20 - 25
IIb	T, u* T, u*, g* - g', s T, u*, s'	20 - 21	15 – 25	27,5	25 - 40

7 Hydrogeologische Verhältnisse im Grundstücksbereich

Entsprechend der umfangreichen Unterlagen ([3], [4], [10] und [11]) für den Raum Singen liegen Angaben über die hydrogeologischen Verhältnisse vor. Entsprechend den Archivangaben besteht der Singener Beckenkomplex aus folgenden Schichten:

- würmeiszeitliche Rückzugskiese des Rheingletschers (Oberes Kieslager OKL),
- würmeiszeitliche Grundmoräne und würmeiszeitliche Seeablagerungen mit zum Teil engen Verzahnungen (Zwischenhorizont ZH),
- vermutlich würmeiszeitliche Verstosschotter / Rinnenschotter (Unteres Kieslager UKL),
- Präquartär (größtenteils Molasse- z.T. Jura –Sedimente).

Die quartäre Deckenfüllung ist differenziert. In dem oberen Bereich ist der oberflächennahe Grundwasserleiter E ausgebildet. Der darunter liegende Zwischenhorizont (ZH) wird bereichsweise von einem weiteren Grundwasserleiter (D) getrennt, so dass eine obere (d/e) und eine untere (c/d) Zwischenschicht vorliegen. Unter dem Zwischenhorizont c/d folgt der Grundwasserleiter C. Die Grundwasserhorizonte unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Verbreitung, Mächtigkeit, Petrographie und Durchlässigkeit. Die Grundwasserleiter C und D bilden in weiteren Bereichen einen gemeinsamen Sedimentkörper (CD-Fenster), Stellenweise ist auch der oberflächennahe Grundwasserleiter E in diese mächtigen Sedimentkörper integriert (CDE Fenster). Die Grundwasserleiter bilden oftmals ein gemeinsames hydraulisches Gesamtsystem. Es wurden auch zahlreiche Fenster zwischen den Grundwasserstauhorizonten festgestellt.

Die gewerbliche und industrielle Nutzung großer Flächen innerhalb der Stadt führte in den siebziger Jahren zur Überbewirtschaftung des Grundwassers. Die große Fördermenge führte zur dauerhaften Grundwasserabsenkung des Grundwasserstockwerkes CD bis zu ca. 4 m im Vergleich zu den niedrigsten GWS in Jahren 1975 bis 1993. Der Grundwasserleiter E wurde in den Jahren 1972 – 1974 um ca. 2 m abgesenkt im Vergleich zu dem mittleren GWS in Jahren 1975 bis 1993.

Die von 1974 bis 1993 höchsten gemessenen Grundwasserschwankungen betragen:

- Grundwasserleiter CD – bis zu 7,8 m,
- Grundwasserleiter E bis zu 3,5 m.

Nach der Reduzierung (Einschränkung) der zulässigen Fördermengen wurden eine Erhöhung der Grundwasserstände und ein Grundwasseranstieg beobachtet. Bis zum 1994 stieg das Grundwasser des Stockwerkes CD von 418 bis ca. 419 m NN, und des Stockwerkes E bis ca. 418,5 m NN. Die Angaben im direkten Bereich der geplanten Baumaßnahme fehlen.

Die Förderung erfolgt in der Regel aus dem Grundwasserstockwerk C und D. Die Grundwasserschwankungen im Grundwasserstockwerk E sind jedoch mit den Grundwasserschwankungen des Grundwasserstockwerkes CD verbunden. Die über einen längeren Beobachtungszeitraum (1975 – 1993) dargestellten Ganglinien des Stockwerkes E und CD zeigen einen annähernd parallelen Verlauf [10]. Dieser prallere Verlauf ist mit der hydraulische Verbindungen der GW-Stockwerke zu erklären.

Im nördlichen Bereich des Grundwassermodells [12] (in einer Entfernung von ca. 170 bis 250 m) nördlich der geplanten Baumaßnahme) verbleibt der Stockwerk E trocken. Nördlich der Baustelle (ca. 150 m) wurden die Grundwasserstände mit ca. 424 – 425,6 m NN gemessen [12].

Das Grundwasserstockwerk C ist im Baustellenbereich nicht ausgebildet [12].

Die Angaben erlauben zu vermuten, dass im östlichen, derzeit nicht untersuchten Bereich unter den Kiesen bindige, undurchlässige Schichten anstehen.

Die dem Archivangaben entnommenen Grundwasserstände wurden auf das Bauwerksbereich extrapoliert. Die Angaben der Archivberichte sind der **Tabelle 4** zu entnehmen.

Tabelle 4: Grundwasserstände im Projektbereich nach Archivangaben [3] und [12]

Datum	Grundwasserstockwerk	
	E	C / CD
	Grundwasserstand in m NN	
08.1993	423	416
11.2000	422 - 423	417,75
20.07.2004	423	-
15.01.2015	422 - 423	-
07.2015*	422	-

*Felduntersuchungen Juli/Juni 2015

Aus der **Tabelle 4** ist es ersichtlich, dass die Grundwasserschwankungen des Stockwerkes E im Bereich der geplanten Baumaßnahme um ca. 1 m liegen.

Als langjähriger mittlerer Jahresniederschlag wurde in [10] ca. 800 mm/a angegeben. Eine mittlere Grundwasserneubildung beträgt dann 6 l/s pro km². In den Jahren 1980 bis 2007 wurde ein Jahresniederschlag von 650 bis 1080 mm/a beobachtet [12].

Im Bereich der geplanten Baumaßnahme wurden laut Angaben des Grundwasserbewirtschaftungskonzeptes [10] Schichten der folgenden Sedimente festgestellt:

- Fein- bis Grobkies, sandig, schwach steinig IG, mit Durchlässigkeitsbeiwert $k = 2,3 \times 10^{-3}$ m/s,
- Fein- bis Grobkies, stark sandig, schluffig IDc, mit Durchlässigkeitsbeiwert $k = 1,2 \times 10^{-5}$ m/s,
- Sand, fein bis grobkiesig ISG, mit Durchlässigkeitsbeiwert $k = 1,5 \times 10^{-3}$ m/s.

Für die bindigen Schichten (Zwischenschichten und Ton im Liegenden) wurde der mittlere Durchlässigkeitsbeiwert mit $k = 8 \times 10^{-8}$ m/s angegeben.

Laut Angaben [10] ist im Bereich der geplanten Baumaßnahme mit der Unterkante der Zwischenschicht d/e in einer Höhe von ca. 400 m NN zu rechnen. Das Vorhandensein von hydrogeologischen Fenstern ist entsprechend der Archivangaben [12] eher gering jedoch nicht vollständig auszuschließen.

8 Grundwasserstände im Grundstücksbereich

Im Bereich des untersuchten Grundstückes in Singen tritt das Grundwasser ungespannt (frei) im Bereich der Kiese auf.

Während der im Juni 2015 durchgeführten Feldarbeiten wurde das Grundwasser in einer Tiefe von ca. bis 6,1 bis 6,4 m u. GOK d.h. auf 421,9 – 422,5 m ü NN angetroffen.

Die detaillierten Angaben über die gemessenen Grundwasserstände im Juni 2015 sind in der **Tabelle 5** zusammengestellt.

Tabelle 5: Zusammenstellung der Grundwasserstände

Bohrung Nr. und Messdatum	GOK	Grundwasser angebohrt bei	
	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]
B1/ GWM1 23.06.2015	428,08	6,10	421,98
B2 29.06.2015	428,10	6,10	422,00
B3'/GWM2 25.06.2015	428,06	6,30	421,76
B4 24.06.2015	428,60	6,60	422,00
B5 01.07.2015	428,30	6,24	422,06
GWM 171/422-2 24.06.2015	428,72 (POK)	6,30	422,42
GWMDB12 01.07.2015	427,95	6,16	421,79

Die Darstellung der Grundwasserstände in der Form von Grundwassergleichen aus der Zeit der Feldarbeiten sowie während des Pumpversuches sind den **Anlagen 7.1 und 7.2** zu entnehmen.

Die Strömungsrichtung verläuft derzeit im Allgemeinen von Nordwesten in Richtung Südost. Das Grundwassergefälle beträgt ca. 0,08 bis 0,5%.

Die langjährige Grundwasserförderung hat die allgemeine hydrogeologische Situation im Singener Bereich beeinflusst. Im Nachbereich des Grundstücks liegen zahlreiche Industriebrunnen (Fa. Maggi und GF Automotive). Es ist allgemein von einer Absenkung des Grundwasserspiegels auszugehen.

Für die geplante Baumaßnahme schlagen wir die folgende Annahme des **Bemessungswasserstandes** für das gesamte Grundstück vor:

- für die Bauzeit 423,50 m ü. NN
- für den Endzustand 424,00 m ü. NN.

Die uns zur Verfügung gestellten Unterlagen weisen auf einen geringen Einfluss der Grundwasserförderung im Bereich der geplanten Baumaßnahme in den letzten 20 Jahren hin. Die Grundwasserstände wurden im Bereich von 422 bis 423 m NN 1993 - 2000 gemessen. Derzeit (Juni 2015) wurde das GWS im Bereich von ca. 421,5 bis 422,5 m NN. gemessen. Bei der Annahme, dass die Förderung künftig auch mit gleicher Menge fortgeführt wird wie bisher, können die oben genannten Bemessungswasserstände angenommen werden.

8.1 Bestimmung der Untergurnddurchlässigkeit

8.1.1 Pumpversuch

Die Durchlässigkeitsbeiwerte k (m/s) wurden mit empirischen Formeln, auf der Basis der durchgeführten Pumpversuche, ermittelt. Die Detailergebnisse der Pumpversuche sind dem GCO Bericht (Az. GCO14015_01 vom 11.08.2015) zu entnehmen.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte liegen im Bereich von ca. 5×10^{-4} bis 5×10^{-3} m/s. Für eine Bemessung der Wasserhaltung empfehlen wir einen rechnerischen Wert von 5×10^{-3} m/s anzusetzen.

Vom 01. bis zum 04.07.2015 wurden Messungen im Rahmen der Probenahme für die Bestimmung des Grundwasserchemismus mit kontinuierlicher Fördermenge durchgeführt. Der Versuch begann am 01.07.2015 um 14:00 Uhr und endete am 04.07.2015 um 14:00 Uhr. Die geplante Förderrate sollte bei ca. 2-3 l/s liegen. Die Ergiebigkeit der GWM1 reichte dafür aber nicht aus. Nach anfänglich kurzfristig größerer Entnahme ließ sich eine Förderrate von ca. 1 l/s dauerhaft erreichen.

8.1.2 Bestimmung der Untergrunddurchlässigkeit mit empirischen Formeln

Die Durchlässigkeitsbeiwerte k (m/s) wurden mit empirischen Formeln auf der Basis der durchgeführten Siebanalysen ermittelt. In der **Tabelle 6** sind die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte zusammengestellt.

Tabelle 6: Zusammenstellung der Grundwasserstände

Bohrung Nr.	Tiefe [m u. GOK]	Baugrund	Durchlässigkeiten ermittelt aus den Körnungslinien [m/s]			Mittelwert k [m/s]
			Slichter	USBSC	Hazen	
B1, GP2	6,00-7,00	G, s	2,0E-04	5,5E-03	9,2E-04	2,2E-03
B1, GP5	11,55-11,70	T, u*, s', g'	-	2,0E-07	-	2,0E-07
B2, EP2	6,00-7,50	G, s, u'	4,8E-05	6,6E-03	2,2E-04	2,3E-03
B3, EP1	4,00-6,00	G, s, u'	3,3E-05	1,1E-03	1,4E-04	4,1E-04
B4, GP2	6,00-7,00	G, s, u'	1,5E-04	3,6E-03	6,9E-04	1,5E-03

Aus der **Tabelle 6** ist deutlich erkennbar, dass für die Kiesschichten die ermittelten Durchlässigkeiten im Bereich von 2×10^{-3} bis 4×10^{-4} m/s liegen.

Die Durchlässigkeit der Zwischenschicht d/e (stark schluffiger, kiesiger Ton) beträgt ca. 2×10^{-7} m/s.

8.2 Untersuchung von Grundwasserproben auf Aggressivität

Die entnommenen Grundwasserproben wurden im Labor auf Beton- und Stahlaggressivität untersucht.

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen des Labors ist das Grundwasser unter Berücksichtigung der EN 206-1:2003 nicht betonaggressiv (X0).

Entsprechend dem Ergebnis der Untersuchung der Aggressivität gegen Stahl nach DIN 50929, ist das Grundwasser gegenüber Stahl als sehr gering aggressiv einzustufen (Prüfbericht siehe [9]). Die Mulden- und Loch- bzw. Flächenkorrosionsneigung kann bei den untersuchten Wasserproben als sehr gering beschrieben werden.

Die Prüfung der Stahlkorrosivität ergab, dass für unlegierte und niedrig legierte Eisenwerkstoffe im Kontakt mit dem Grundwasser im Unterwasserbereich, Wasser-/Luft-Bereich und im Spritzwasserbereich das Risiko hinsichtlich Mulden- und Lochkorrosion sowie Flächenkorrosion als sehr gering einzustufen ist. Im Kontakt mit feuerverzinkten Stählen ist die Ausbildung von Deckschichten guter bis sehr guter Güte wahrscheinlich.

Bei Kontakt des Wassers mit nichtrostenden Stählen ist nur bei anodischer Polarisation ein sehr geringes Risiko für Lochkorrosion gegeben. Die Ergebnisse der Grundwasseranalysen sind der **Anlage 8** zu entnehmen.

9 Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme auf die Grundwasserverhältnisse im Nahbereich

9.1 Bauzustand

Der Neubau soll samt Unterkellerung ausgeführt werden. Die Baugrubensohle ist in einer Tiefe von ca. 6,50 m u. GOK geplant (entspricht ca. 421,50 m NN).

Die Baugrube wird mit einem wasserdichten Verbau umschlossen, der in die anstehenden, stark schluffigen Tonschichten einbinden wird.

Eine umfassende Wasserhaltung wird voraussichtlich nicht notwendig, da in allen bisherigen 5 Bohrungen sowie in den Archivbohrungen im Bereich der Erzberger- und Scheffelstrasse (ca. 100 bis 200 m entfernt von der westlichen Grundstücksgrenze) unterhalb der wasserführenden Schichten ein Grundwasserstauer aufgeschlossen wurde. Dies ist auch in den 2 GWM (DB12 und 171/422-2) der Fall. Es wird jedoch empfohlen, die Tiefe dieser Schicht auch in anderen bisher nicht untersuchten Bereichen der zukünftigen Baugrube durch ergänzende Aufschlüsse zu überprüfen.

Somit wird im Fall, dass keine hydrogeologischen Fenster in dem relevanten Bereich vorliegen nur eine Trogentleerung und danach ggf. eine Restwasserhaltung durch Gräben und Pumpensümpfen je nach aktuellem Wasserstand zum Zeitpunkt der Bauausführung notwendig. Auswirkungen der Wasserhaltungsarbeiten außerhalb der mit einem wasserdichten Baugrubenverbau umschlossenen Baugrube sind nicht zu erwarten.

Für eine überschlägige Prognoserechnung der Beeinflussung der Grundwasserstände durch den dichten und in den Stauer einbindenden Verbau im Bauzustand kann die Formel nach Schneider [21] angesetzt werden.

Tabelle 7: Berechnung des Grundwasseraufstau

Grundwasserneigung I [%]	Anstromwinkel α	Aufstau nach Schneider [m]
0,08	28	0,08
0,27*	28	0,29
0,34**	20	0,26

*Mittelwert

** Angaben nach [4]

Der im Bauwerksanstrombereich zu erwartende Grundwasseraufstau infolge der Absperrung der Grundwasserdurchströmung wird vorrausichtlich im Bereich von 1 bis 30 cm liegen. In gleicher Größenordnung ist die ggf. zu erwartende Grundwasserabsenkung abströmig zu erwarten. Es ist zu betonen, dass nach Auffassung des Verfassens dieses Gutachtens die mit vereinfachter Formel, die im Bereich ohne hydrogeologischen Fenster ansetzbar ist (2 D Strömungsfall), berechneten Aufstauwerte sehr auf der sicheren Seite liegen. Infolge der sehr hoch durchlässigen Schichten (Paket I) wird das Grundwasser das im Aquifer eingebaute Bauwerk umfließen können. Dadurch werden die rechnerischen Werte (Aufstau/Absenkung) deutlich reduziert.

Die zu erwartenden Auswirkungen bzw. Aufstau-/Absenkungswerte liegen im Grundwasserschwankungsbereich und sind als vernachlässigbar gering einzustufen.

9.2 Endzustand

Im Endzustand verbleiben die Verbauwände und die Auswirkungen sind denen aus der Bauzeit weitgehend gleichwertig. Langfristig wird aufgrund der sehr hohen Durchlässigkeiten des kieserigen Aquifers (Stockwerk E) sich ein Ausgleich der Wasserstände einstellen.

Auswirkungen auf die Bebauung in der Nachbarschaft sowie auf Pflanzen und Tiere sind nicht zu erwarten.

10 Quantitative Beweissicherung der Grundwasserstände

Um unvorhersehbare Auswirkungen der Baumaßnahme, z.B. auf in der näheren Umgebung befindliche, teilweise alte Gebäude beurteilen zu können, werden Beweissicherungsmaßnahmen zur kontinuierlichen Kontrolle der Lage der Grundwasseroberfläche empfohlen.

Das bereits vorhandene Grundwasserpegelnetz kann wegen der Bautätigkeiten nicht vollständig erhalten bleiben. Um eine quantitative Überwachung der Auswirkungen während der Bauzeit (Wasserhaltung und Verbaueinfluss) zu ermöglichen, werden die Herstellung von mind. 4 Grundwassermessstellen außerhalb der geplanten Baumaßnahme empfohlen. Die Tiefe der Pegel sollte mit ca. 9 bis 10 m ausreichend sein. Eine geologische Aufnahme des Bohrgutes bei den Pegelbohrungen wird angeraten. Bei der Beweissicherung werden Beobachtungen an bauwerksnah liegenden Pegeln: verbleibende Pegel (DB 5, DB12) sowie bei den 4 neuen Pegeln (siehe **Anlage 9**) empfohlen.

Es wird vorgeschlagen, alle o.g. Pegel beginnend 4 Wochen vor Baustellenbeginn und insbesondere vor der Inbetriebnahme der Grundwasserabsenkung über die Dauer der Baumaßnahme und über einen Zeitraum von mind. eines Jahres nach Beendigung der Grundwasserabsenkung zu beobachten. Die Beobachtungen sollen vor der Wasserhaltung zwei Mal wöchentlich, während der Wasserhaltung und nach Einstellung der Wasserhaltung zuerst täglich, dann nach Bewertung der Situation, z.B. wöchentlich oder zweiwöchentlich erfolgen und in nachprüfbarer Form aufgezeichnet werden.

Während der Ausführung der Bauarbeiten ist auf Grund der gewählten Bautechnologie vorgesehen, sukzessive das Trogwasser und das Tagwasser abzupumpen. Während der Wasserhaltung kann je nach Auflagen der zuständigen Behörde das Baugrubenförderwasser beprobt werden müssen.

11 Empfehlungen

11.1 Gründungsmöglichkeiten

Nach Angabe der Vorhabenträgerin sind im Bereich des untersuchten Grundstücks in Singen ein unterkellertes Objekt mit einem Untergeschoss, einem Erdgeschoss und drei bis vier Stockwerke geplant. Die Gründungstiefe wird ca. 6,5 m unter derzeitiger GOK liegen. Für die Gründung in dieser Tiefe ist folgendes zu empfehlen:

Bodengruppen (Paket) 0 – Auffüllungen, Mutterboden, Unterbauschichten, sandige Schluffe, Kiese, Steine, Bauschutt, ggf. locker bis mitteldicht.

Die unmittelbar unter GOK anstehenden Auffüllungen (Paket 0) sind inhomogen und nicht für die geplante Baumaßnahme tragfähig. Diese sind für eine direkte Gründung nicht geeignet. Diese Böden werden im Zuge der Baumaßnahme entfernt bzw. sollen ausgetauscht werden.

Die Ausdehnung dieser Bereiche sollte durch den Geotechniker vor Ort während des Aushubes überprüft werden. In diesen Bereichen soll der Aushub bis in eine Tiefe, in welcher die Schicht des Paketes I ansteht, erfolgen.

Bodengruppe (Paket) I und II – Kiese mit schluffigen, sandigen und steinigen Beimengungen dicht bis sehr dicht, stark schluffige Tone mit sandigen, kiesigen und steinigen Beimengungen, steif bis halbfest.

Nach den Ergebnissen der Feldaufschlüsse erfolgt die Gründung in dieser Schicht. Diese Schichten sind für die geplante Baumaßnahme ausreichend tragfähig.

Bei die Schichten des Paketes I, die unter der angenommenen BUK festgestellt wurden, handelt es sich um dicht bis sehr dicht gelagerte Kiese mit Beimengungen von Sand, Schluff und Steinen. Die während der Schürfarbeiten ausgehobenen Steine hatten einen Durchmesser bis zu 0,2 m. Die Volumenanzahl an Steine betrug bis ca. 50 %. Größere Steindurchmesser sind nicht auszuschließen. Die sollten aus dem Fundamentbereich entfernt werden. Im östlichen Bereich werden im Gründungsbereich die bindigen Schichten austreten. Diese sind zu entfernen und mit dem anstehenden Material des Pakets I zu ersetzen. Die Stärke der Austauschschicht sollte mindestens 1 m betragen.

Die Oberkante der tragfähigen und bindigen Böden ist der **Anlage 10 und 11** zu entnehmen. Die Verteilung der Böden im Gründungsbereich ist in der **Anlage 12** dargestellt.

Die Abnahme der Baugrubensohle durch einen Baugrundgutachter wird empfohlen.

Auf der Basis der bisherigen Erkenntnisse und vorwiegend wegen der Grundwassersituation im Grundstücksbereich sind für das geplante Bauwerk eine Gründung mittels:

- einer druckwasserdichten Bodenplatte (Wannenkonstruktion)

oder eine Gründung auf

- Einzel- und Streifenfundamenten mit einer durchgehenden wasserdichten Bodenplatte und wasserdichter Wandausbildung

zu empfehlen.

Für den Ausgleich der Bodenverhältnisse im Gründungsbereich können zusätzliche Verbesserungsmaßnahmen nicht ausgeschlossen werden.

Die Bereiche mit hoch anstehenden bindigen Böden im Sohlbereich können nach dem Aushub wie folgt behandelt werden:

- Bodenaustausch mit Einbau der Böden des Pakets I.

11.2 Sohldruckspannung und Bettungsmodul

Nach Angaben der Vorhabenträgerin werden 5 bis 6 Stockwerke geplant (UG, EG, 1 OG und 2 bis 3 Parkstockwerke). Anhand von diesen Angaben wurde im Bodenplattenbereich die mittlere charakteristische Bodenpressung von ca. 110 kN/m^2 angenommen.

In der **Tabelle 8** und **9** wurden zulässige Sohldruckspannungen für Streifen- und Einzelfundamente unter Berücksichtigung des Setzungsverhaltens zusammengestellt.

Tabelle 8: Zusammenstellung des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} für Streifenfundamente

Nr.	Einbindung (m)	Breite A (m)	Sohldruckspannung (kN/m ²)	Setzung (cm)
1	1,0	0,4	320	0,3
2	1,0	0,8	390	0,4
3	1,0	1,2	460	0,5
4	1,0	1,6	540	0,7

Tabelle 9: Zusammenstellung des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} für Einzelfundamente

Nr.	Einbindung (m)	A und B (m)	Sohldruckspannung (kN/m ²)	Einzellast P (kN)	Setzung (cm)
1	1,0	1,5	450	1012	1,2
2	1,0	2,0	480	1920	1,7
3	1,0	2,5	500	3125	2,4
4	1,0	3,0	530	4770	3,0
5	1,0	3,5	560	6860	3,4
6	1,0	4,0	580	9280	4,0

Die in den **Tabellen 8 und 9** genannten Sohldruckspannungen gelten für mittig belastete Fundamente. Bei außermittigem Lastangriff ist die Grundbruchsicherheit noch zusätzlich zu bestimmen.

Die in den **Tabellen 8 und 9** angegebenen Setzungen gelten für eine volle Ausnutzung der zulässigen Sohldruckspannung und können bei geringerer Ausnutzung näherungsweise zwischen den angegebenen Werten interpoliert werden.

Als zulässige Setzungsdifferenzen wird eine Winkelverdrehung von $\alpha = 1/500$ angenommen. Bei einem Achsabstand der Stützen mit $a = 7,50$ m folgt eine zulässige Setzungsdifferenz von $\Delta s = 1,5$ cm. Bei der Auswahl der zulässigen Sohldruckspannungen bei der Bemessung der Fundamente ist auf Einhaltung der Setzungsdifferenzen zu achten, ggf. ist eine ergänzende Setzungsberechnung mit den tatsächlichen Bauwerkslasten oder eine Anpassung der Sohldruckspannungen erforderlich.

Für die Vorbemessung der Bodenplatte wird eine Bettungszahl von ca. $k_s = 20$ bis 30 MN/m^3 empfohlen. Hier handelt es sich um grobe Schätzwerte unter Berücksichtigung einer mittleren Sohlspannung von 110 kN/m^2 . Eine Überprüfung anhand des Konstruktions- und Lastenplans mit einer Setzungsberechnung wird aus wirtschaftlichen Gründen empfohlen.

Bei den o.g. Schätzwerten der Bettungsmoduln liegen die Setzungen unter ca. 2 cm.

Als Anhaltswerte für die künftige Bemessung der Gründung können die Steifemoduln nach **Tabelle 3** verwendet werden.

Der wirksame Auftrieb wird je nach Konstruktion und Bauablauf wegen der Lagesicherheit eine vergleichsweise dicke Bodenplatte erfordern.

Es liegen keine ideal gleichmäßigen Baugrundverhältnisse vor, so dass mit Setzungsdifferenzen zu rechnen ist. Das Setzungsverhalten kann durch Setzungsberechnungen erfasst werden.

11.3 Aushubmaterial, Bodenaustausch

Die Auffüllungen auf dem Gelände (Paket 0) könnten stellenweise belastet sein. Diese sind nach der Deklarationsprüfung auf die entsprechenden Deponien ordnungsgemäß abzutransportieren und abzulagern.

Anfallendes Aushubmaterial des Paket I ist grundsätzlich für erdbauliche Maßnahmen und auch für eine eventuelle Verwendung innerhalb der Baumaßnahme geeignet. Aufgrund der schluffigen Anteile sollte das Material des Pakets I gegen Niederschlagswasser sowie niedrige oder hohe Temperatur gesichert werden (Abdeckung mit Folien oder einer Magerbetonschicht).

Der eventuelle Bodenaustausch im Bereich bindiger Böden direkt unterhalb von Fundamenten sollte mittels Einbau der Böden des Pakets I oder mit Unterbeton erfolgen.

Bei der Annahme, dass die geschätzte anteilige Fläche der Gründung in bindigen Böden in einem Bereich von ca. 10% der Gesamtfläche erfolgt und ein Bodenaustausch von ca. 1 m u FUK ggf. notwendig wird, wird ein Volumen des Austauschmaterials von ca. 1.200 m³ entstehen. Als Austauschmaterial kann das anstehende Material ggf. nach Zugabe von ca. 30 % Zusatzkörnung (Sand) wiederverwendet werden.

Für Ihre Kostenschätzung empfehlen wir folgende Kosten anzusetzen:

- Erdmassen lösen, seitlich lagern, wiedereinbauen – ca. 12 bis 15 €/m³,
- Erdmassen lösen und verbessert wiedereinbauen – ca. 20 bis 25 €/m³.

Bei der Annahme, dass ca. 30% Zusatzkörnung notwendig werden, werden Kosten von ca. 20.000 bis 22.000 € entstehen (840 m³ x 12 € + 360 m³ x 20 € bis 840 m³ x 15 € + 360 m³ x 25 €) ohne Transportkosten.

11.4 Bodenklassen

Für die angetroffenen Untergrundverhältnisse ist entsprechend DIN 18300:2012-09 und DIN 18301:2012-09 mit folgenden Bodenklassen (nach **Tabelle 10**) zu rechnen:

Tabelle 10: Bodenklassen

Paket	Bodenart	Bodenklassen DIN 18300	Bodenklassen DIN 18301
0	Auffüllung	Bauschutt	-
I	Kies, sandig, steinig, schwach schluffig, Kies sandig, schwach schluffig, Sand stark kiesig, steinig, schwach schluffig, Kies stark steinig, sandig, schwach schluffig	3, 4, 5	BN1, BS1 / BS2 / BS3
II	Ton stark schluffig, schwach kiesig, schwach sandig, Ton stark schluffig, schwach sandig	4	BB2 / BB3

Beim Aushub sind in den Auffüllungen Reste ehemaliger Bebauung vorhanden.

Gemäß aktuellem Stand der DIN Normung wurden mit DIN 18300:2015-08 und DIN 18301:2015-08 die bisherigen Bodenklassen durch Homogenbereiche ersetzt. Die Homogenbereiche (Pakete) sind im Abschnitt 6.2 sowie in den Tabellen 1 bis 3 beschrieben.

Der teerhaltige Ausbauasphalt im Bereich von Schurf 3 muss gemäß AVV als gefährlicher Abfall eingestuft und der Abfallschlüsselnummer 17 03 01* (kohlenteehaltige Bitumengemische) zugeordnet werden. Der Ausbauasphalt um Bohrung B4 kann unter der Abfallschlüsselnummer „17 03 02“ entsorgt werden.

11.5 Dynamische Einflüsse, Erdbeben

Die Angaben für eine Erdbebenbemessung ergeben sich nach DIN 4149 [24].

Danach liegt Singen in der Erdbebenzone 2 und ist der geologische Untergrundklasse T sowie der Baugrundklasse C (Lockergesteine feinkörnig), zu zuordnen.

11.6 Grundwasser und Bauwerk

Mit den gewonnenen Kenntnissen über die Grundwasserstände sowie der geplanten Gründungstiefe ist für die unterirdischen Geschosse die Ausführung **einer druckwasserdichten Wannenkonstruktion oder die Ausführung auf Einzel und Streifenfundamente mit einer dazwischen liegenden wasserdichten Bodenplatte notwendig**.

Der hohe Grundwasserspiegel ist dabei für die Bauzeit und für den Betrieb des Bauwerks zu beachten. Die Grundwasserabsenkung soll bis mindestens ca. 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle erfolgen.

Innerhalb des Verbaus ist in der Baugrube eine Restwasserhaltung mittels Drainagegräben und Pumpensümpfen vorzusehen.

Die Gräben und Pumpensümpfe sind entlang des Baugrubenverbaues (in einer Entfernung von ca. 2 m vom Verbau) einzubauen.

Die Angabe zur exakten flächigen Verteilung der Gräben und Pumpensümpfe ist von den örtlichen Gegebenheiten (Böden im Sohlbereich) abhängig und ist derzeit nicht zuverlässig möglich. Diese soll während der Bauausführung von der örtlichen Bauleitung bestimmt werden. Es wird für die Ausschreibung ein Drainageabstand von 10 m angeraten. Das Wasser ist während der Bauzeit einer Vorflut zuzuleiten.

Da lokal durchlässige Fenster in den Schichten des Paktes II derzeit nicht auszuschließen sind, ist die Wasserhaltung so lange zu betreiben bis die Gründungsarbeiten abgeschlossen sind und das Bauwerk soweit erstellt ist, dass es lagestabil ist, d.h. nicht aufschwimmen kann.

Bei der Wasserhaltung kann u.U. das zuströmende Wasser in die Kanalisation abgeleitet werden. Die Genehmigung zur Ableitung und die Lage der Einleitungsstellen sind vor Baubeginn zu klären.

Die Wasserhaltung ist von der ausführenden Fachfirma zu planen. Das Konzept der Wasserhaltung soll mit dem Bodengutachter abgestimmt werden.

Das geplante Gebäude wird in das Aquifer einbinden und die Grundwasserverhältnisse und Bemessungswasserstände nur geringfügig beeinflussen. Das weitere Vorgehen zur Beschreibung der hydrogeologischen Bodenverhältnisse und der Bodenhydraulik ist mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

Die absoluten Bemessungswasserstände (höchste und niedrigste zu erwartende Grundwasserstände) können nur nach Grundwassermessungen, die über einen längeren Zeitraum durchzuführen sind, angegeben werden. Diese Messungen fehlen für den EDZ Bereich, deswegen werden weitere Grundwasserstandmessungen in den bereits bestehenden Grundwassermessstellen GWM 1 und GWM 2 sowie in den Messstellen der Stadt Singen (DB15, DB12), vor Baubeginn empfohlen.

11.7 Baugrubenverbau

Es ist eine Baugrubensicherung mittels überschnittener Bohrpfahlwand oder Schlitzwand möglich. Es ist sind ebenso eine Baugrubensicherung mittels vorgebohrter Spundwand, im Bereich der Tone eingepresst, sowie ein MIP Wand (Mix in Place Verfahren)möglich. Das MIP Verfahren "Mischen an Ort und Stelle" eignet sich besonders in nicht bindigen Böden

für die Herstellung von Dichtwänden als Grundwassersperre oder als statisch wirksame Verbauwand für Baugruben.

Beim MIP-Verfahren wird der anstehende Boden mit einer Einfach- oder Dreifachschnecke aufgebrochen, umgelagert und die Porenräume mit Bindemittelsuspension verfüllt. Die hergestellten Einzelstiche werden im Pilgerschrittverfahren zu Wänden kombiniert. Dabei bestimmt die Dimension der Schnecke(n) letztlich die Stichgröße. In das frische MIP-Gemisch können Bewehrungselemente zur statischen Ertüchtigung eingestellt werden. Die im Baugrund vorhandenen Steine können hier ggf. ein Hindernis darstellen.

Die Wahl der Verbauart und dessen Einbindungsart soll durch statische Nachweise bestätigt werden.

Im Bereich der bauwerkshaltenden Substanzen im Umfeld sind detaillierte Bestandsaufnahmen (Beweissicherungen) unabdingbar. Im Bereich dieser Nachbarbebauung können nur gebäudeschonende Arbeiten durchgeführt werden. Es kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass bei Bestandsgebäuden, Schäden infolge Bauarbeiten (vor Verbau) entstehen werden.

Alle angewandten Methoden müssen erschütterungsarm sein.

Das über Undichtigkeiten im Verbau und ggf. unter dem Verbau möglicherweise aus durchlässigen Fenstern zufließende Wasser muss abgepumpt werden.

In Bereichen, in denen Bauwerkslasten auf den Verbau wirken, muss mit erhöhtem aktiven Erddruck gerechnet werden.

Bei den zu erhaltenden Nachbargebäuden sind ggf. Unterfangungsmaßnahmen zu planen (z.B. HDI), mit dem Baugrundgutachter abzustimmen und umzusetzen.

11.8 Qualitätssicherung

Im Rahmen der Ausschreibung sollten Qualitätskontrollen vorgesehen und während der Bauausführung umgesetzt werden.

Insbesondere sollten folgende Bereiche bei der Qualitätssicherung im Rahmen der Eigenüberwachung der ausführenden Firma für einzelne Gewerke berücksichtigt werden:

- Erdbaukonzept,
- Geotechnik / Baugrube – (z.B. Bodenaustausch, Sohlabnahmen, etc.),
- Baugrubenverbau,
- Ggf. Schwingungs-/Erschütterungsmessungen,
- Gründungskonzept,
- Abdichtungskonzept,
- Drainagekonzept,
- Wasserhaltung während der Aushubarbeiten und Hinweise zur Abschaltung der Wasserhaltung,
- Ggf. Dekontaminationsarbeiten,
- Setzungsmessungen.

Es sollte ein Qualitätssicherungsplan im Rahmen der Eigenüberwachung der ausführenden Firma für den Aushub und ggf. die eine Altlastenproblematik zuzüglich Abfuhr (Klärung der Entsorgungswege u. A. auch Angaben der Annahmewerte von der Annahmestelle) vom Auftragnehmer erstellt werden.

11.9 Beweissicherung vor dem Aushub

Folgende Arbeiten werden vor Beginn der Baumaßnahmen im Nahbereich empfohlen:

- Beweissicherung (Gebäude, Kanalisation, Straßen etc.),
- Setzungskontrollmessungen an bestehenden Gebäuden, ggf. auch Straßen,
- hydrogeologische Beweissicherung, Pegelmessungen,
- ggf. hydrogeologisches Gutachten.

12 Schlussbemerkungen

Die Aussagen dieses Gutachtens beruhen auf den durchgeführten Untersuchungen sowie einer Archivauswertung. Es war derzeit nur die Ausführung von fünf Bohrungen möglich. Deswegen ist anzuraten, eine ergänzende Untersuchung durchzuführen oder während des Baubeginns die Bohrungen der Bohrpfahlwand geotechnisch aufzunehmen um weitere Erkenntnisse über die Baugrundverhältnisse zu gewinnen. Ergänzende Aufschlüsse sind ebenfalls im Sohlbereich notwendig, um den Verlauf der angenommenen Baugrundsichtung zu überprüfen.

Nach dem derzeitigen Planungsstand des EDZ und aufgrund der Ergebnisse der bisherigen Baugrunderkundung halten wir eine Plattengründung mit einer druckwasserdichten Wanne oder eine Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten mit druckwasserdichter Bodenplatte und wasserdichter Wandausbildung für möglich.

Als Baugrubenverbau wird eine überschnittene Bohrpfahlwand oder ggf. eine Schlitzwand notwendig. Es sind auch vorgebohrte Spundwand (im Bereich der Tone eingepresst) und das MIP Verfahren möglich. Im naheliegenden Gebäudebereich sind verformungsarme Verbaumaßnahmen erforderlich, z.B. überschnittene Bohrpfahlwände, ausgesteifte Spundwände oder HDI Verfahren.

Im Bauzustand ist der mögliche Wasserzustrom zur Baugrube mittels offener Wasserhaltungsmaßnahmen zu fassen.

Die Präzisierung der Angaben für eine zu erwartende Wassermenge ist derzeit nicht möglich. Eine Durchführung von zusätzlichen hydrogeologischen Untersuchungen wird empfohlen.

Der Bemessungswasserstand ist nach derzeitigen Kenntnissen bei ca. 423,5 m NN anzusetzen.

Mit Verlegungen von derzeit im Grundstücksbereich liegenden Versorgungsleitungen ist zu rechnen. Es sind auch Bauschutt und Fundamente der alten Bebauung im Boden zu erwarten.

Eine Überwachung des Setzungsverhaltens benachbarter Bauwerke im Nahbereich der Baugrube wird aufgrund nicht auszuschließender Setzungen empfohlen.

Eine Beweissicherung der nahe liegenden Straßen, ggf. Kanalleitungen und Gebäude vor Baubeginn wird empfohlen, um ungerechtfertigte Schadensersatzansprüche abweisen zu können.

Für das Vorhaben ist ein geotechnisches Bauüberwachungs- und Messkonzept zu erarbeiten und anzuwenden. Eine permanente geotechnische Überwachung mit ergänzenden Untersuchungen ist erforderlich.

Die Komplexität der Baumaßnahme erfordert eine umfassende Zusammenarbeit der Planer und Ausführenden, in die der Baugrundgutachter einzubeziehen ist.

Für weitere Beratungen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Geotechnical Consulting Office Sp. z o. o. Sp. k.

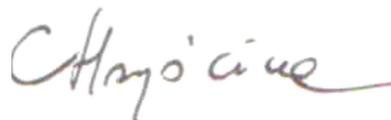


Dr. – Ing. Mariusz Kowalow
Geschäftsführer

- Sachverständiger für Planung und Ausführung im Bereich Erd- und Grundbau, eingetragen im Zentralen Register von Sachverständigen im Bauwesen (Pos. 27/11/R/C);
- Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Grundwasserfragen (IHK);
- Unabhängiger Ingenieur Konsultant FIDIC & EFCA (Verein der beratenden Ingenieure und Sachverständiger (SIDiR);



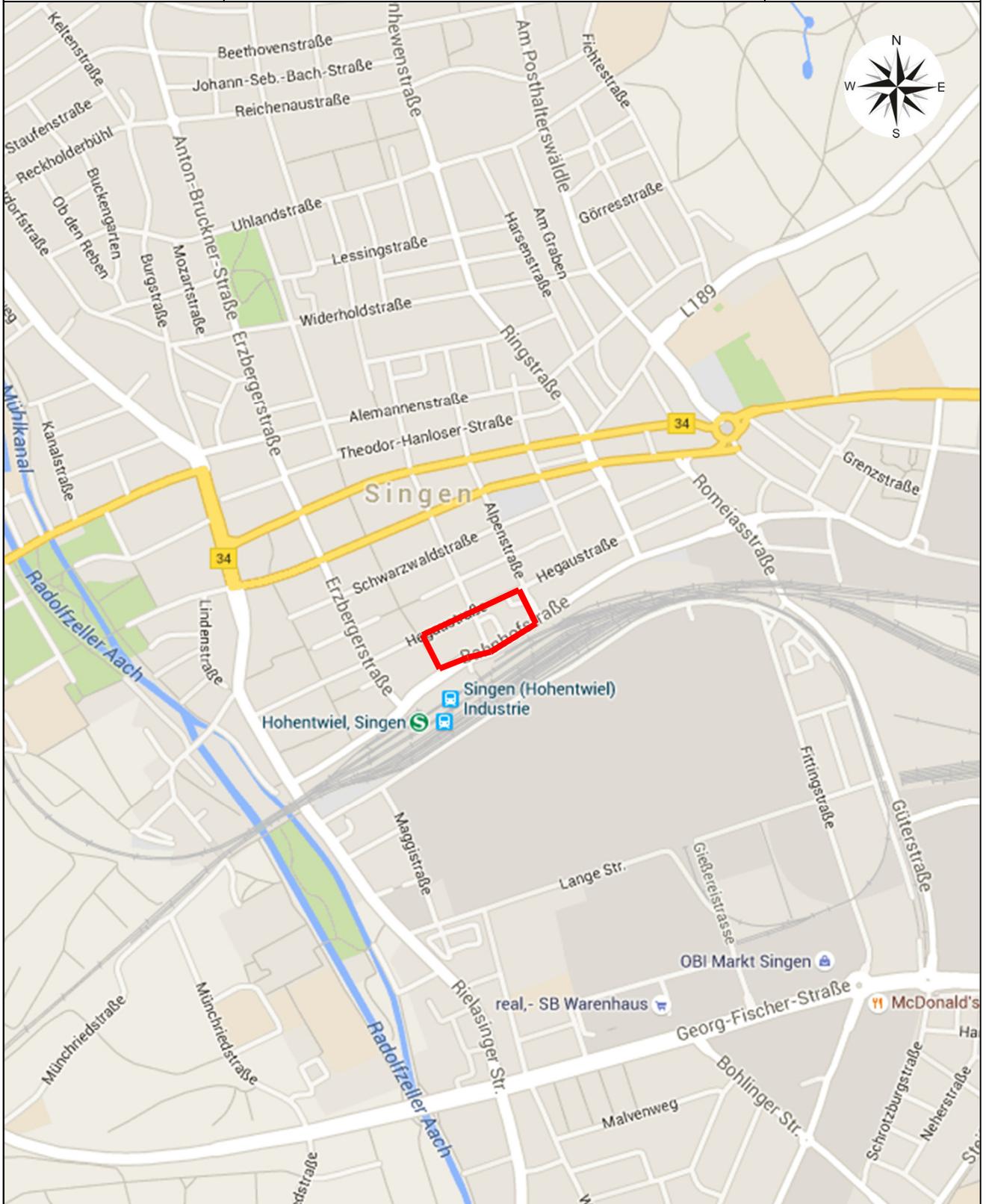
Prof. Dr. – Ing. habil. Zygmunt Meyer



Dipl. - Ing. Marta Chryścina

Anlagenverzeichnis

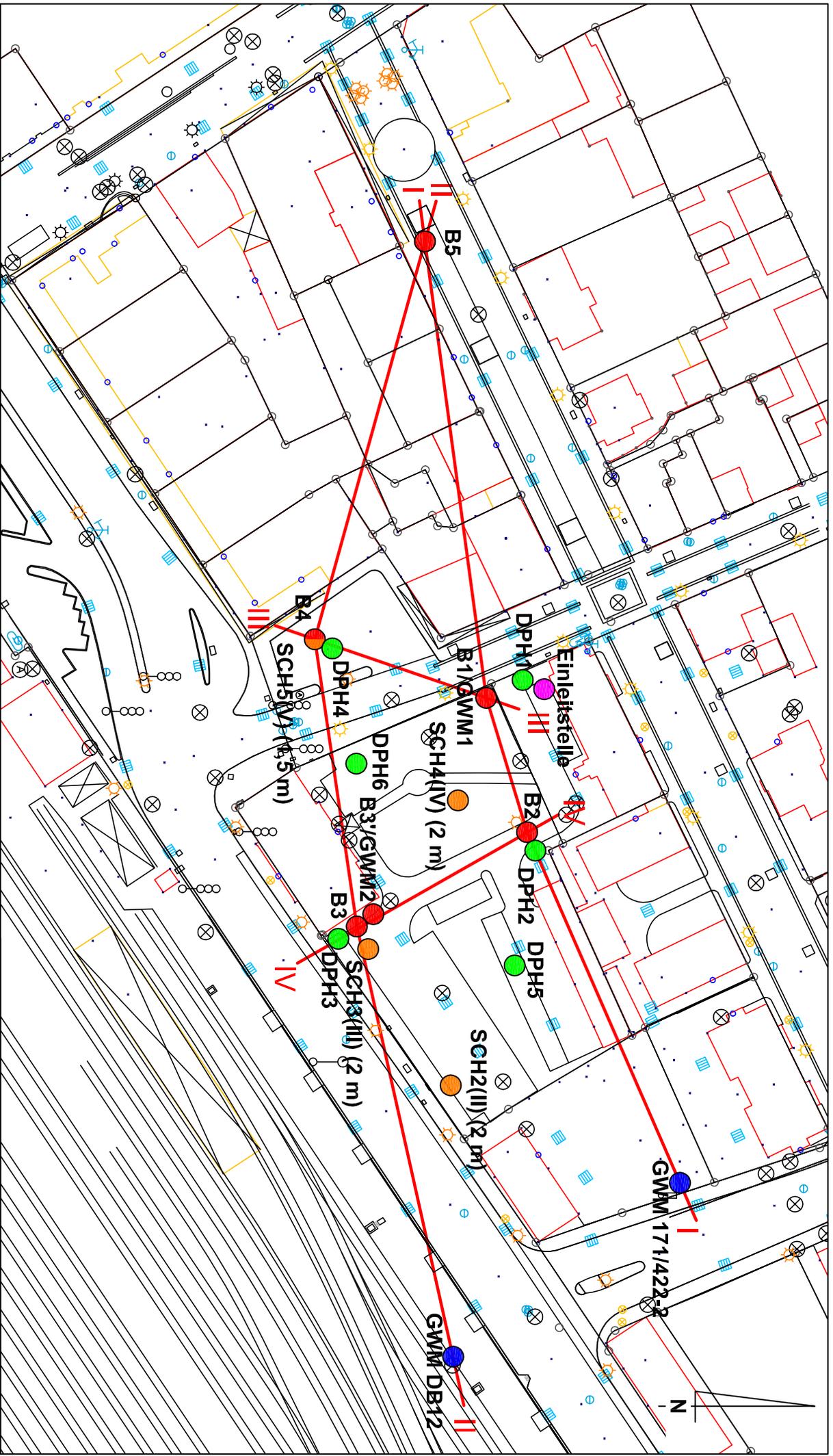
Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Detallageplan, Maßstab: 1:2000
Anlagengruppe 3	Bohrprofile
Anlagengruppe 4	Geologische Querschnitte
Anlagengruppe 5	Ergebnisse der dynamischen Rammsondierungen
Anlagengruppe 6.1	Ergebnisse der Laboruntersuchungen
Anlagengruppe 6.2	Ergebnisse der Sieblinienbestimmungen (Kornverteilungen)
Anlage 7.1	Grundwassergleichen während der Bohrarbeiten
Anlage 7.2	Grundwassergleichen während des Pumpversuches
Anlagengruppe 8	Ergebnisse der Grundwasseranalysen
Anlage 9	Lageplan der Grundwassermessstellen für Beweissicherung
Anlage 10	Oberkante der tragfähigen Böden
Anlage 11	Oberkante der bindigen Böden
Anlage 12	Verteilung der Böden im Gründungsbereich
Anlage 13	Fotodokumentation



Legende:



- Geplanter EDZ Bereich



Legende:

- DPH1 - dynamische Sondierung DPH 1
- SCH3(III) (2 m) - Schurft Nr. 3 (Tiefe ca. 2m u. GOK)
- B1 - Bohrung Nr. 1
- B4 - Handschachtung bei der Bohrung Nr. 4
- GWM1 - Grundwassermeßstelle Nr. 1
- GWM DB12 - vorhandene Grundwassermeßstelle

- - - - geologischer Querschnitt I-I

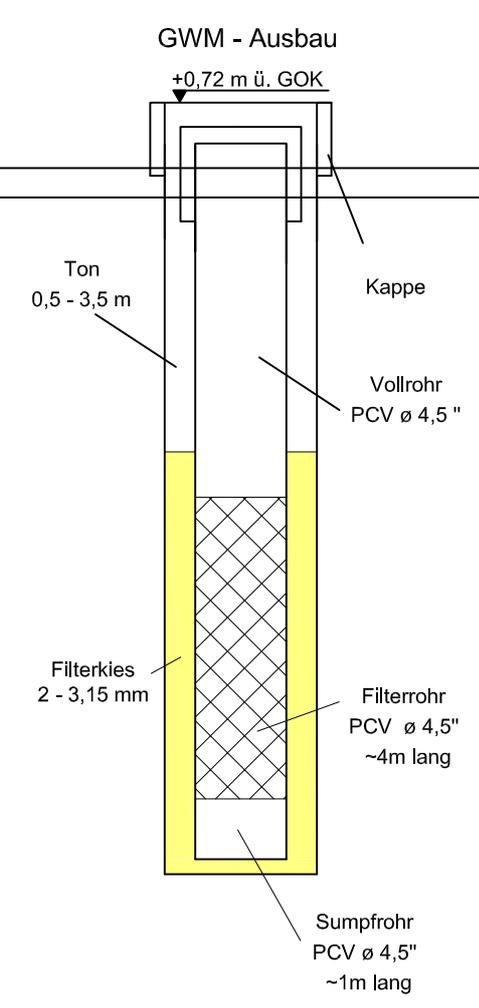
Projekt:	EDZ Singen	 <small> Ingenieurbüro Christiane Götting GCO15014/02 Datum: 09.2015 </small>
Auftraggeber:	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
Plan:	Detaillageplan	Maßstab: 1 : 1 000 Blattgröße: A4 Anlage 2

EDZ Singen

ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 3.1

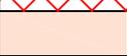
Tiefe [m.u.GOK]	Bodenbezeichnung	Grundwasserspiegelage [m.u.GOK]	Bodenbeschreibung	Bodeneigenschaften	
1	2	3	4	5	
	0,2 0,4		Mutterboden Auffüllung (Feinsand, schluffig, steinig)	weich steif	
1	4,8	6,10	Kies, sandig, schwach schluffig, steinig, trocken, Steine mit Ø bis 12 cm, braun	mitteldicht / dicht	Ton 0,5 - 3,5 m
2					
3					
4					
5	6,2		Kies, sandig, schwach schluffig, steinig, Steine mit Ø bis 12 cm, nass, braun	dicht	Filterkies 2 - 3,15 mm
6					
7	8,0		Kies, sandig, grau	dicht / sehr dicht	Filterrohr PCV ø 4,5'' ~4m lang
8					
8	8,3		Schluff, stark kiesig, sandig, braun	steif	Sumpfrohr PCV ø 4,5'' ~1m lang
9					
9	9,1		Ton, stark schluffig, schwach sandig, gelbbraun	steif	
10	10,5		Ton, stark schluffig, steinig, grau	steif	
11	16,0		Ton, stark schluffig, schwach sandig, schwach kiesig, grau	halbfest	
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					

EDZ Singen

ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 3.2

Tiefe [m.u.GOK]	Bodenbezeichnung	Grundwasserspiegellage [m.u.GOK]	Bodenbeschreibung	Bodeneigenschaften
1	2	3	4	5
		0,4	Schluff, sandig, schwach kiesig / organisch	steif
1		1,4	Auffüllung (schluffig, sandig, kiesig, steinig / Betonbruchstücke)	locker
		1,9	Auffüllung (Kies, sandig, schluffig)	locker
2		2,5	Schluff, kiesig, sandig, dunkelbraun	fest
3				
4			Mittel bis Grobkies, stark sandig, schwach schluffig bis schluffig, braun	mittel dicht / dicht
5				
6		6,1		
		6,10		
7			Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, grau	dicht / sehr dicht
		7,6		
8		8,0	Ton, stark schluffig, stark feinsandig, gelbbraun	steif
9			Ton, stark schluffig, feinsandig, grau	steif
10		10,0		
11			Ton, stark schluffig, grau	steif / halbfest
		11,5		
12				
13				
14			Ton, stark schluffig, stark kiesig, schwach steinig, grau	steif/halbfest
15				
16		16,0		
17				
18				
19				
20				
21				

EDZ Singen

ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 3.3

Tiefe [m.u.GOK]	Bodenbezeichnung	Grundwasserspiegelage [m.u.GOK]	Bodenbeschreibung	Bodeneigenschaften	GWM - Ausbau
1	0,2		Asphalt	-	
1	0,8		Auffüllung, Kies, Sand, steinig	-	
2	2,1		Sand, stark kiesig, steinig, schwach schluffig, dunkelbraun	locker	
3					
4			Kies, sandig, schwach schluffig, trocken, braun	mitteldicht / dicht	
5					
6	6,3	6,30			
7			Mittel bis Grobkies, sandig, schwach schluffig, braun	mitteldicht	
8	8,6				
9			Schluff, stark feinsandig bis feinsandig, stark schluffig, grau	weich	
10	10,0			weich	
11			Ton, stark schluffig, hellbraun	steif	
12					
13	13,0				
14			Ton, stark schluffig, grau	steif / halbfest	
15					
16	16,0				
17					
18					
19					
20					
21					

EDZ Singen

ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 3.4

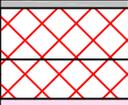
Tiefe [m.u.GOK]	Bodenbezeichnung	Grundwasserspiegelage [m.u.GOK]	Bodenbeschreibung	Bodeneigenschaften
1	2	3	4	5
			Asphalt	
		0,2		
1		1,3	Auffüllung (Kies, steinig, sandig, schluffig)	-
2				
3			Grobkies, sandig, schwach schluffig, steinig, grau	dicht / sehr dicht
4				
5				
6		6,0		
7		6,60		
8			Kies, sandig, schwach schluffig, Steine bis Ø 20 cm, grau	dicht / sehr dicht
9		9,0		
10		9,7	Ton, stark schluffig, schwach kiesig, schwach sandig, gelbbraun	steif
11			Ton, stark schluffig, kiesig, schwach steinig, grau	steif
12		11,9		
13		13,4	Ton, stark schluffig, stark kiesig, schwach sandig, grau	steif / halbfest
14				
15			Ton, stark schluffig, stark kiesig, sandig, steinig, grau	halbfest
16		16,0		
17				
18				
19				
20				
21				

EDZ Singen

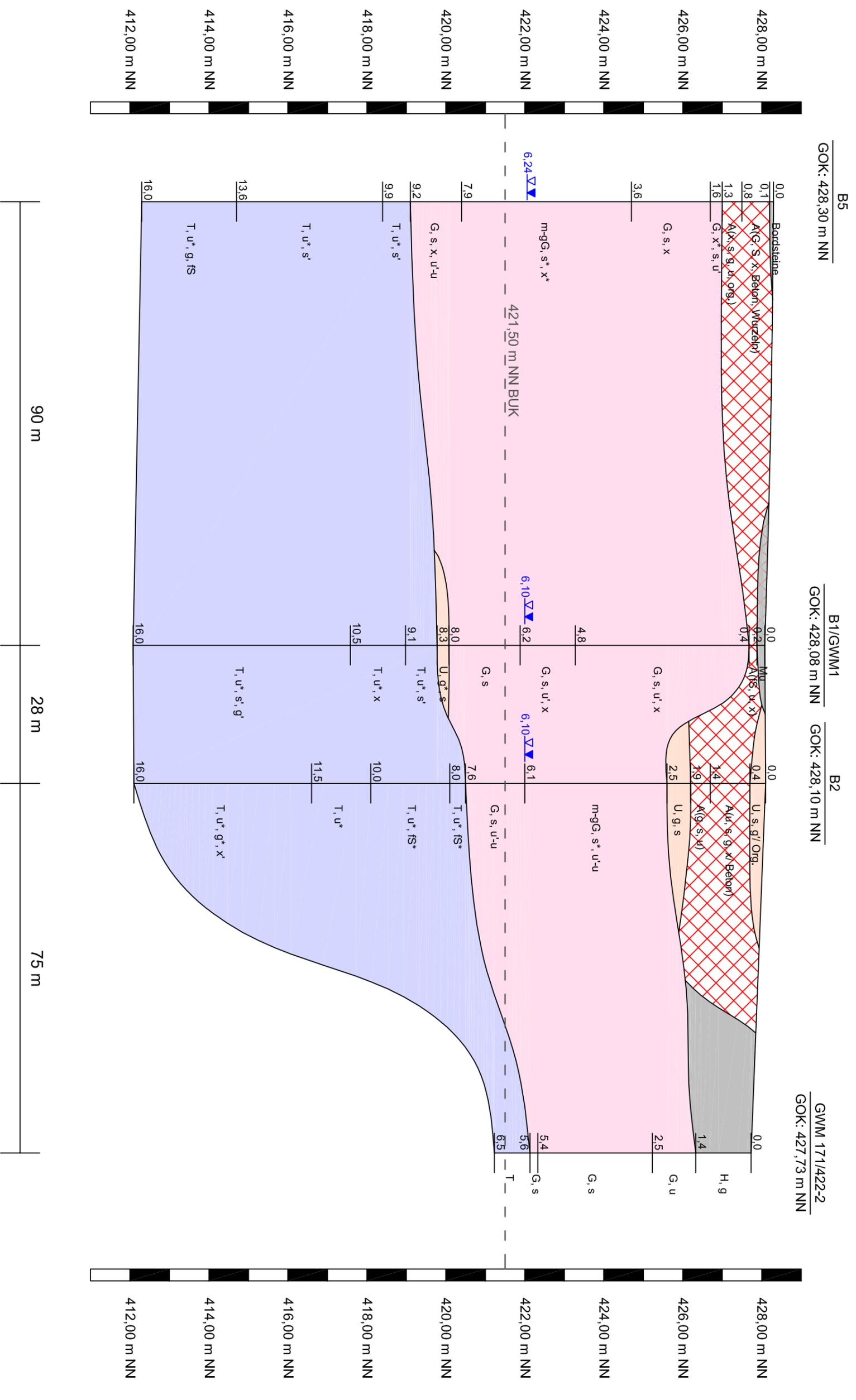
ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 3.5

Tiefe [m.u.GOK]	Bodenbezeichnung	Grundwasserspiegelage [m.u.GOK]	Bodenbeschreibung	Bodeneigenschaften
1	2	3	4	5
1		0,1 0,8	Bordsteine	-
		1,3	Auffüllung (Kies, Sand, steinig (>20 cm), Beton, Wurzeln)	-
		1,6	Auffüllung (steinig, sandig, kiesig, schluffig, organisch, dunkelbraun)	-
2			Kies, stark steinig, sandig, schwach schluffig	mitteldicht
3			Kies, sandig, steinig, braun	dicht
4				
5				
6		6,24	Mittel bis Grobkies, stark sandig, stark steinig, braun	dicht
7				
8		7,9		
9		9,2	Kies, sandig, steinig, schwach schluffig bis schluffig, grau	mitteldicht
10		9,9	Ton, stark schluffig, schwach sandig, braun	weich
11				
12			Ton, stark schluffig, schwach sandig, grau	steif
13		13,6		
14				
15			Ton, stark schluffig, kiesig, feinsandig, grau	steif / halbfest
16		16,0		
17				
18				
19				
20				
21				

Geologischer Querschnitt I-I

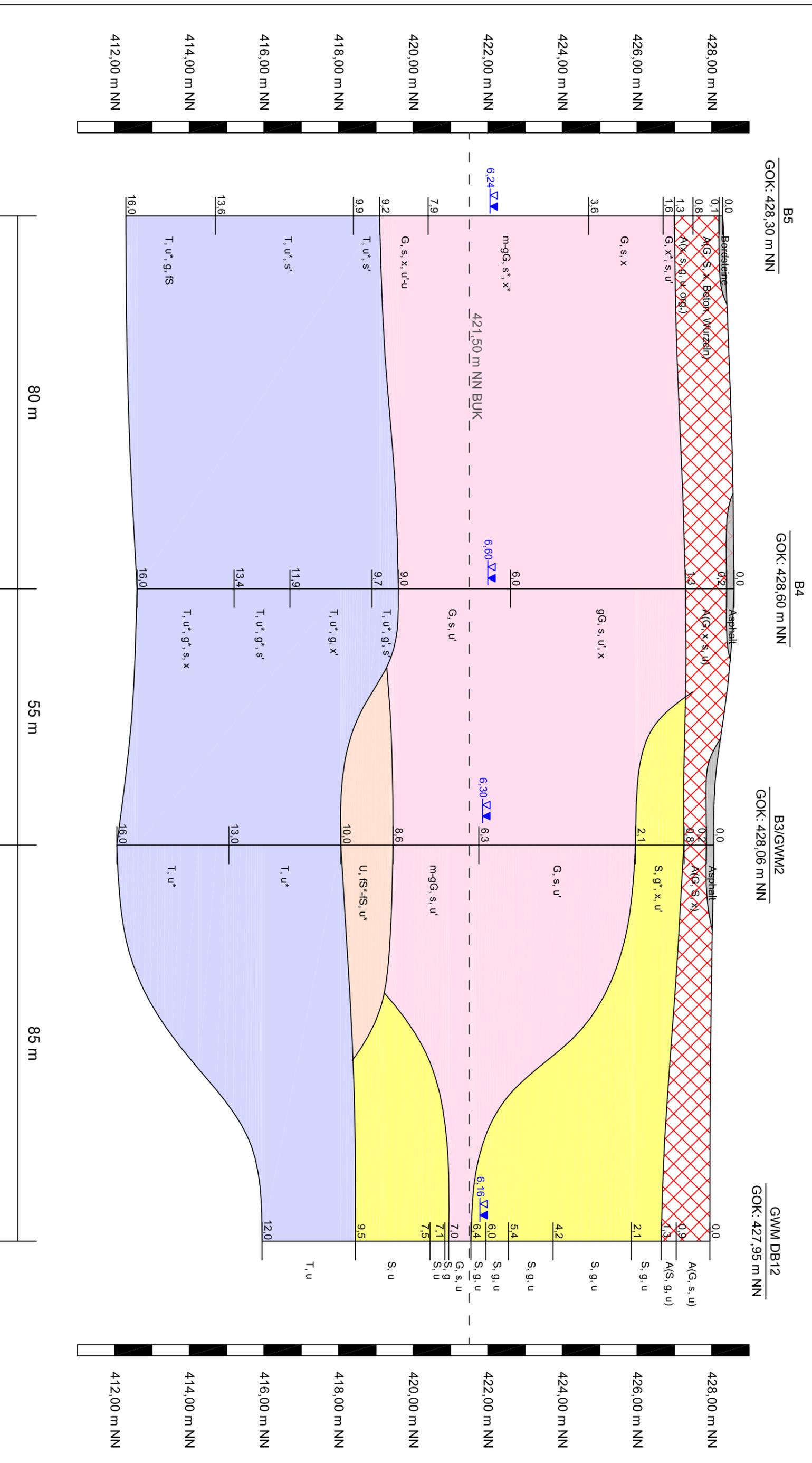


Legende:

--- - Vorläufige Baugrubenunterkante 421,50 m ü NN

Projekt:	EDZ Singen
Auftraggeber:	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG
Plan:	Geologischer Querschnitt I-I

Geologischer Querschnitt II-II

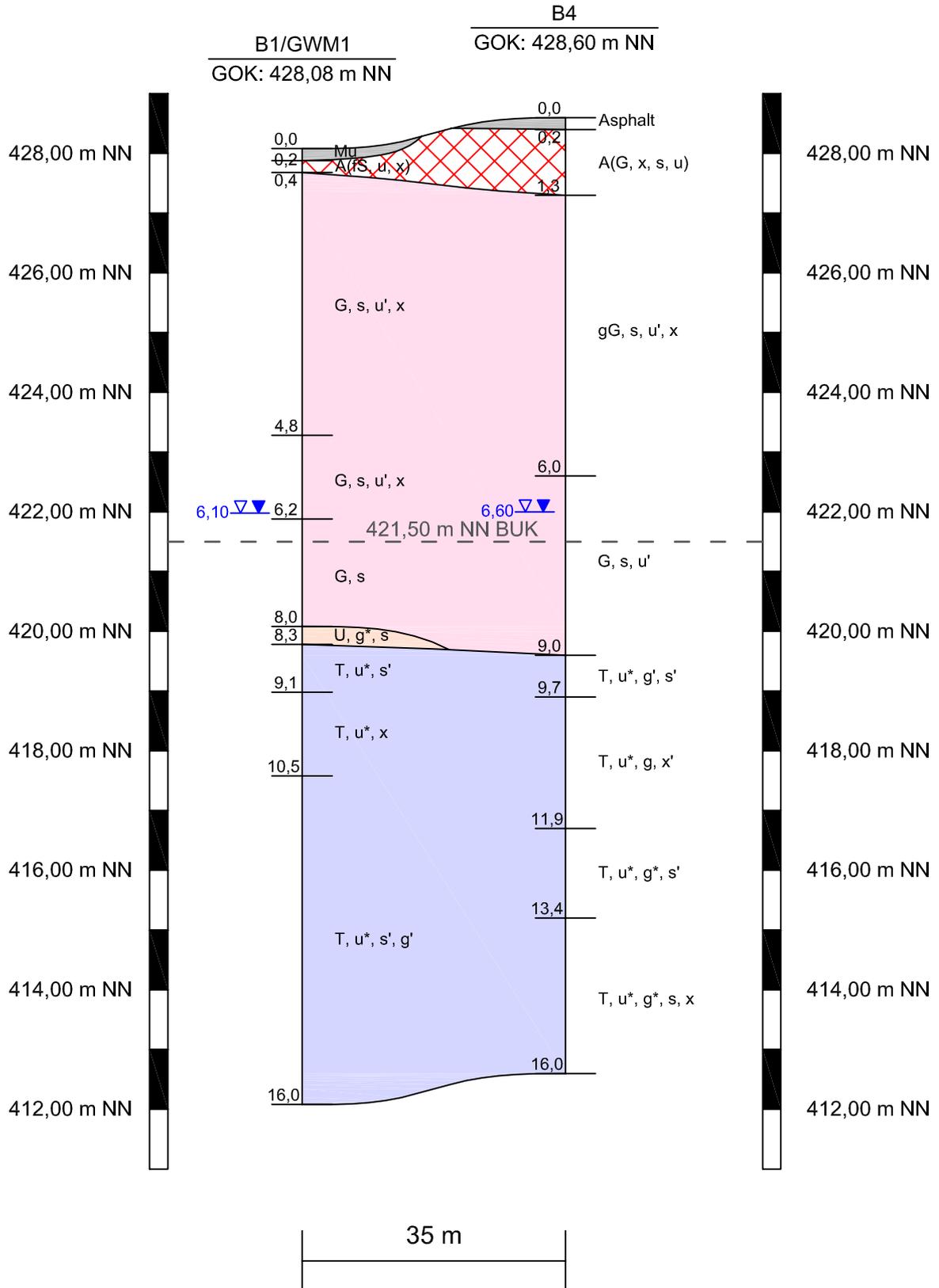


Legende:

--- - Vorläufige Baugrubenunterkante 421,50 m ü NN

Projekt:	EDZ Singen
Auftraggeber:	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG
Plan:	Geologischer Querschnitt II-II
	
Maßstab: 1 : 200 Blattgröße: A3 Anlage 4.2	
Datum: 08.2015 GEO15014/02	

Geologischer Querschnitt III-III



Legende:

— — — - Vorläufige Baugrubenunterkante 421,50 m ü NN

Projekt:

EDZ Singen

Auftraggeber:

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

Plan:

Geologischer Querschnitt III-III



ECO15014/02

Datum: 09.2015

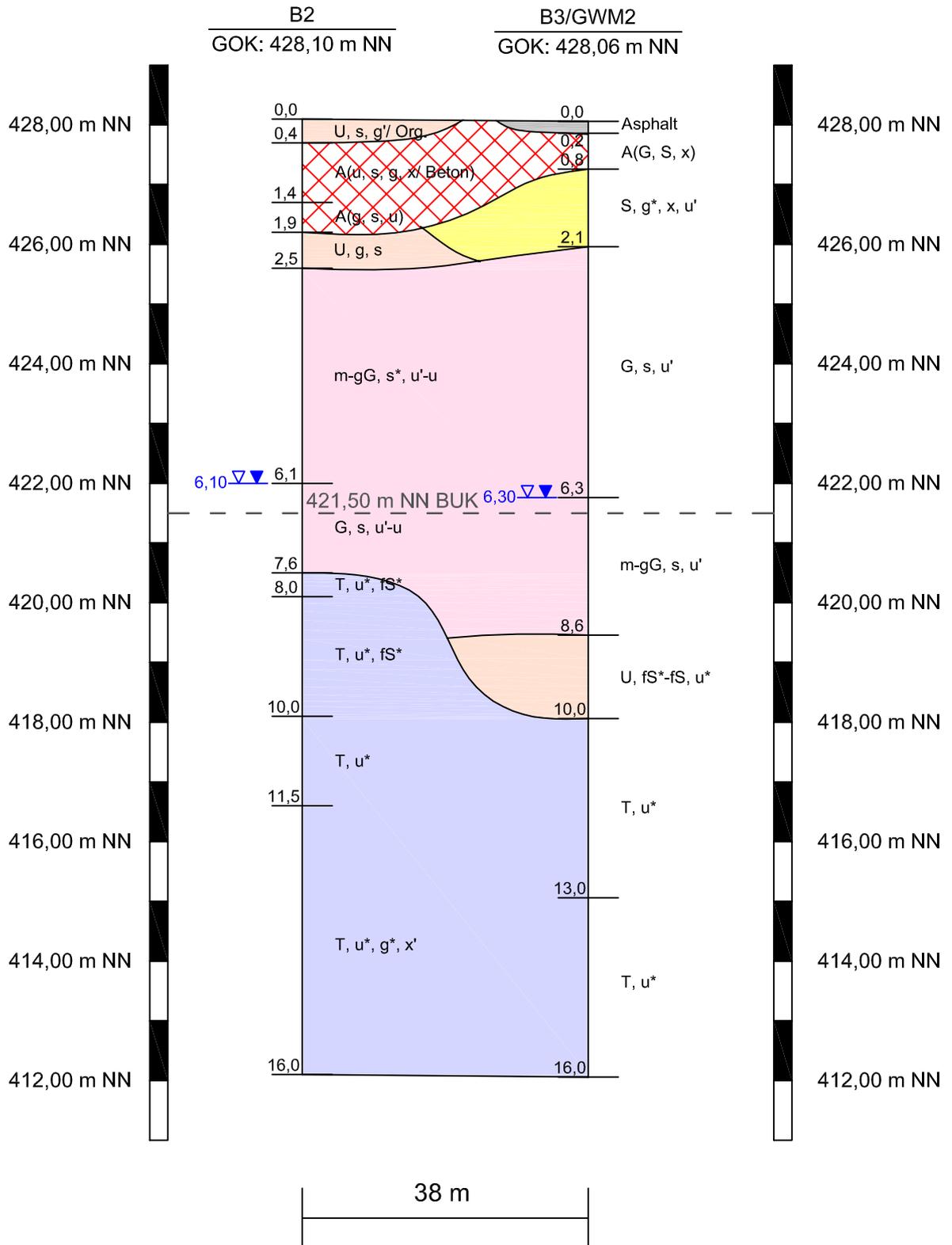
Maßstab:

1 : 100

Blattgröße: A4

Anlage 4.3

Geologischer Querschnitt IV-IV



Legende:

— — — - Vorläufige Baugrubenunterkante 421,50 m ü NN

Projekt:

EDZ Singen

Auftraggeber:

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

Plan:

Geologischer Querschnitt IV-IV



ECO
Geotechnical Consulting Office

Projektnummer: GCO15014/02

Datum: 09.2015

Maßstab:

1 : 800

Blattgröße: A4

Anlage 4.4

EDZ Singen

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 5.1

Tiefe [m u GOK]	Boden-aufbau
0.1	Handschachtung
0.2	
0.3	
0.4	
0.5	
0.6	
0.7	
0.8	
0.9	
1.0	
1.1	G, s, u', x
1.2	
1.3	
1.4	
1.5	
1.6	
1.7	
1.8	
1.9	
2.0	
2.1	
2.2	
2.3	
2.4	
2.5	
2.6	
2.7	
2.8	
2.9	
3.0	
3.1	
3.2	
3.3	
3.4	
3.5	
3.6	
3.7	
3.8	
3.9	
4.0	
4.1	
4.2	
4.3	
4.4	
4.5	
4.6	
4.7	
4.8	
4.9	
5.0	
5.1	
5.2	
5.3	
5.4	
5.5	
5.6	
5.7	
5.8	
5.9	
6.0	
6.1	
6.2	
6.3	
6.4	
6.5	
6.6	
6.7	
6.8	
6.9	
7.0	
7.1	
7.2	
7.3	
7.4	
7.5	
7.6	
7.7	
7.8	
7.9	
8.0	



Bewertung

N₁₀ śr I_D

Ohne Bewertung

9 0.38

16 0.52

33 0.70

25 0.63

38 0.73

81 ≥ 0,89

EDZ Singen

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 5.2

Tiefe [m u GOK]

Boden-
aufbau

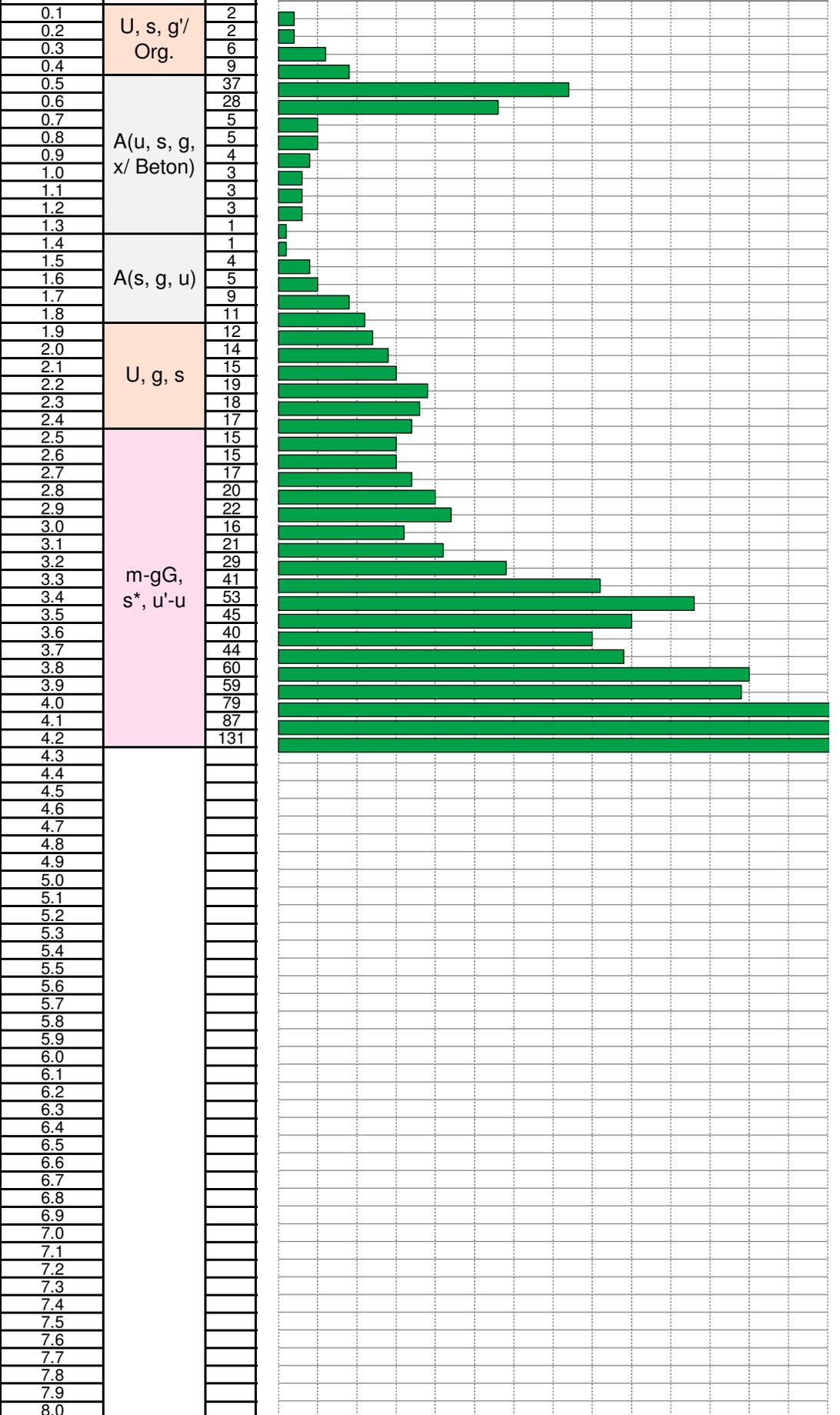
N₁₀

Schlaganzahl pro 10 cm Eindringtiefe

Bewertung

N₁₀ śr

I_D



Ohne Bewertung

3

0.12

10

0.41

Ohne Bewertung

18

0.55

42

0.75

60

0.84

99

≥ 0,89

EDZ Singen

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 5.3.1

Tiefe [m u GOK]	Boden- aufbau	N ₁₀	Schlaganzahl pro 10 cm Eindringtiefe																	Bewertung	
			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	N ₁₀ śr	I _D		
0.1	Asphalt																			Ohne Bewertung	
0.2		31	[Bar chart showing 31 blows]																		
0.3	A(G, S, x)	28	[Bar chart showing 28 blows]																		
0.4		23	[Bar chart showing 23 blows]																		
0.5		21	[Bar chart showing 21 blows]																		
0.6		10	[Bar chart showing 10 blows]																		
0.7		7	[Bar chart showing 7 blows]																		
0.8	S, g*, x, u'	5	[Bar chart showing 5 blows]																		
0.9		5	[Bar chart showing 5 blows]																		
1.0		5	[Bar chart showing 5 blows]																		
1.1		3	[Bar chart showing 3 blows]																		
1.2		4	[Bar chart showing 4 blows]																		
1.3		4	[Bar chart showing 4 blows]																		
1.4		4	[Bar chart showing 4 blows]																		
1.5		4	[Bar chart showing 4 blows]																		
1.6		7	[Bar chart showing 7 blows]																		
1.7		9	[Bar chart showing 9 blows]																		
1.8	10	[Bar chart showing 10 blows]																			
1.9	11	[Bar chart showing 11 blows]																			
2.0	9	[Bar chart showing 9 blows]																			
2.1	10	[Bar chart showing 10 blows]																			
2.2	12	[Bar chart showing 12 blows]																			
2.3	19	[Bar chart showing 19 blows]																			
2.4	21	[Bar chart showing 21 blows]																			
2.5	18	[Bar chart showing 18 blows]																			
2.6	16	[Bar chart showing 16 blows]																			
2.7	16	[Bar chart showing 16 blows]																			
2.8	20	[Bar chart showing 20 blows]																			
2.9	23	[Bar chart showing 23 blows]																			
3.0	13	[Bar chart showing 13 blows]																			
3.1	11	[Bar chart showing 11 blows]																			
3.2	13	[Bar chart showing 13 blows]																			
3.3	23	[Bar chart showing 23 blows]																			
3.4	25	[Bar chart showing 25 blows]																			
3.5	22	[Bar chart showing 22 blows]																			
3.6	27	[Bar chart showing 27 blows]																			
3.7	36	[Bar chart showing 36 blows]																			
3.8	43	[Bar chart showing 43 blows]																			
3.9	46	[Bar chart showing 46 blows]																			
4.0	33	[Bar chart showing 33 blows]																			
4.1	27	[Bar chart showing 27 blows]																			
4.2	27	[Bar chart showing 27 blows]																			
4.3	24	[Bar chart showing 24 blows]																			
4.4	25	[Bar chart showing 25 blows]																			
4.5	36	[Bar chart showing 36 blows]																			
4.6	37	[Bar chart showing 37 blows]																			
4.7	31	[Bar chart showing 31 blows]																			
4.8	33	[Bar chart showing 33 blows]																			
4.9	39	[Bar chart showing 39 blows]																			
5.0	29	[Bar chart showing 29 blows]																			
5.1	18	[Bar chart showing 18 blows]																			
5.2	23	[Bar chart showing 23 blows]																			
5.3	26	[Bar chart showing 26 blows]																			
5.4	25	[Bar chart showing 25 blows]																			
5.5	36	[Bar chart showing 36 blows]																			
5.6	51	[Bar chart showing 51 blows]																			
5.7	52	[Bar chart showing 52 blows]																			
5.8	45	[Bar chart showing 45 blows]																			
5.9	40	[Bar chart showing 40 blows]																			
6.0	26	[Bar chart showing 26 blows]																			
6.1	29	[Bar chart showing 29 blows]																			
6.2	25	[Bar chart showing 25 blows]																			
6.3	13	[Bar chart showing 13 blows]																			
6.4	10	[Bar chart showing 10 blows]																			
6.5	7	[Bar chart showing 7 blows]																			
6.6	9	[Bar chart showing 9 blows]																			
6.7	8	[Bar chart showing 8 blows]																			
6.8	5	[Bar chart showing 5 blows]																			
6.9	5	[Bar chart showing 5 blows]																			
7.0	7	[Bar chart showing 7 blows]																			
7.1	5	[Bar chart showing 5 blows]																			
7.2	8	[Bar chart showing 8 blows]																			
7.3	8	[Bar chart showing 8 blows]																			
7.4	9	[Bar chart showing 9 blows]																			
7.5	8	[Bar chart showing 8 blows]																			
7.6	9	[Bar chart showing 9 blows]																			
7.7	11	[Bar chart showing 11 blows]																			
7.8	8	[Bar chart showing 8 blows]																			
7.9	10	[Bar chart showing 10 blows]																			
8.0	9	[Bar chart showing 9 blows]																			
																				4	0.19
																				10	0.41
																				19	0.56
																				12	0.45
																				24	0.62
																				40	0.74
																				26	0.64
																				34	0.70
																				23	0.61
																				45	0.77
																				27	0.65
																				15**	0.60
																				12**	0.56
																				17**	0.63

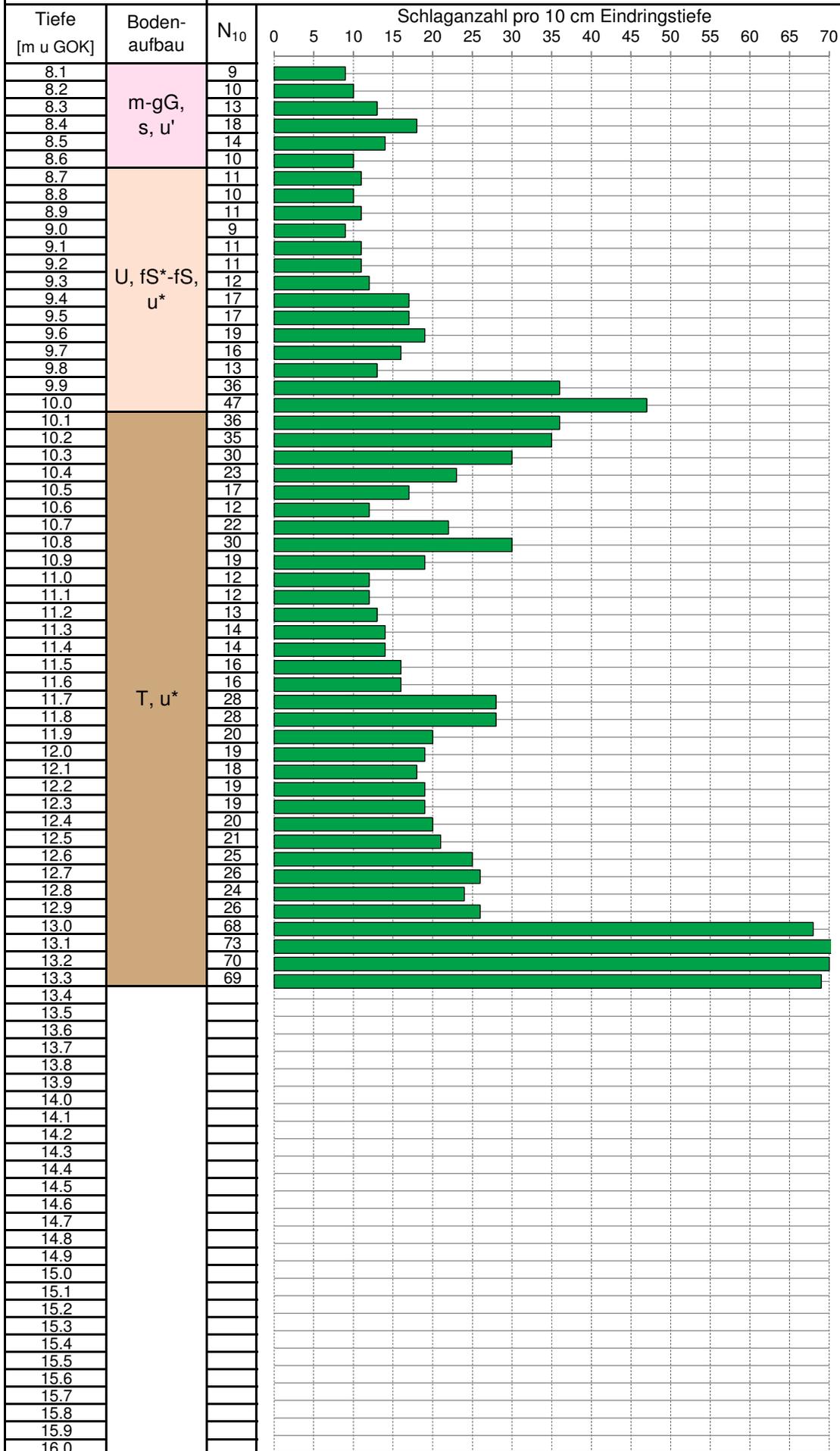
** - unter Grundwasser

EDZ Singen

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 5.3.2



Bewertung

N₁₀ śr

17**

I_D

0.63

Ohne Bewertung

** - unter Grundwasser

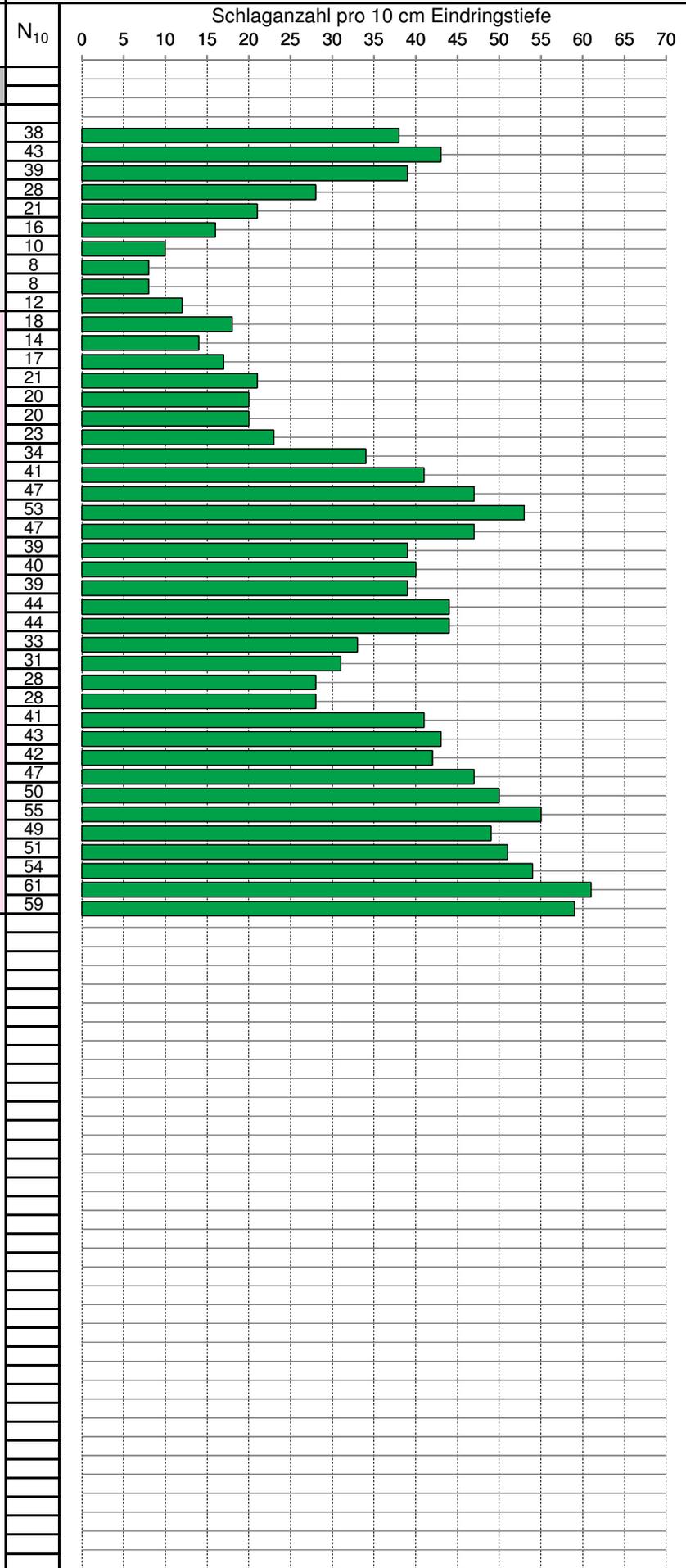
EDZ Singen

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 5.4

Tiefe [m u GOK]	Boden-aufbau
0.1	Asphalt
0.2	
0.3	A(G, x, s, u)
0.4	
0.5	
0.6	
0.7	
0.8	
0.9	
1.0	
1.1	
1.2	
1.3	gG, s, u', x
1.4	
1.5	
1.6	
1.7	
1.8	
1.9	
2.0	
2.1	
2.2	
2.3	
2.4	
2.5	
2.6	
2.7	
2.8	
2.9	
3.0	
3.1	
3.2	
3.3	
3.4	
3.5	
3.6	
3.7	
3.8	
3.9	
4.0	
4.1	
4.2	
4.3	
4.4	
4.5	
4.6	
4.7	
4.8	
4.9	
5.0	
5.1	
5.2	
5.3	
5.4	
5.5	
5.6	
5.7	
5.8	
5.9	
6.0	
6.1	
6.2	
6.3	
6.4	
6.5	
6.6	
6.7	
6.8	
6.9	
7.0	
7.1	
7.2	
7.3	
7.4	
7.5	
7.6	
7.7	
7.8	
7.9	
8.0	



Bewertung	
N ₁₀ śr	I _D
Ohne Bewertung	
9	0.38
16	0.52
21	0.59
44	0.76
39	0.74
44	0.76
30	0.67
42	0.75
51	0.80
60	0.84

EDZ Singen

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 5.5.1

Tiefe [m u GOK]	Boden- aufbau	N ₁₀	Schlaganzahl pro 10 cm Eindringtiefe																	Bewertung	
			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	N ₁₀ śr	I _D		
0.1	U, s, g/ Org.	2	[Bar chart]																	Ohne Bewertung	
0.2		5	[Bar chart]																		
0.3		8	[Bar chart]																		
0.4		17	[Bar chart]																		
0.5	A(u, s, g, x/ Beton)	19	[Bar chart]																	Ohne Bewertung	
0.6		20	[Bar chart]																		
0.7		16	[Bar chart]																		
0.8		14	[Bar chart]																		
0.9		12	[Bar chart]																		
1.0		6	[Bar chart]																		
1.1		5	[Bar chart]																		
1.2	6	[Bar chart]																			
1.3	4	[Bar chart]																			
1.4	8	[Bar chart]																	6	0.29	
1.5	8	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
1.6	14	[Bar chart]																			
1.7	20	[Bar chart]																			
1.8	31	[Bar chart]																	22	0.60	
1.9	31	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
2.0	31	[Bar chart]																			
2.1	28	[Bar chart]																			
2.2	29	[Bar chart]																			
2.3	27	[Bar chart]																			
2.4	30	[Bar chart]																			
2.5	37	[Bar chart]																			
2.6	40	[Bar chart]																			
2.7	41	[Bar chart]																			
2.8	38	[Bar chart]																			
2.9	28	[Bar chart]																	39	0.74	
3.0	29	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
3.1	33	[Bar chart]																			
3.2	35	[Bar chart]																			
3.3	32	[Bar chart]																			
3.4	36	[Bar chart]																	32	0.69	
3.5	24	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
3.6	20	[Bar chart]																			
3.7	26	[Bar chart]																			
3.8	43	[Bar chart]																	23	0.61	
3.9	44	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
4.0	49	[Bar chart]																			
4.1	51	[Bar chart]																			
4.2	49	[Bar chart]																			
4.3	89	[Bar chart]																	47	0.78	
4.4	91	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
4.5	45	[Bar chart]																			
4.6	64	[Bar chart]																			
4.7	83	[Bar chart]																	74	0.89	
4.8	41	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
4.9	39	[Bar chart]																			
5.0	40	[Bar chart]																			
5.1	27	[Bar chart]																			
5.2	20	[Bar chart]																	40	0.74	
5.3	18	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
5.4	14	[Bar chart]																			
5.5	15	[Bar chart]																			
5.6	23	[Bar chart]																			
5.7	22	[Bar chart]																			
5.8	14	[Bar chart]																			
5.9	10	[Bar chart]																			
6.0	13	[Bar chart]																			
6.1	8	[Bar chart]																			
6.2	11	[Bar chart]																			20
6.3	18	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
6.4	23	[Bar chart]																			
6.5	20	[Bar chart]																			
6.6	22	[Bar chart]																			
6.7	25	[Bar chart]																			
6.8	25	[Bar chart]																			
6.9	36	[Bar chart]																			
7.0	28	[Bar chart]																			
7.1	17	[Bar chart]																	32**	0.76	
7.2	12	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
7.3	21	[Bar chart]																			
7.4	23	[Bar chart]																			
7.5	22	[Bar chart]																			
7.6	15	[Bar chart]																			
7.7	23	[Bar chart]																			
7.8	18	[Bar chart]																	26**	0.71	
7.9	13	[Bar chart]																	Ohne Bewertung		
8.0	13	[Bar chart]																			

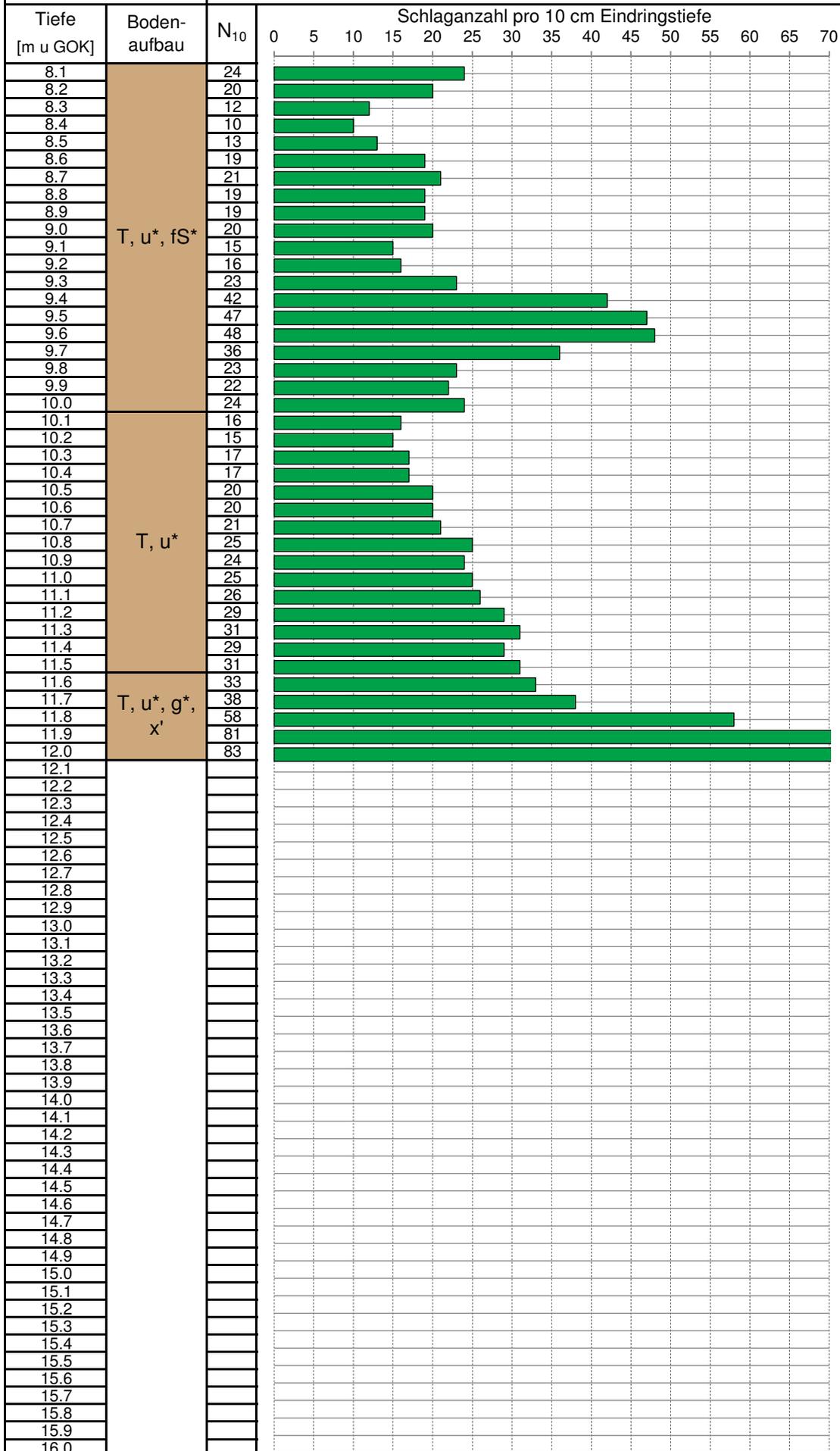
** - unter Grundwasser

EDZ Singen

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 5.5.2



Bewertung

N₁₀ śr

I_D

Ohne Bewertung

** - unter Grundwasser

EDZ Singen

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG

GCO15014/02

Anlage 5.6

Tiefe [m u GOK]

Boden-
aufbau

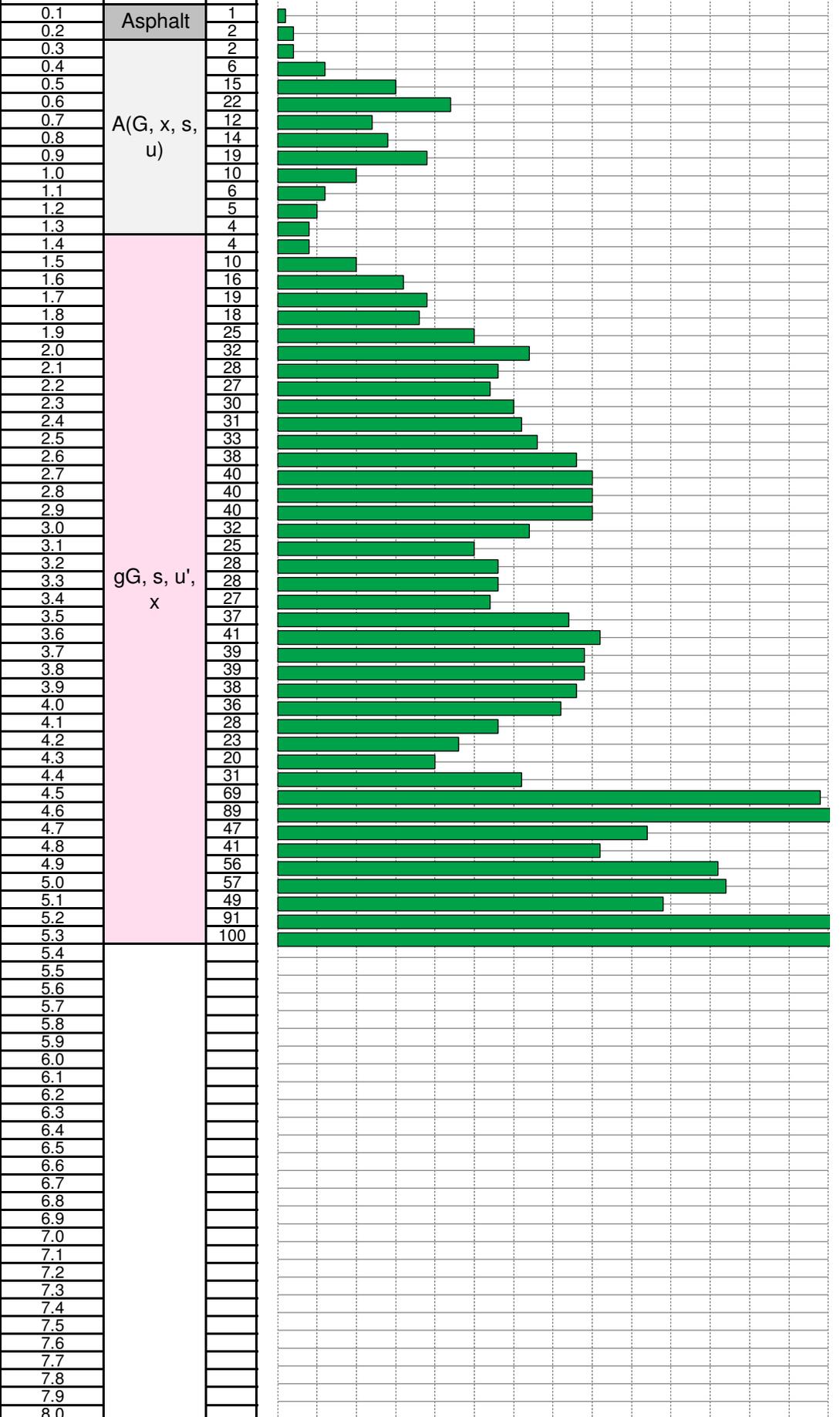
N₁₀

Schlaganzahl pro 10 cm Eindringtiefe

Bewertung

N₁₀ śr

I_D



Ohne Bewertung

5

0.24

16

0.52

29

0.66

40

0.74

28

0.66

38

0.73

26

0.64

79

≥ 0,89

50

0.79

96

≥ 0,89

Boden: G, u, s', t'

Fließgrenze

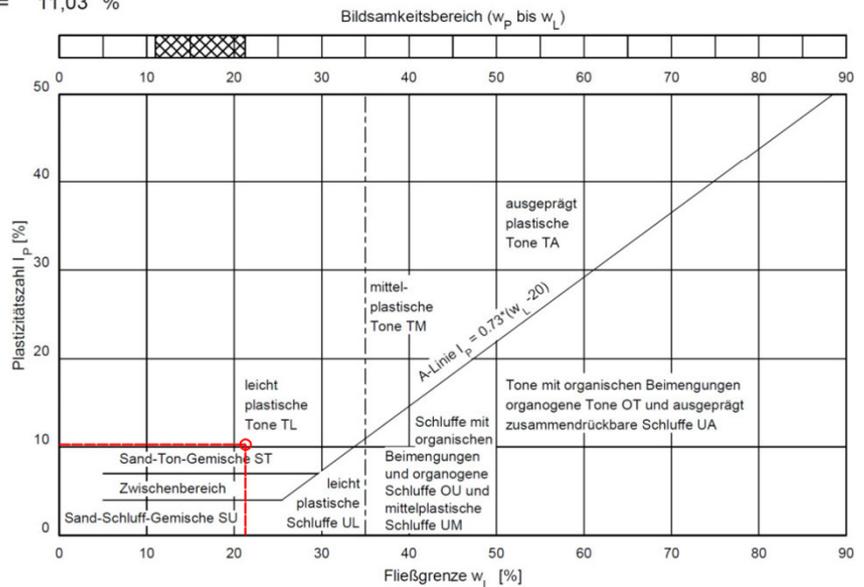
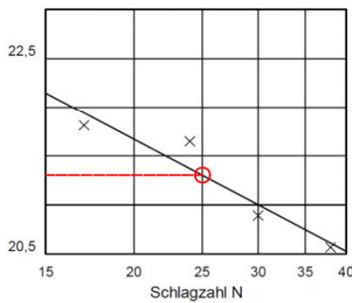
Ausrollgrenze

Behälter Nr.:	804	56	807	44
Zahl der Schläge:	17	24	30	38
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	68,52	54,15	71,32	51,33
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	66,81	51,68	69,12	49,45
Behälter m_B [g]:	58,97	40,27	58,59	40,31
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	1,71	2,47	2,20	1,88
Trockene Probe m_d [g]:	7,84	11,41	10,53	9,14
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%]:	21,81	21,65	20,89	20,57
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

	24	122	4	34
	41,87	34,63	43,29	41,52
	41,07	33,91	42,40	40,72
	34,05	27,34	34,22	33,38
	0,80	0,72	0,89	0,80
	7,02	6,57	8,18	7,34
	11,40	10,96	10,88	10,90

Natürlicher Wassergehalt: $w = 5,50$ %
 Größtkorn: mm
 Masse des Überkorns: g
 Trockenmasse der Probe: g
 Überkornanteil: $\bar{u} = 56,20$ %
 Anteil ≤ 0.4 mm: $m_d / m = 43,80$ %
 Anteil ≤ 0.002 mm: $m_T / m =$ %
 Wassergehalt (Überkorn) $w_{\bar{u}} = 5,50$ %
 korr. Wassergehalt: $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}} * \bar{u}}{1.0 - \bar{u}} = 5,50$ %
 Fließgrenze $w_L = 21,30$ %
 Ausrollgrenze $w_P = 11,03$ %

Bodengruppe = TL
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 10,27$ %
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 1,539 \hat{=} \text{halfest}$
 Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = -0,54$
 Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m} =$



Boden: T, u*

Fließgrenze

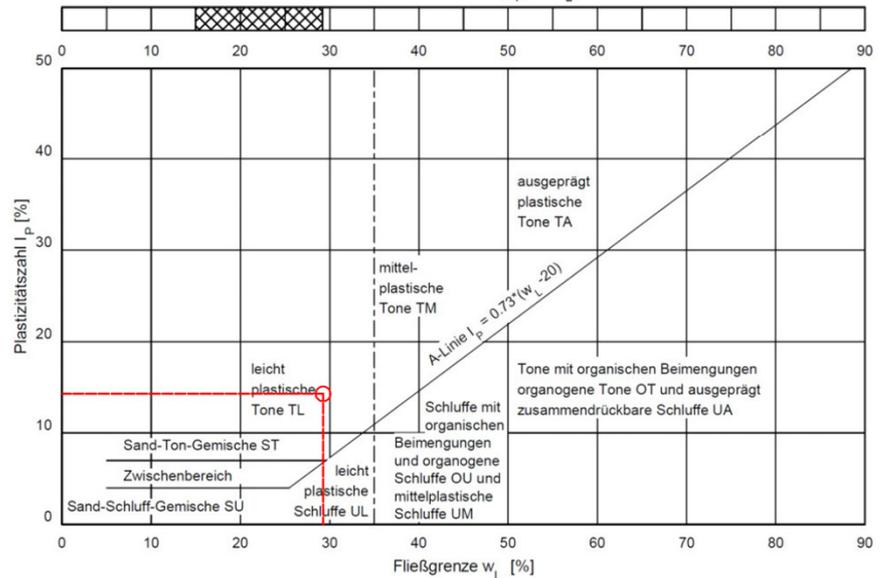
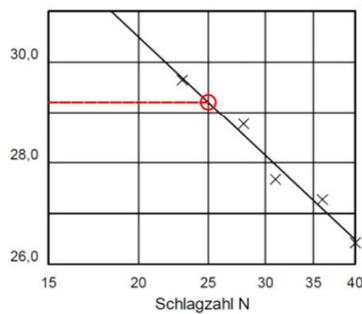
Ausrollgrenze

Behälter Nr.:	#	62	3	44	423
Zahl der Schläge:	40	36	31	28	23
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	60,18	67,11	58,10	61,01	53,95
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	55,29	60,72	53,00	56,39	47,34
Behälter m_B [g]:	36,78	37,29	34,57	40,33	25,04
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	4,89	6,39	5,10	4,62	6,61
Trockene Probe m_d [g]:	18,51	23,43	18,43	16,06	22,30
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%]:	26,42	27,27	27,67	28,77	29,64
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>				

	71	802	65	419
	32,51	64,45	31,93	31,64
	31,84	63,66	31,28	30,92
	27,64	58,12	26,74	26,23
	0,67	0,79	0,65	0,72
	4,20	5,54	4,54	4,69
	15,95	14,26	14,32	15,35

Natürlicher Wassergehalt: $w = 18,75$ %
 Größtkorn: mm
 Masse des Überkorns: g
 Trockenmasse der Probe: g
 Überkornanteil: $\ddot{u} = 1,20$ %
 Anteil ≤ 0.4 mm: $m_d / m = 98,80$ %
 Anteil ≤ 0.002 mm: $m_T / m =$ %
 Wassergehalt (Überkorn) $w_{\ddot{u}} = 0,00$ %
 korr. Wassergehalt: $w_K = \frac{w - w_{\ddot{u}} * \ddot{u}}{1.0 - \ddot{u}} = 18,98$ %
 Fließgrenze $w_L = 29,20$ %
 Ausrollgrenze $w_P = 14,97$ %

Bodengruppe = TL
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 14,23$ %
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,718 \triangleq$ weich
 Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,28$
 Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m} =$



Boden: T, u*, g', s'

Fließgrenze

Ausrollgrenze

Behälter Nr.:	14	806	31	34	53
Zahl der Schläge:	16	20	28	33	40
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	56,31	72,55	55,04	61,40	54,93
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	52,09	68,24	50,31	55,98	51,34
Behälter m_B [g]:	41,65	57,33	37,79	41,32	41,18
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	4,22	4,31	4,73	5,42	3,59
Trockene Probe m_d [g]:	10,44	10,91	12,52	14,66	10,16
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%]:	40,42	39,51	37,78	36,97	35,33
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>				

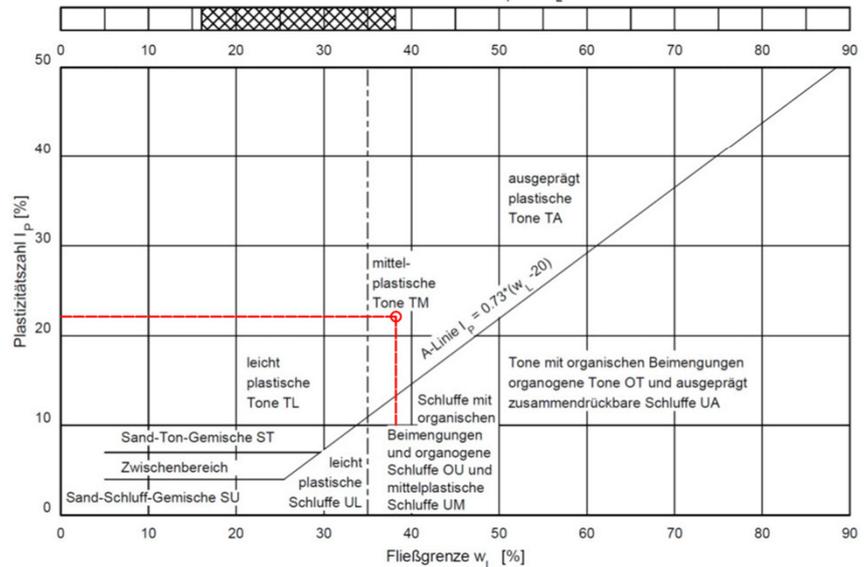
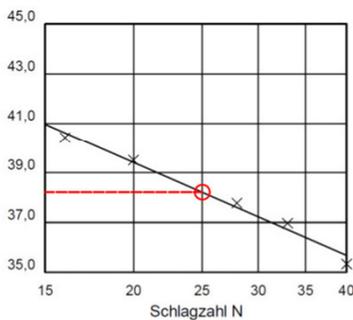
	1	59	16	#
	47,81	37,83	43,98	45,92
	46,75	36,84	43,00	44,64
	40,15	30,87	36,64	36,82
	1,06	0,99	0,98	1,28
	6,60	5,97	6,36	7,82
	16,06	16,58	15,41	16,37

Natürlicher Wassergehalt: $w = 23,34$ %
 Größtkorn: mm
 Masse des Überkorns: g
 Trockenmasse der Probe: g
 Überkornanteil: $\bar{u} = 6,80$ %
 Anteil ≤ 0.4 mm: $m_d / m = 93,20$ %
 Anteil ≤ 0.002 mm: $m_T / m =$ %
 Wassergehalt (Überkorn) $w_{\bar{u}} = 0,00$ %
 korr. Wassergehalt: $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}} * \bar{u}}{1.0 - \bar{u}} = 25,04$ %
 Fließgrenze $w_L = 38,21$ %
 Ausrollgrenze $w_P = 16,11$ %

Bodengruppe = TM
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 22,10$ %
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,596 \triangleq$ weich
 Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,40$
 Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$



Bildsammelbereich (w_P bis w_L)



Boden: T, u*, s'

Fließgrenze

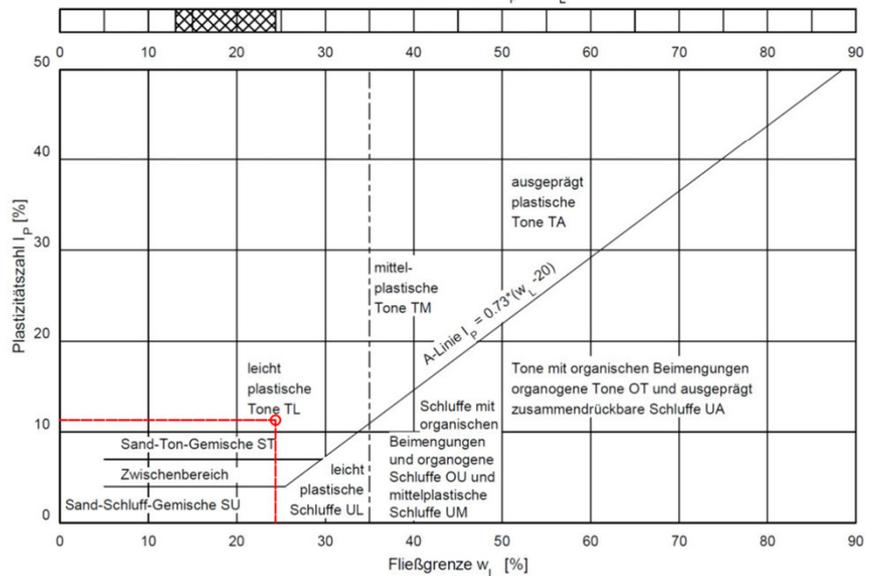
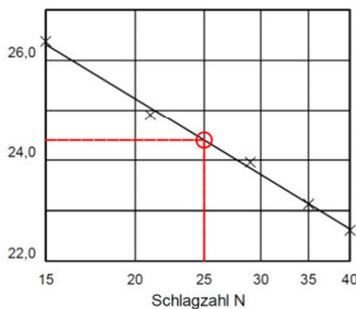
Ausrollgrenze

Behälter Nr.:	176	252	34	73	70
Zahl der Schläge:	15	21	29	35	40
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	60,51	47,11	48,21	45,20	48,98
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	54,70	42,48	45,34	42,39	45,67
Behälter m_B [g]:	32,67	23,89	33,36	30,24	31,03
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	5,81	4,63	2,87	2,81	3,31
Trockene Probe m_d [g]:	22,03	18,59	11,98	12,15	14,64
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%]:	26,37	24,91	23,96	23,13	22,61
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>				

Behälter Nr.:	148	66	309	425
Zahl der Schläge:				
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g]:	37,94	29,57	37,11	31,85
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g]:	37,32	28,99	36,52	31,25
Behälter m_B [g]:	32,73	24,54	31,92	26,62
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	0,62	0,58	0,59	0,60
Trockene Probe m_d [g]:	4,59	4,45	4,60	4,63
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%]:	13,51	13,03	12,83	12,96

Natürlicher Wassergehalt: $w = 17,73$ %
 Größtkorn: mm
 Masse des Überkorns: g
 Trockenmasse der Probe: g
 Überkornanteil: $\bar{u} = 2,50$ %
 Anteil ≤ 0.4 mm: $m_d / m = 97,50$ %
 Anteil ≤ 0.002 mm: $m_T / m =$ %
 Wassergehalt (Überkorn) $w_{\bar{u}} = 0,00$ %
 korr. Wassergehalt: $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}} * \bar{u}}{1.0 - \bar{u}} = 18,18$ %
 Fließgrenze $w_L = 24,40$ %
 Ausrollgrenze $w_P = 13,08$ %

Bodengruppe = TL
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 11,32$ %
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,549 \hat{=} \text{weich}$
 Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,45$
 Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$



Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.	Bestimmung der Dichte des Bodens Bohrung Nr. B1, Tiefe: 11,55-11,70 m u. GOK					 Geotechnical Consulting Office
EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG					
GCO15014/02						Anlage 6.1.5
Boden: G, u, s', t'						
Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Bestimmung des Wassergehaltes w durch Ofentrocknung						
Bezeichnung der Probe						
Masse Feuchtprobe + Behälter m + m _B [g]	890,96					
Masse trockene Probe + Behälter m _d + m _B [g]	875,70					
Masse des Behälters m _B [g]	598,27					
Masse des Porenwassers m _w [g]	15,26					
Masse der trockenen Probe m _d [g]	277,43					
Wassergehalt m _w / m _d = w [%]	5,50					
Bestimmung der Dichte ρ_d durch das Ausstechzylinder-Verfahren						
Masse Feuchtprobe + Zylinder m + m _Z [g]	1631,80					
Masse des Zylinders m _Z [g]	0,00					
Masse der feuchten Probe m [g]	1631,80					
Volumen des Zylinders V [cm ³]	711,30					
Feuchtdichte m/V = ρ [g/cm ³]	2,294					
Trockendichte ρ / (1 + w) = ρ _d [g/cm ³]	2,175					
Proctordichte und Verdichtungsgrad						
Überkornanteil Ü [%]						
Korndichte ρ _{sü} [g/cm ³]						
100 % Proctordichte ρ [g/cm ³]						
100 % korr. Proctordichte ρ' [g/cm ³]						
erreichter Verdichtungsgrad [%]						
geforderter Verdichtungsgrad D _{pr} [%]						
min. Wassergehalt [%]						
max. Wassergehalt [%]						
opt. Wassergehalt [%]						
Korndichte						
Korndichte ρ _s [g/cm ³]	2,680					
Luftporengehalt n _a [%]	6,90					
Porenanteil n [%]	18,86					
Porenzahl e	0,23					
Sättigungszahl S _r	63,41					

EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG
GCO15014/02	Anlage 6.1.6

Boden: T, u*

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Bestimmung des Wassergehaltes w						
Bezeichnung der Probe						
Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g]	482,77					
Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	436,17					
Masse des Behälters m_B [g]	187,70					
Masse des Porenwassers m_w [g]	46,60					
Masse der trockenen Probe m_d [g]	248,47					
Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%]	18,75					

Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.	Bestimmung der Dichte des Bodens Bohrung Nr. B4, Tiefe: 9,20-9,50 m u. GOK					 Geotechnical Consulting Office
EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG					
GCO15014/02						Anlage 6.1.7
Boden: T, u*, g', s'						
Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Bestimmung des Wassergehaltes w durch Ofentrocknung						
Bezeichnung der Probe						
Masse Feuchtprobe + Behälter m + m _B [g]	986,40					
Masse trockene Probe + Behälter m _d + m _B [g]	836,00					
Masse des Behälters m _B [g]	191,60					
Masse des Porenwassers m _w [g]	150,40					
Masse der trockenen Probe m _d [g]	644,40					
Wassergehalt m _w / m _d = w [%]	23,34					
Bestimmung der Dichte ρd durch das Ausstechzylinder-Verfahren						
Masse Feuchtprobe + Zylinder m + mz [g]	1421,10					
Masse des Zylinders mz [g]	625,60					
Masse der feuchten Probe m [g]	795,50					
Volumen des Zylinders V [cm ³]	391,91					
Feuchtdichte m/V = ρ [g/cm ³]	2,030					
Trockendichte ρ / (1 + w) = ρ d [g/cm ³]	1,646					
Proctordichte und Verdichtungsgrad						
Überkornanteil Ü [%]						
Korndichte ρ s _ü [g/cm ³]						
100 % Proctordichte ρ [g/cm ³]						
100 % korr. Proctordichte ρ ' [g/cm ³]						
erreichter Verdichtungsgrad [%]						
geforderter Verdichtungsgrad D _{pr} [%]						
min. Wassergehalt [%]						
max. Wassergehalt [%]						
opt. Wassergehalt [%]						
Korndichte						
Korndichte ρ s [g/cm ³]	2,700					
Luftporengehalt n _a [%]	0,64					
Porenanteil n [%]	39,05					
Porenzahl e	0,64					
Sättigungszahl S _r	98,37					

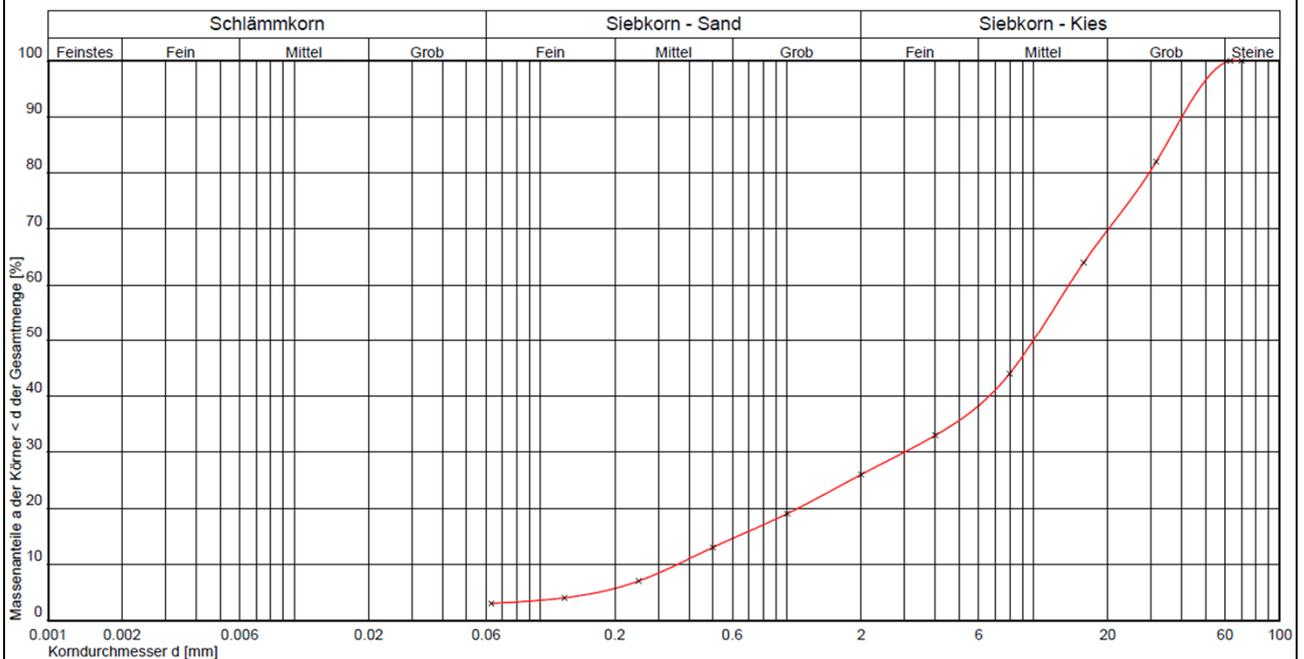
Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.	Bestimmung des Wassergehaltes Bohrung Nr. B5, Tiefe: 9,70-10,00 m u. GOK	
---	--	---

EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG
------------	---

GCO15014/02	Anlage 6.1.8
-------------	--------------

Boden: T, u*, s

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Bestimmung des Wassergehaltes w						
Bezeichnung der Probe						
Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g]	636,37					
Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g]	568,70					
Masse des Behälters m_B [g]	189,24					
Masse des Porenwassers m_w [g]	67,67					
Masse der trockenen Probe m_d [g]	379,46					
Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%]	17,83					



Boden: G, s

k-Wert:

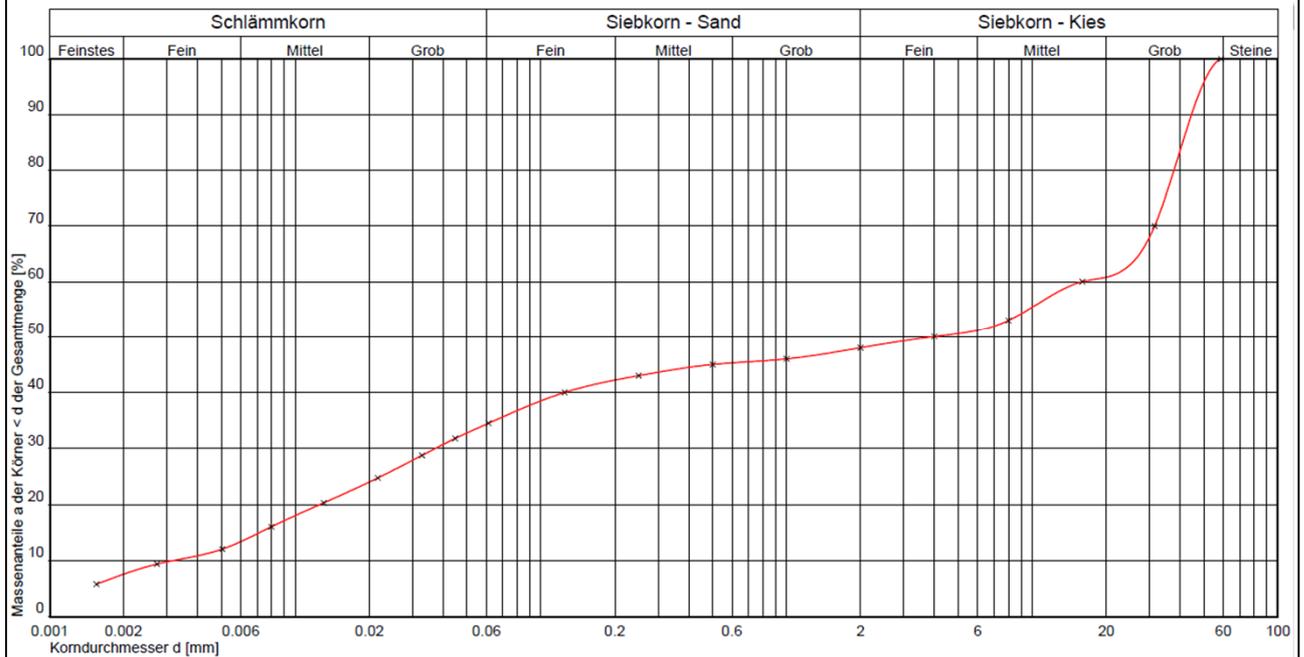
Seelheim: $3,6 \cdot 10^{-1}$ [m/s]
 Slichter: $2,0 \cdot 10^{-4}$ [m/s]
 USBSC: $5,5 \cdot 10^{-3}$ [m/s]
 Hazen: $9,2 \cdot 10^{-4}$ [m/s]

Siebanalyse:

Einwaage Siebanalyse me: 5977,60 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me': 97,14
 Abgeschlammter Anteil ma: 176,22 g %-Anteil der Abschlammung ma' = 100 - me' ma': 2,86
 Gesamtgewicht der Probe mt: 6153,82 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100
2	31,500	1102,90	17,93	82
3	16,000	1089,00	17,70	64
4	8,000	1240,80	20,17	44
5	4,000	668,80	10,87	33
6	2,000	471,90	7,67	26
7	1,000	385,50	6,27	19
8	0,500	385,70	6,27	13
9	0,250	365,40	5,94	7
10	0,125	168,50	2,74	4
11	0,063	87,20	1,42	3
	Schale	10,10	0,16	3

Summe aller Siebrückstände: S = 5975,80 g Größtkorn [mm]: 70,00
 Siebverlust: SV = me - S = 1,80 g
 SV' = (me - S) / me * 100 = 0,03 %



Boden: T, u', g', s

k-Wert:

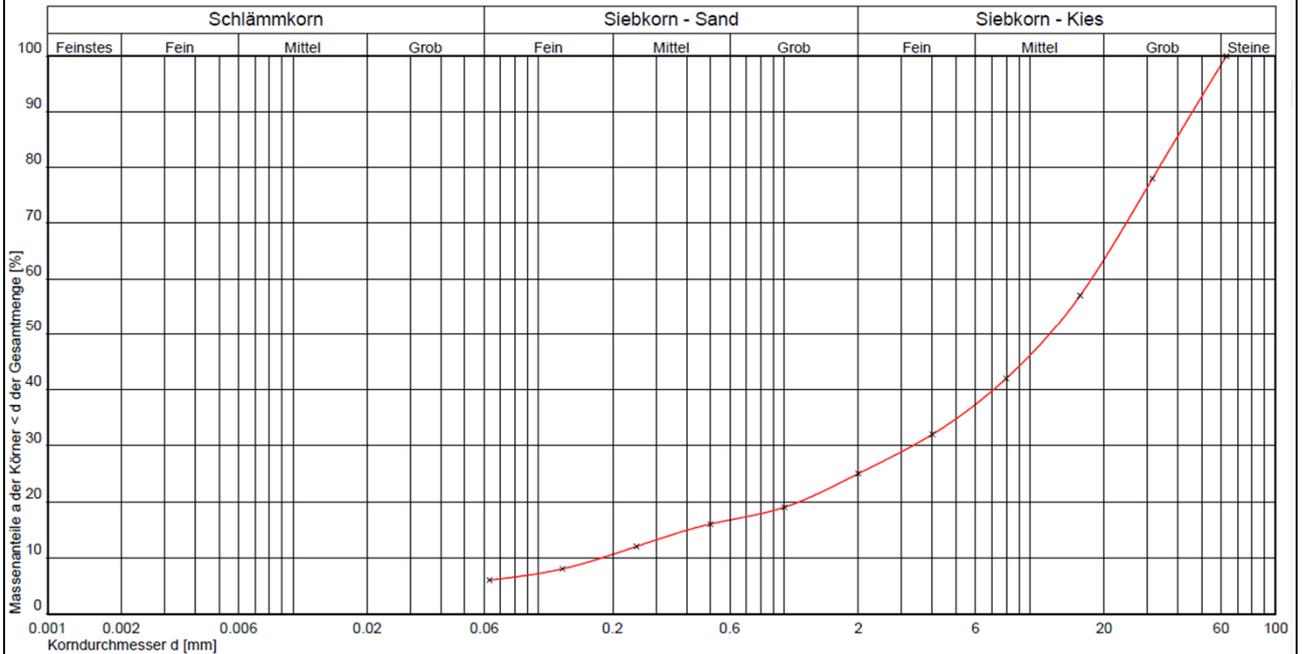
Seelheim: $5,7 \cdot 10^{-2}$ [m/s]

USBSC: $2,0 \cdot 10^{-7}$ [m/s]

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100
2	31,500	262,60	29,99	70
3	16,000	88,40	10,10	60
4	8,000	58,00	6,62	53
5	4,000	27,50	3,14	50
6	2,000	20,90	2,39	48
7	1,000	13,30	1,52	46
8	0,500	12,30	1,40	45
9	0,250	20,10	2,30	43
10	0,125	25,40	2,90	40
	Schale	2,90	0,33	39

Summe aller Siebrückstände: S = 531,40 g Größtkorn [mm]: 58,70
 Siebverlust: SV = me - S = 1,00 g
 $SV' = (me - S) / me * 100 = 0,11 \%$

Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.		Ergebnisse der Kornverteilungsanalyse Bohrung Nr. B1, Tiefe: 11,55-11,70 m u. GOK				 Geotechnical Consulting Office			
EDZ Singen		ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG							
GCO15014/02		Anlage 6.2.2.b							
Aräometer Nr. : 1 Meniskuskorrektur mit Dispergierungsmittel: Cm = 0,9000 Natriumdiphosphat									
Ermittlung der Trockenmasse Durch Trocknen (nach der Schlämmanalyse)									
Behälter Nr.:		Trockene Probe + Behälter md + mB		275,53 g					
		Behälter mB		231,11 g					
Korndichte ρ_S : 2,680 g/cm ³		Trockene Probe md		44,42 g					
		$\mu = md * (\rho_S - 1) / \rho_S = 100\%$ der Lesung		27,85 g					
$a = 100 / \mu * (R + C_\theta) = 3,59 * (R + C_\theta) \% \text{ von md}$									
Uhrzeit Vorgabe:	Abgelaufene Zeit s/m/h/d	Aräometer- lesung $R'=(\rho'-1)*10^3$	Lesung + Meniskuskorr. $R=R'+C_m$	Korndurch- messer d [mm]	Temperatur θ [°C]	Temp. korr. C_θ	Korr.Lesung $R+C_\theta$	Schlamm- probe a [%]	Gesamt- probe a_{tot} [%]
09:35:00									
09:35:30	30 s	22,00	22,90	0,0612	25,4	1,12	24,02	86,25	34,50
09:36:00	1 m	20,10	21,00	0,0448	25,4	1,12	22,12	79,43	31,77
09:37:00	2 m	18,00	18,90	0,0328	25,4	1,12	20,02	71,89	28,75
09:40:00	5 m	15,20	16,10	0,0217	25,4	1,12	17,22	61,83	24,73
09:50:00	15 m	12,10	13,00	0,0131	25,4	1,12	14,12	50,70	20,28
10:18:00	43 m	9,10	10,00	0,0080	25,5	1,14	11,14	40,01	16,00
11:30:00	1 h 55 m	6,30	7,20	0,0050	25,6	1,16	8,36	30,04	12,02
16:21:00	6 h 46 m	4,40	5,30	0,0027	25,8	1,21	6,51	23,39	9,35
08:12:00	22 h 37 m	2,10	3,00	0,0016	24,9	1,00	4,00	14,37	5,75



Boden: G, s, u'

k-Wert:

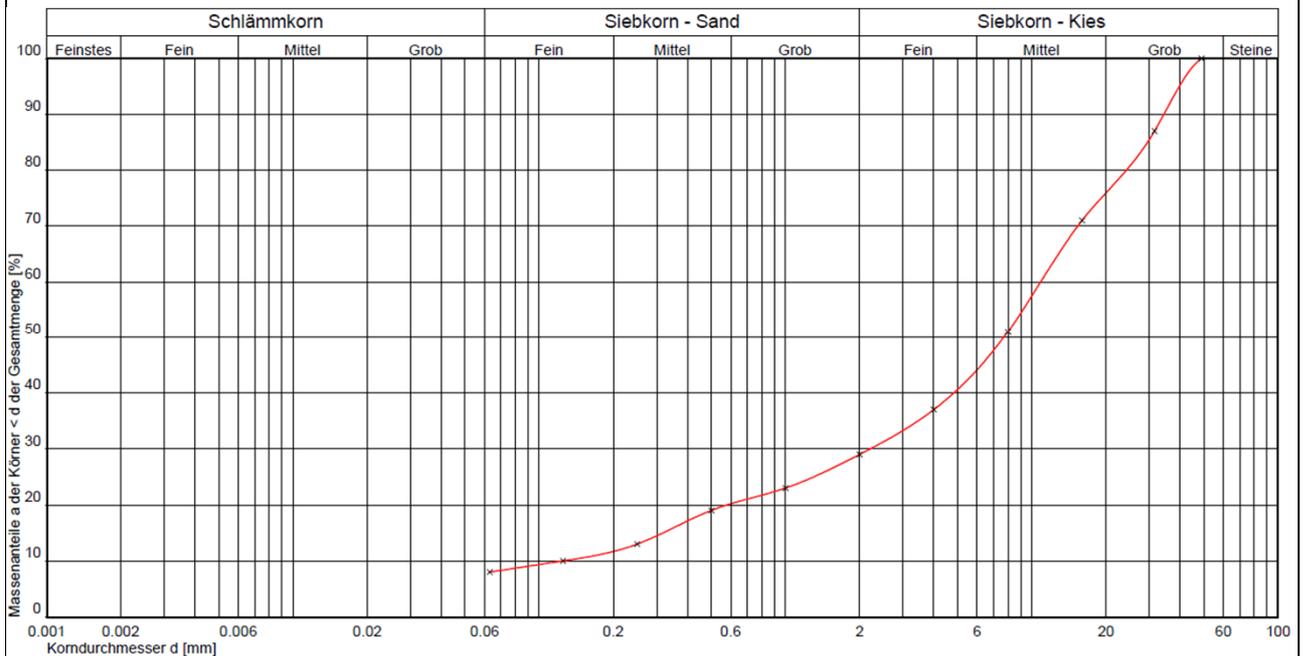
Seelheim: $6,0 \cdot 10^{-1}$ [m/s]
 Slichter: $4,8 \cdot 10^{-5}$ [m/s]
 USBSC: $6,6 \cdot 10^{-3}$ [m/s]
 Hazen: $2,2 \cdot 10^{-4}$ [m/s]

Siebanalyse:

Einwaage Siebanalyse me: 6618,50 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me': 93,80
 Abgeschlammter Anteil ma: 437,33 g %-Anteil der Abschlämzung ma' = 100 - me' ma': 6,20
 Gesamtgewicht der Probe mt: 7055,83 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100
2	31,500	1575,90	22,34	78
3	16,000	1445,50	20,49	57
4	8,000	1080,50	15,32	42
5	4,000	692,40	9,82	32
6	2,000	501,60	7,11	25
7	1,000	384,00	5,44	19
8	0,500	262,80	3,73	16
9	0,250	293,40	4,16	12
10	0,125	231,60	3,28	8
11	0,063	131,60	1,87	6
	Schale	17,30	0,25	6

Summe aller Siebrückstände: S = 6616,60 g Größtkorn [mm]: 63,00
 Siebverlust: SV = me - S = 1,90 g
 SV' = (me - S) / me * 100 = 0,03 %



Boden: G, s, u'

k-Wert:

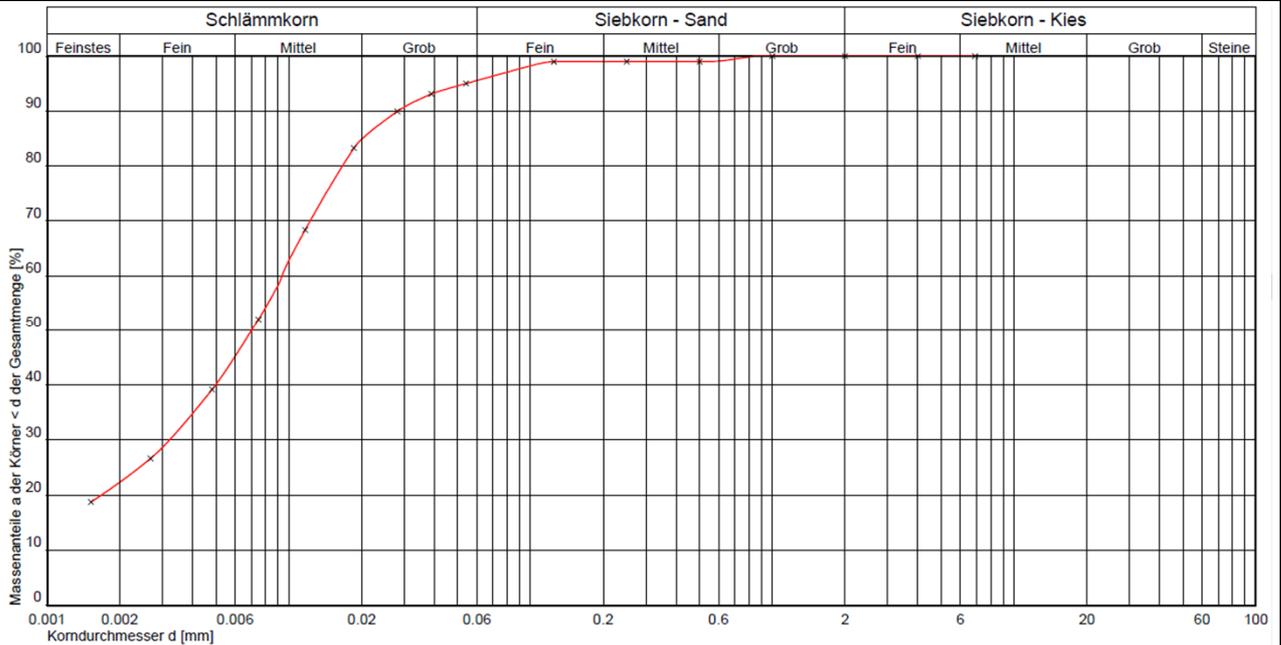
Seelheim: $2,2 \cdot 10^{-1}$ [m/s]
 Slichter: $3,3 \cdot 10^{-5}$ [m/s]
 USBSC: $1,1 \cdot 10^{-3}$ [m/s]
 Hazen: $1,4 \cdot 10^{-4}$ [m/s]

Siebanalyse:

Einwaage Siebanalyse me: 7006,40 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me': 91,77
 Abgeschlammter Anteil ma: 628,71 g %-Anteil der Abschlammung ma' = 100 - me' ma': 8,23
 Gesamtgewicht der Probe mt: 7635,11 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100
2	31,500	960,20	12,58	87
3	16,000	1228,50	16,09	71
4	8,000	1518,60	19,90	51
5	4,000	1116,20	14,62	37
6	2,000	605,20	7,93	29
7	1,000	434,50	5,69	23
8	0,500	351,90	4,61	19
9	0,250	412,30	5,40	13
10	0,125	218,80	2,87	10
11	0,063	145,00	1,90	8
	Schale	13,20	0,17	8

Summe aller Siebrückstände: S = 7004,40 g Größtkorn [mm]: 48,90
 Siebverlust: SV = me - S = 2,00 g
 $SV' = (me - S) / me * 100 = 0,03 \%$



Boden: T, u*

Siebanalyse:

Einwaage Siebanalyse m_e : 8,15 g %-Anteil der Siebeinwaage $m_e' = 100 - m_a'$ m_e' : 1,10
 Abgeschlammter Anteil m_a : 733,27 g %-Anteil der Abschlämzung $m_a' = 100 - m_e'$ m_a' : 98,90
 Gesamtgewicht der Probe m_t : 741,42 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100
2	31,500	0,00	0,00	100
3	16,000	0,00	0,00	100
4	8,000	0,00	0,00	100
5	4,000	0,54	0,07	100
6	2,000	1,52	0,21	100
7	1,000	1,01	0,14	100
8	0,500	0,68	0,09	99
9	0,250	3,01	0,41	99
10	0,125	1,03	0,14	99
	Schale	0,30	0,04	99

Summe aller Siebrückstände: $S =$ 8,09 g Größtkorn [mm]: 6,90

Siebverlust: $SV = m_e - S =$ 0,06 g

$SV' = (m_e - S) / m_e * 100 =$ 0,01 %

Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.	Ergebnisse der Kornverteilungsanalyse Bohrung Nr. B3, Tiefe: 10,8-11,0 m u. GOK	 Geotechnical Consulting Office
EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
GCO15014/02	Anlage 6.2.5.b	

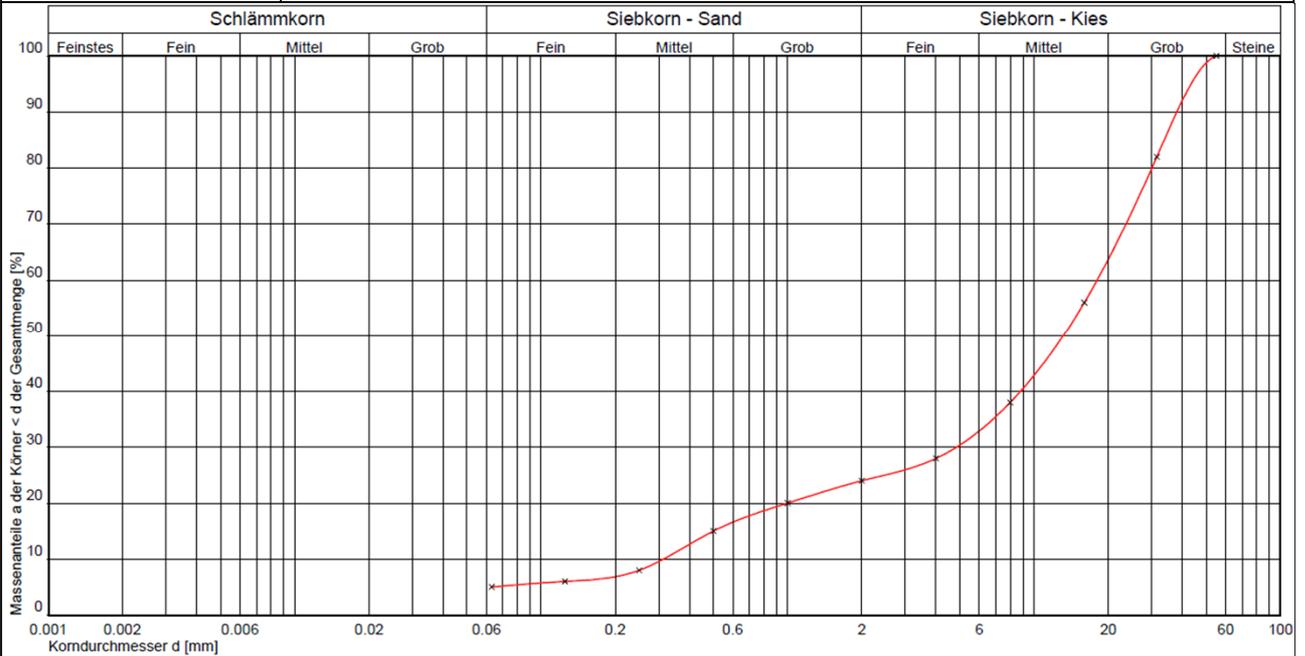
Aräometer Nr. : 1
Meniskuskorrektur mit Dispergierungsmittel: Cm = 0,9000 Natriumdiphosphat

Ermittlung der Trockenmasse

Durch Trocknen (nach der Schlämmanalyse)

Behälter Nr.:	Trockene Probe + Behälter md + mB	280,39 g
	Behälter mB	230,61 g
Korndichte ρ_s : 2,680 g/cm ³	Trockene Probe md	49,78 g
	$\mu = md * (\rho_s - 1) / \rho_s = 100\%$ der Lesung	31,21 g
$a = 100 / \mu * (R + C_\theta) = 3,20 * (R + C_\theta) \% \text{ von md}$		

Uhrzeit Vorgabe:	Abgelaufene Zeit s/m/h/d	Aräometer- lesung $R'=(\rho'-1)*10^3$	Lesung + Meniskuskorr. $R=R'+C_m$	Korndurch- messer d [mm]	Temperatur θ [°C]	Temp. korr. C_θ	Korr.Lesung $R+C_\theta$	Schlamm- probe a [%]	Gesamt- probe a_{tot} [%]
09:47:00									
09:47:30	30 s	28,00	28,90	0,0541	25,1	1,05	29,95	95,97	95,01
09:48:00	1 m	27,40	28,30	0,0388	25,1	1,05	29,35	94,05	93,10
09:49:00	2 m	26,40	27,30	0,0281	25,1	1,05	28,35	90,84	89,93
09:52:00	5 m	24,30	25,20	0,0186	25,1	1,05	26,25	84,11	83,27
10:02:00	15 m	19,60	20,50	0,0117	25,1	1,05	21,55	69,05	68,36
10:30:00	43 m	14,40	15,30	0,0075	25,3	1,09	16,39	52,54	52,01
11:42:00	1 h 55 m	10,30	11,20	0,0048	25,5	1,14	12,34	39,55	39,15
16:33:00	6 h 46 m	6,30	7,20	0,0027	25,7	1,19	8,39	26,88	26,61
08:24:00	22 h 37 m	4,00	4,90	0,0015	24,9	1,00	5,90	18,91	18,72



Boden: G, s, u'

k-Wert:

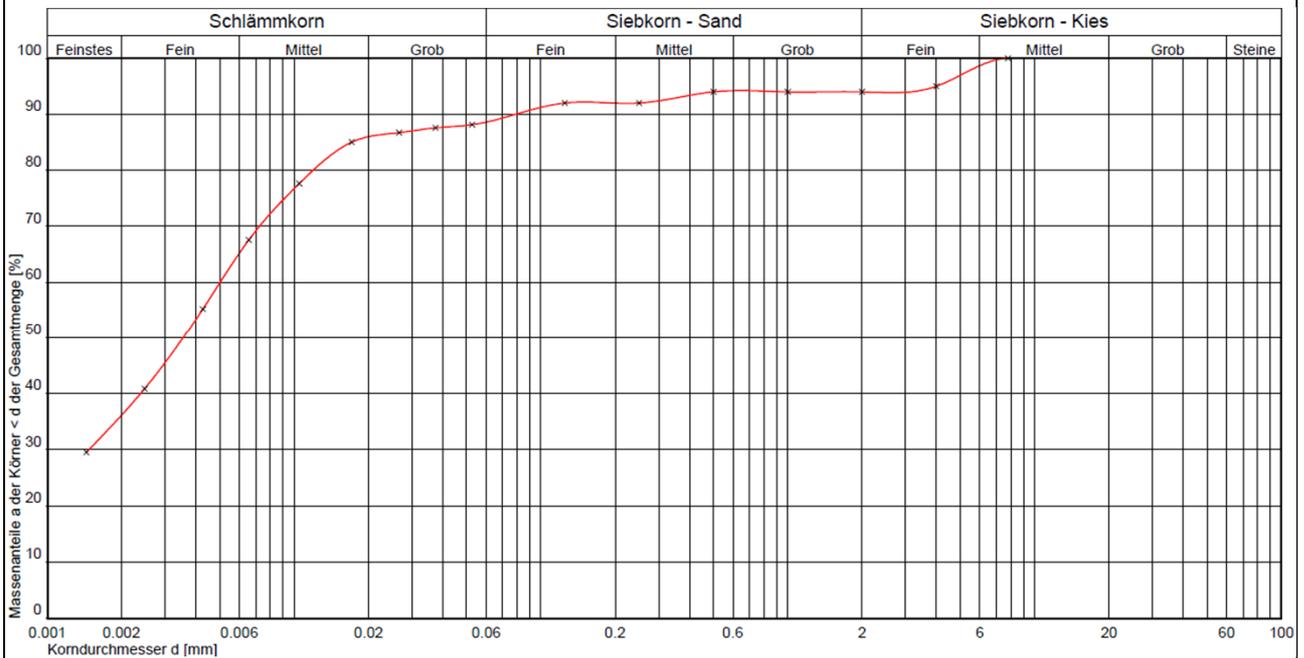
Seelheim: $7,0 \cdot 10^{-1}$ [m/s]
 Slichter: $1,5 \cdot 10^{-4}$ [m/s]
 USBSC: $3,6 \cdot 10^{-3}$ [m/s]
 Hazen: $6,9 \cdot 10^{-4}$ [m/s]

Siebanalyse:

Einwaage Siebanalyse me: 6129,80 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me': 94,79
 Abgeschlammter Anteil ma: 337,07 g %-Anteil der Abschlammung ma' = 100 - me' ma': 5,21
 Gesamtgewicht der Probe mt: 6466,87 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100
2	31,500	1134,50	17,55	82
3	16,000	1697,60	26,26	56
4	8,000	1178,40	18,23	38
5	4,000	619,00	9,58	28
6	2,000	303,90	4,70	24
7	1,000	227,80	3,52	20
8	0,500	342,90	5,31	15
9	0,250	432,60	6,69	8
10	0,125	127,40	1,97	6
11	0,063	57,40	0,89	5
	Schale	5,20	0,08	5

Summe aller Siebrückstände: S = 6126,70 g Größtkorn [mm]: 55,00
 Siebverlust: SV = me - S = 3,10 g
 SV' = (me - S) / me * 100 = 0,05 %



Boden: T, u*, g', s'

Siebanalyse:

Einwaage Siebanalyse me: 8,56 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me': 8,56
 Abgeschlammter Anteil ma: 91,44 g %-Anteil der Abschlammung ma' = 100 - me' ma': 91,44
 Gesamtgewicht der Probe mt: 100,00 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100
2	31,500	0,00	0,00	100
3	16,000	0,00	0,00	100
4	8,000	0,00	0,00	100
5	4,000	4,70	4,70	95
6	2,000	0,81	0,81	94
7	1,000	0,44	0,44	94
8	0,500	0,25	0,25	94
9	0,250	1,46	1,46	92
10	0,125	0,72	0,72	92
	Schale	0,13	0,13	91

Summe aller Siebrückstände: S = 8,51 g Größtkorn [mm]: 7,80
 Siebverlust: SV = me - S = 0,05 g
 SV' = (me - S) / me * 100 = 0,05 %

Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.	Ergebnisse der Kornverteilungsanalyse Bohrung Nr. B4, Tiefe: 9,2-9,5 m u. GOK	 Geotechnical Consulting Office
EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
GCO15014/02	Anlage 6.2.7.b	

Aräometer Nr. : 1
Meniskuskorrektur mit Dispergierungsmittel: Cm = 0,9000 Natriumdiphosphat

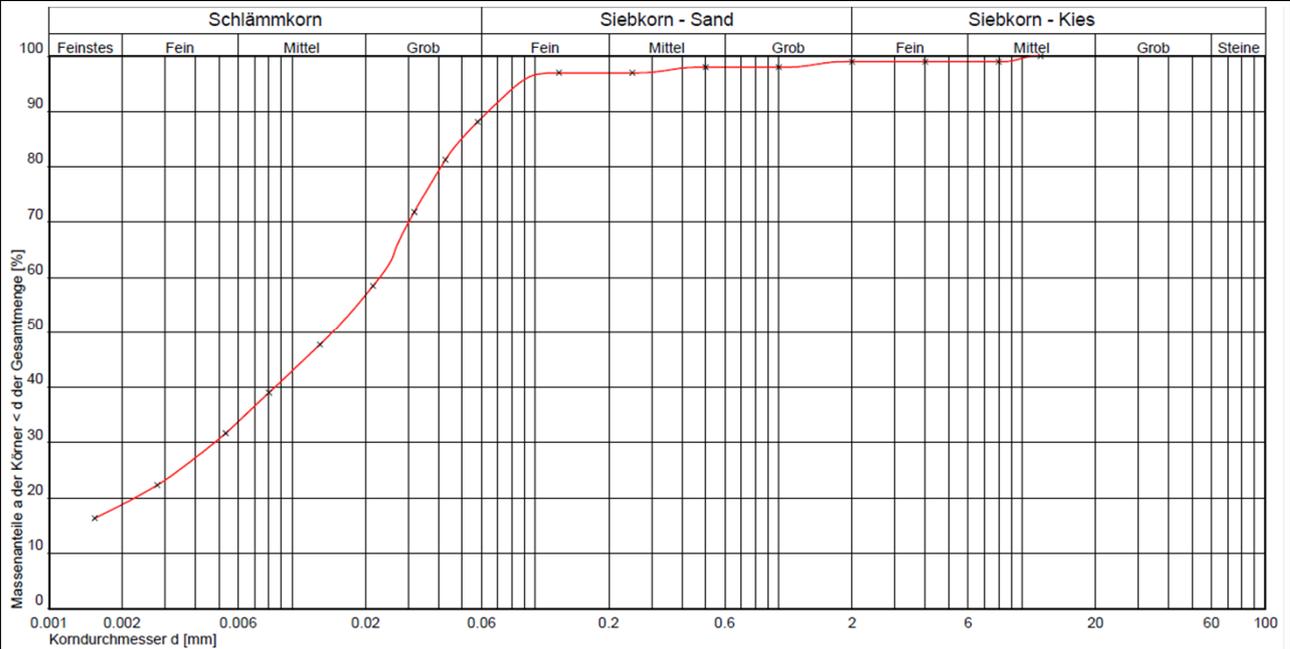
Ermittlung der Trockenmasse

Durch Trocknen (nach der Schlämmanalyse)

Behälter Nr.:	Trockene Probe + Behälter md + mB	288,17 g
	Behälter mB	236,47 g
Korndichte ρ_s : 2.680 g/cm ³	Trockene Probe md	51,70 g
	$\mu = md * (\rho_s - 1) / \rho_s = 100\%$ der Lesung	32,41 g

$a = 100 / \mu * (R + C_\theta) = 3,09 * (R + C_\theta)$ % von md

Uhrzeit Vorgabe:	Abgelaufene Zeit s/m/h/d	Aräometer- lesung $R'=(\rho'-1)*10^3$	Lesung + Meniskuskorr. $R=R'+C_m$	Korndurch- messer d [mm]	Temperatur θ [°C]	Temp. korr. C_θ	Korr.Lesung $R+C_\theta$	Schläm- probe a [%]	Gesamt- probe a_{tot} [%]
09:41:00									
09:41:30	30 s	29,10	30,00	0,0526	25,1	1,05	31,05	95,80	88,13
09:42:00	1 m	28,90	29,80	0,0374	25,1	1,05	30,85	95,18	87,57
09:43:00	2 m	28,60	29,50	0,0267	25,1	1,05	30,55	94,26	86,71
09:46:00	5 m	28,00	28,90	0,0171	25,1	1,05	29,95	92,40	85,01
09:56:00	15 m	25,40	26,30	0,0105	25,1	1,05	27,35	84,38	77,63
10:25:00	44 m	21,80	22,70	0,0066	25,3	1,09	23,79	73,42	67,54
11:41:00	2 h	17,40	18,30	0,0043	25,5	1,14	19,44	59,99	55,19
16:32:00	6 h 51 m	12,30	13,20	0,0025	25,7	1,19	14,39	44,40	40,84
08:23:00	22 h 42 m	8,50	9,40	0,0014	24,9	1,00	10,40	32,09	29,53



Boden: T, u*, s'

Siebanalyse:

Einwaage Siebanalyse me: 11,20 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me': 3,09
 Abgeschlammter Anteil ma: 350,77 g %-Anteil der Abschlämung ma' = 100 - me' ma': 96,91
 Gesamtgewicht der Probe mt: 361,97 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100
2	31,500	0,00	0,00	100
3	16,000	0,00	0,00	100
4	8,000	2,80	0,77	99
5	4,000	1,00	0,28	99
6	2,000	1,40	0,39	99
7	1,000	1,50	0,41	98
8	0,500	1,40	0,39	98
9	0,250	1,60	0,44	97
10	0,125	1,30	0,36	97
	Schale	0,20	0,06	97

Summe aller Siebrückstände: S = 11,20 g Größtkorn [mm]: 11,90
 Siebverlust: SV = me - S = 0,00 g
 SV' = (me - S) / me * 100 = 0,00 %

Aräometer Nr. : 1

Meniskuskorrektur mit Dispergierungsmittel: $C_m = 0,9000$ Natriumdiphosphat

Ermittlung der Trockenmasse

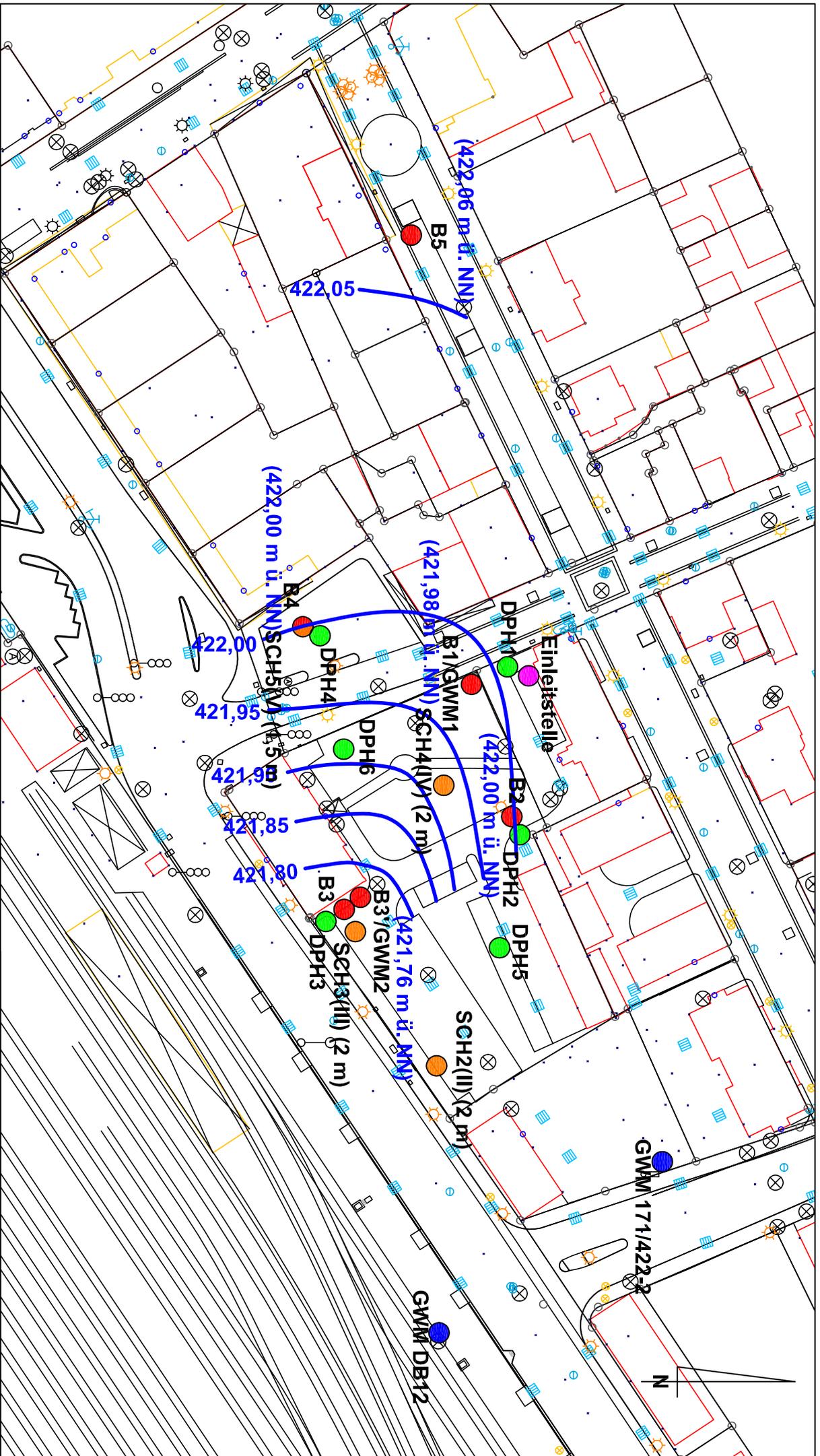
Durch Trocknen (nach der Schlämmanalyse)

Behälter Nr.: Trockene Probe + Behälter md + mB 277,95 g
Behälter mB 230,46 g

Korndichte ρ_s : 2,680 g/cm³ Trockene Probe md 47,49 g
 $\mu = md * (\rho_s - 1) / \rho_s = 100\%$ der Lesung 29,77 g

$$a = 100 / \mu * (R + C_\theta) = 3,36 * (R + C_\theta) \% \text{ von md}$$

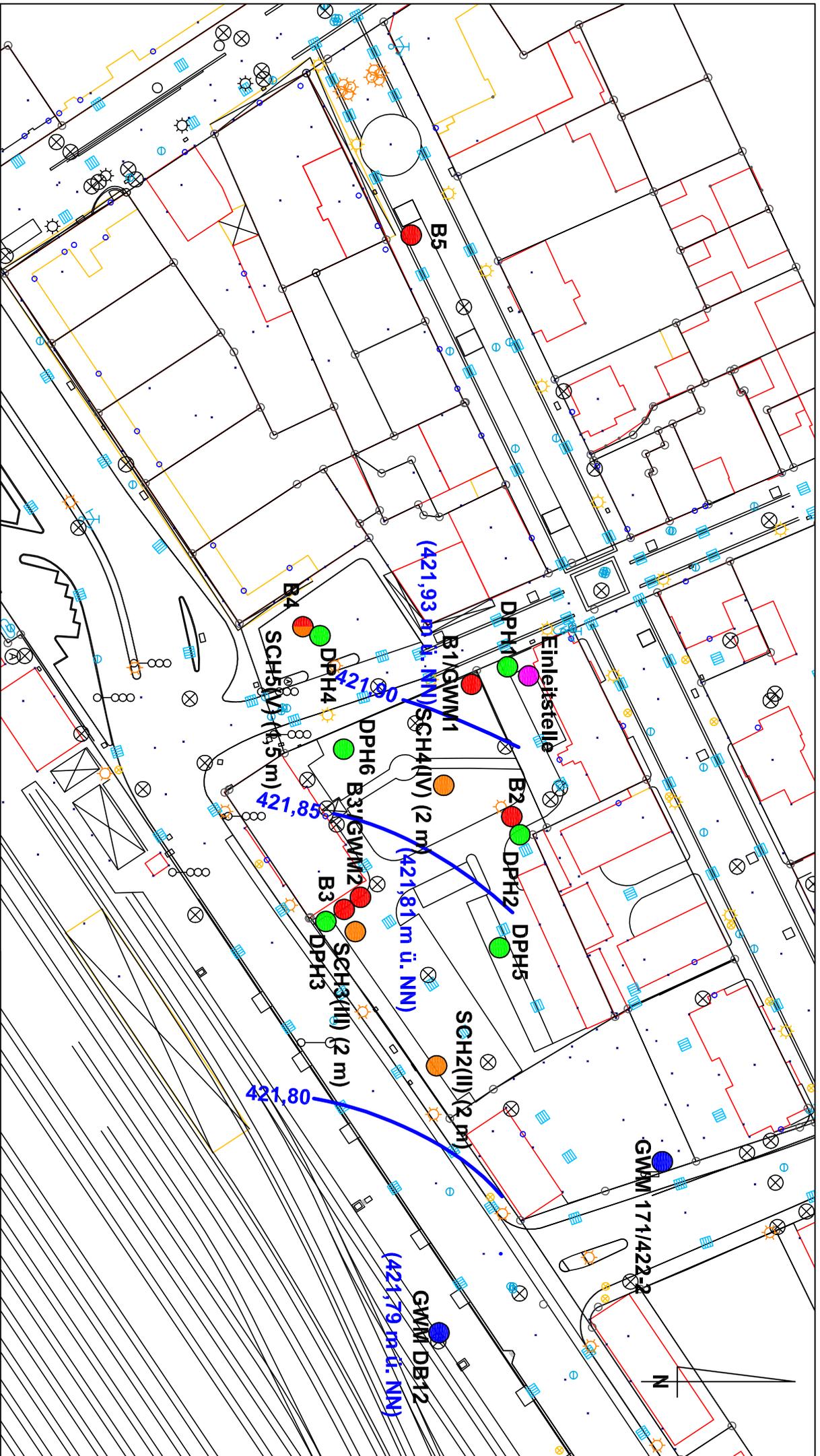
Uhrzeit Vorgabe:	Abgelaufene Zeit s/m/h/d	Aräometer- lesung $R'=(\rho'-1)*10^3$	Lesung + Meniskuskorr. $R=R'+C_m$	Korndurch- messer d [mm]	Temperatur θ [°C]	Temp. korr. C_θ	Korr.Lesung $R+C_\theta$	Schlämm- probe a [%]	Gesamt- probe a_{tot} [%]
10:05:00									
10:05:30	30 s	25,10	26,00	0,0579	25,1	1,05	27,05	90,85	88,13
10:06:00	1 m	23,00	23,90	0,0427	25,1	1,05	24,95	83,80	81,29
10:07:00	2 m	20,10	21,00	0,0318	25,1	1,05	22,05	74,06	71,84
10:10:00	5 m	16,00	16,90	0,0215	25,1	1,05	17,95	60,29	58,48
10:20:00	15 m	12,70	13,60	0,0130	25,1	1,05	14,65	49,20	47,73
10:47:00	42 m	10,00	10,90	0,0080	25,2	1,07	11,97	40,21	39,00
11:45:00	1 h 40 m	7,70	8,60	0,0053	25,4	1,12	9,72	32,64	31,66
16:35:00	6 h 30 m	4,80	5,70	0,0028	25,5	1,14	6,84	22,98	22,29
08:27:00	22 h 22 m	3,10	4,00	0,0015	24,9	1,00	5,00	16,80	16,29



- Legende:
- DPH1 - dynamische Sondierung DPH 1
 - SCH3 (2 m) - Schurf Nr. 3 (Tiefe ca. 2m u. GOK)
 - B1 - Bohrung Nr. 1
 - B4 - Handschachtung bei der Bohrung Nr. 4
 - GWM1 - Grundwassermeßstelle Nr. 1
 - GWM DB12 - vorhandene GWM

(422,00 m ü. NN) - Grundwasserstand während Bohrarbeiten Juni 2015
421,90 ——— - Grundwassergleichen in m ü NN

Projekt:	EDZ Singen	 Geotechnisches Consulting GmbH GC01501/4/02 Datum: 09.2015
Auftraggeber:	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
Plan:	Grundwassergleichen während der Bohrarbeiten (Juni 2015)	Maßstab: 1 : 1 000 Blattgröße: A4 Anlage 7.1



Legende:

- DPH1 - dynamische Sondierung DPH 1
- SCH3 (2 m) - Schurf Nr. 3 (Tiefe ca. 2m u. GOK)
- B1 - Bohrung Nr. 1
- B4 - Handschachtung bei der Bohrung Nr. 4
- GWM1 - Grundwassermsstelle Nr. 1
- GWM DB12 - vorhandene GWM

(421,93 m ü. NN) - Grundwasserstand am 01.07.2015

421,90 ——— - Grundwassergleichen in m ü NN

Projekt:	EDZ Singen
Auftraggeber:	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG
Plan:	Grundwassergleichen während des Pumpversuches (Stand 01.07.2015)
<small>GC01/1501/4/02 Datum: 09.2015</small>	
<small>Maßstab: 1 : 1 000 Blattgröße: A4 Anlage 7.2</small>	

Chem. Labor Dr. Graser, Goldellern 5, 97453 Schonungen

Schonungen, 13.07.2015

- Seite 1 von 2 -

Prüfbericht CLG-15/07/1516792

**Wasseruntersuchung nach DIN 4030 (Stand: Juni 2008)
zur Beurteilung betonangreifender Wässer
und ergänzende Untersuchung**

Auftragsnummer: IUA 2015239

Probenbezeichnung: **GWM1/Pr. 3 (8 m)**
 Probenart: Grundwasser
 Probenahme: 01.07. – 04.07.2015
 Probenehmer: GCO
 Zustellungsform: pers. Übergabe in der CLG-Servicestelle Nürnberg durch LGA
 Probeneingang: 07.07.2015, CLG
 Eingangsnummer: 1516792
 Untersuchungszeitraum: 07.07. – 13.07.2015

Hauptsitz mit Labor: Goldellern 5 97453 Schonungen Telefon 09721/7576-0 Telefax 09721/7576-50 E-Mail: clg@labor-graser.de	Servicestelle Nürnberg: Christian-Hessel-Str. 1 90427 Nürnberg Telefon 0911/12076-200	Nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die Deutsches Akkreditierungssystem GmbH (DAkKS) akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung bezieht sich auf die in der Anlage zur Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.		 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-18015-01-00
---	---	--	---	---

Schonungen, 03.08.2015

- Seite 1 von 2 -

Prüfbericht CLG-15/07/1516795

Wasseruntersuchung nach DIN 4030 (Stand: Juni 2008) zur Beurteilung betonangreifender Wässer und ergänzende Untersuchung

Auftragsnummer: IUA 2015239

Probenbezeichnung: **DB 12/ Pr. 3**

Probenart: Grundwasser

Probenahme: 01.07. – 04.07.2015

Probenehmer: GCO

Zustellungsform: pers. Übergabe in der CLG-Servicestelle Nürnberg durch LGA

Probeneingang: 07.07.2015, CLG

Eingangsnummer: 1516795

Untersuchungszeitraum: 31.07.2015

Hauptsitz mit Labor: Goldellern 5 97453 Schonungen Telefon 09721/7576-0 Telefax 09721/7576-50 E-Mail: clg@labor-graser.de	Servicestelle Nürnberg: Christian-Hessel-Str. 1 90427 Nürnberg Telefon 0911/12076-200	Nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die Deutsches Akkreditierungssystem GmbH (DAkks) akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung bezieht sich auf die in der Anlage zur Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.		 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-18015-01-00
---	---	--	---	--

Schonungen, 03.08.2015

- Seite 1 von 2 -

Prüfbericht CLG-15/07/1516795b

Ergänzungen zu Prüfbericht 1516795

Wasseruntersuchung für korrosionschemische Berechnungen nach DIN EN 12502 (Stand: März 2005)

Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe- Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserverteilungs- und speichersystemen- Teil 4: Einflussfaktoren für nichtrostende Stähle;
Teil 5: Einflussfaktoren für Gusseisen, unlegierte und niedrig legierte Stähle

Auftragsnummer: IUA 2015239

Probenbezeichnung: **DB 12/ Pr.3**

Probenart: Grundwasser

Probenahme: 01.07. – 04.07.2015

Probenehmer: GCO

Zustellungsform: pers. Übergabe in der CLG-Servicestelle Nürnberg durch LGA

Probeneingang: 07.07.2015, CLG

Eingangsnummer: 1516795

Untersuchungszeitraum: 31.07.2015

Hauptsitz mit Labor: Goldellern 5 97453 Schonungen Telefon 09721/7576-0 Telefax 09721/7576-50 E-Mail: clg@labor-graser.de	Servicestelle Nürnberg: Christian-Hessel-Str. 1 90427 Nürnberg Telefon 0911/12076-200	Nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die Deutsches Akkreditierungssystem GmbH (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung bezieht sich auf die in der Anlage zur Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.		
---	---	--	---	---

Chem. Labor Dr. Graser, Goldelern 5, 97453 Schonungen

Schonungen, 03.08.2015

- Seite 1 von 2 -

Prüfbericht CLG-15/07/1516798

Wasseruntersuchung nach DIN 4030 (Stand: Juni 2008) zur Beurteilung betonangreifender Wässer und ergänzende Untersuchung

Auftragsnummer: IUA 2015239

Probenbezeichnung: **GWM2 / Pr. 3**

Probenart: Grundwasser

Probenahme: 01.07. – 04.07.2015

Probenehmer: GCO

Zustellungsform: pers. Übergabe in der CLG-Servicestelle Nürnberg durch LGA

Probeneingang: 07.07.2015, CLG

Eingangsnummer: 1516798

Untersuchungszeitraum: 31.07.2015

Hauptsitz mit Labor: Goldelern 5 97453 Schonungen Telefon 09721/7576-0 Telefax 09721/7576-50 E-Mail: clg@labor-graser.de	Servicestelle Nürnberg: Christian-Hessel-Str. 1 90427 Nürnberg Telefon 0911/12076-200	Nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die Deutsches Akkreditierungssystem GmbH (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung bezieht sich auf die in der Anlage zur Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.		
---	--	--	---	---

Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-18015-01-00

Chem. Labor Dr. Graser, Goldellem 5, 97453 Schonungen

Schonungen, 03.08.2015

- Seite 1 von 2 -

Prüfbericht CLG-15/07/1516798b

Ergänzungen zu Prüfbericht 1516798

Wasseruntersuchung für korrosionschemische Berechnungen nach DIN EN 12502 (Stand: März 2005)

Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe- Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserverteilungs- und speichersystemen- Teil 4: Einflussfaktoren für nichtrostende Stähle;
Teil 5: Einflussfaktoren für Gusseisen, unlegierte und niedrig legierte Stähle

Auftragsnummer: IUA 2015239

Probenbezeichnung: **GWM2/ Pr.3**

Probenart: Grundwasser

Probenahme: 01.07. – 04.07.2015

Probenehmer: GCO

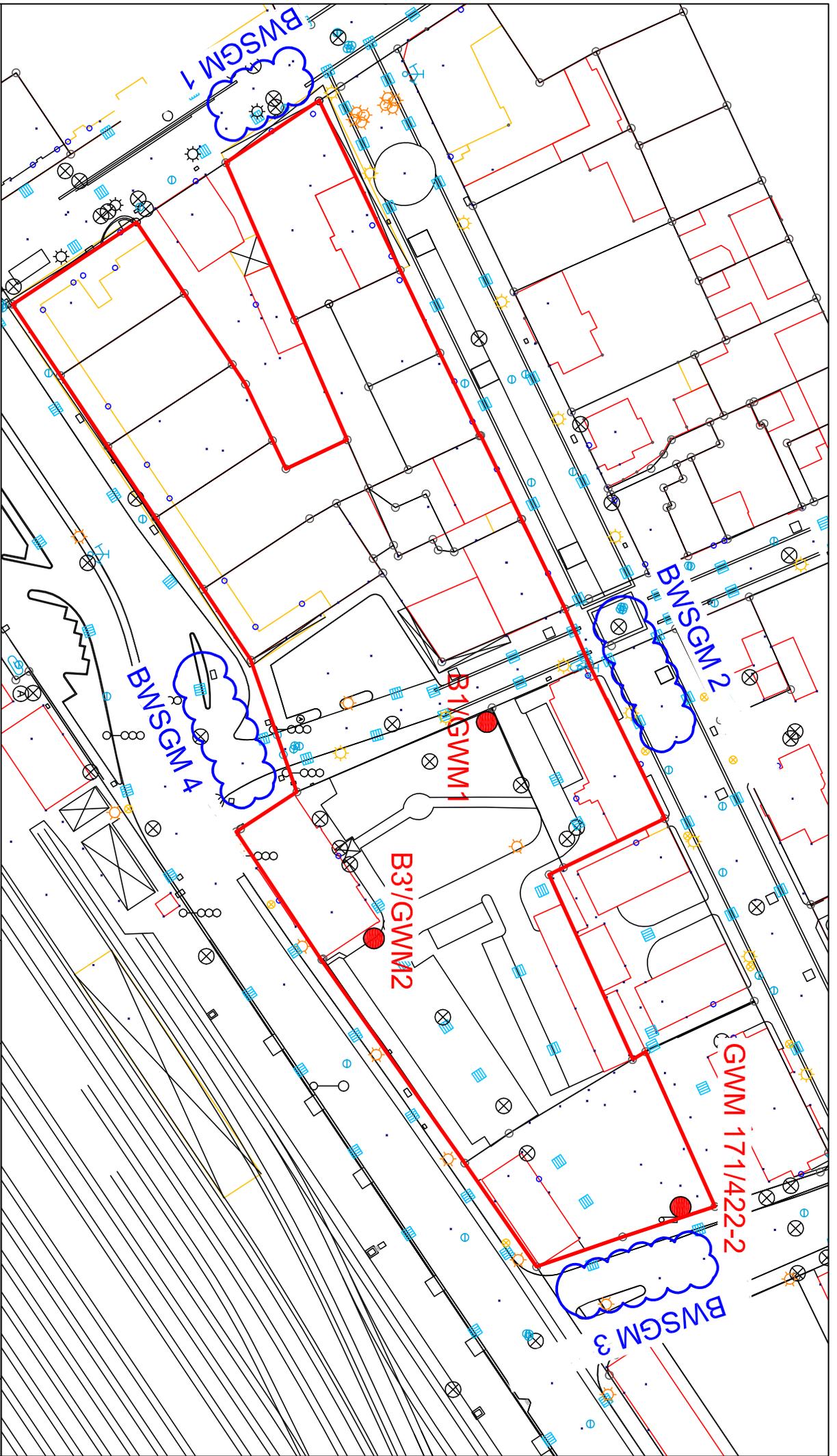
Zustellungsform: pers. Übergabe in der CLG-Servicestelle Nürnberg durch LGA

Probeneingang: 07.07.2015, CLG

Eingangsnr.: 1516798

Untersuchungszeitraum: 31.07.2015

Hauptsitz mit Labor: Goldellem 5 97453 Schonungen Telefon 09721/7576-0 Telefax 09721/7576-50 E-Mail: clg@labor-graser.de	Servicestelle Nürnberg: Christian-Hessel-Str. 1 90427 Nürnberg Telefon 0911/12076-200	Nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die Deutsches Akkreditierungssystem GmbH (DAkkS) akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung bezieht sich auf die in der Anlage zur Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.		 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-18015-01-00
---	--	--	---	--

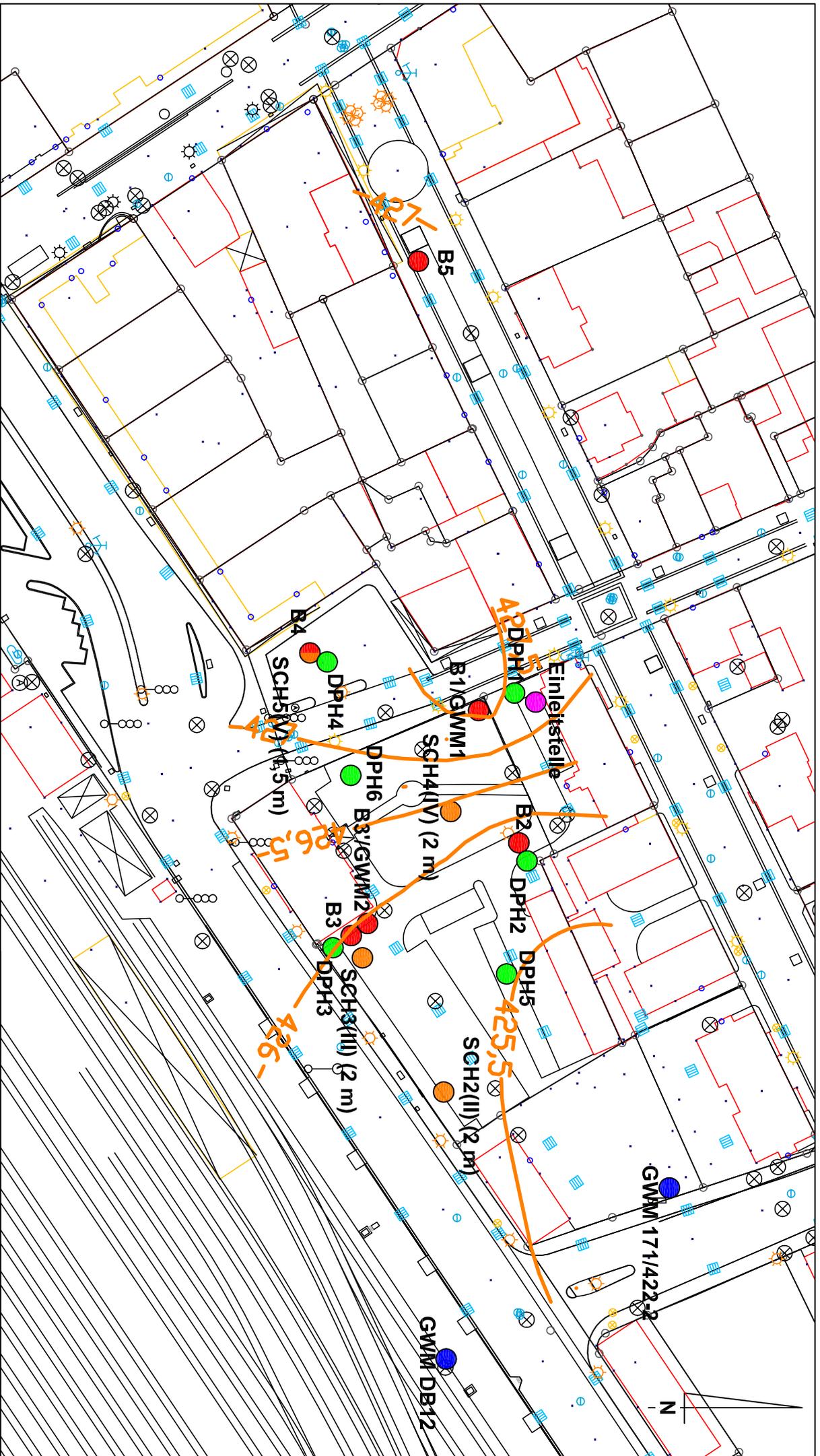


Legende:

 BWSGM 2 - Bereich für neue Beweissicherungsgrundwassermeßstelle Nr. 2

 GWM1 - Grundwassermeßstelle derzeit vorhanden

Projekt:	EDZ Singen	 <small>Environmental Consulting GmbH</small>
Auftraggeber:	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
Plan:	Lageplan der Grundwassermeßstellen für die Beweissicherung	Datum: 09.2015 Maßstab: 1 : 1 000 Blattgröße: A4 Anlage 9



Legende:

- DPH1 - dynamische Sondierung DPH 1
- SCH3 (2 m) - Schurf Nr. 3 (Tiefe ca. 2m u. GOK)
- B1 - Bohrung Nr. 1
- B4 - Handschachtung bei der Bohrung Nr. 4
- GWM1 - Grundwassermessstelle Nr. 1
- GWM DB12 - vorhandene Grundwassermessstelle

— 427 — - Isohypse - OK tragfähige Böden in [m ü NN]

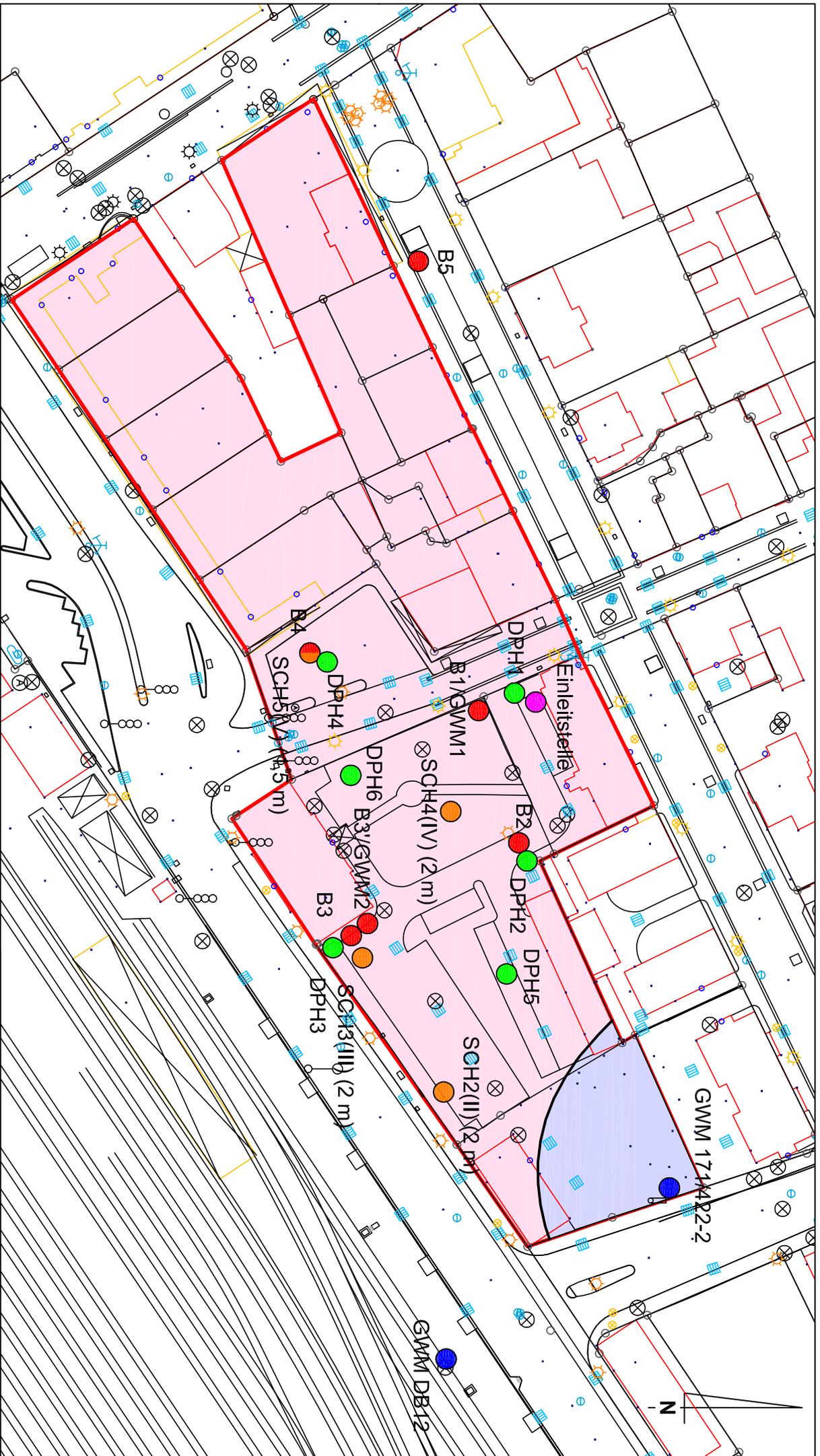
Projekt:	EDZ Singen
Auftraggeber:	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG
Plan:	Oberkante der tragfähigen Böden
<small> GCO15014/02 Datum: 09.2015 Maßstab: 1 : 1 000 Blattgröße: A4 Anlage 10 </small>	



- Legende:
- DPH1 - dynamische Sondierung DPH bis ca. 8 m u. GOK
 - SCH3 (2 m) - Schurf Nr. 3 (Tiefe ca. 2 m)
 - B1 - Bohrung Nr. 1
 - B4 - Handschachtung bei der Bohrung Nr. 4
 - GWM1 - geplante Grundwassermessstelle Nr. 1
 - GWM DB12 - vorhandene Grundwassermessstelle

- 420 - Isohypse OK bindige Böden in [m ü NN]
- ▲ - Archivbohrung

Projekt:	EDZ Singen	
Auftraggeber:	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
Plan:	Oberkante der bindigen Böden	Maßstab: 1 : 2 000 Blattgröße: A4 Anlage 11
Datum: 09.2015 GCO1501/4/02		



- Legende:
- DPH1 - dynamische Sondierung DPH bis ca. 8 m u. GOK
 - SCH3 (2 m) - Schurf Nr. 3 (Tiefe ca. 2 m)
 - B1 - Bohrung Nr. 1
 - B4 - Handschachtung bei der Bohrung Nr. 4
 - GWM1 - geplante Grundwassermessstelle Nr. 1
 - GWM DB12 - vorhandene Grundwassermessstelle

- - bindige Böden
- - nicht bindige Böden

Projekt:	EDZ Singen	
Auftraggeber:	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
Plan:	Verteilung der Böden im Gründungsbereich ca. 421,50 m ü NN	Maßstab: 1 : 1 000 Blattgröße: A4 Anlage 12

Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.	Fotographische Dokumentation	 Geotechnical Consulting Office
EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
GCO15014/02	Anlage 13.1	



1 m u. GOK

4 m u. GOK

5 m u. GOK

10 m u. GOK

11 m u. GOK

16 m u. GOK

Bild 1. Bohrung B2 – Bohrprofil 0 – 16 m u. GOK

Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.	Fotographische Dokumentation	 Geotechnical Consulting Office
EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
GCO15014/02	Anlage 13.2	



Bild 2. Steine aus dem Schurf Nr. SCH4(IV)



Bild 3. Schichtlagerung, Schurf Nr. SCH4(IV)



Bild 4. Stein, Durchmesser ca. 0,2 m



Bild 5. Schurf Nr. SCH2(II), aufgefülltes Keller