



BAUGRUND- UND GRÜNDUNGSGUTACHTEN

Titel: Bebauung Wolffstraße
 SI Serviceresidenzen GmbH
 in Rothenburg ob der Tauber

Auftraggeber: SI Serviceresidenzen GmbH
 Sernatingenstraße 19
 78351 Bodman-Ludwigshafen

Datum: 29. September 2020

Az.: 20 637 be01 hö/za

Verteiler: SI Serviceresidenzen GmbH

3-fach + pdf



INHALT

1	VORGANG	4
2	LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION	4
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	5
4	ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN	5
4.1	Schichtenaufbau des Untergrundes	5
4.2	Grundwasserverhältnisse	7
4.3	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
4.4	Chemische Laboruntersuchungen	9
4.5	Lage in der Erdbebenzone	10
4.6	Bodengruppen, Homogenbereiche, erdstatische Kennwerte	10
5	FOLGERUNGEN FÜR DIE GEPLANTE BAUMASSNAHME	12
5.1	Überblick über das geplante Bauvorhaben	12
5.2	Angaben zur Gründung	12
5.3	Erdarbeiten	15
5.4	Schutz des Bauwerks gegen Durchfeuchtung	16
5.5	Verkehrsflächen	17
6	VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER	18
7	SCHLUSSBEMERKUNGEN	19



ANLAGEN

Anlage 1

Pläne

- Anlage 1.1 Übersichtslageplan, M 1:25.000
- Anlage 1.2 Lageplan Erschließung mit Untersuchungspunkten, M 1:1000
- Anlage 1.3 Lageplan Bebauung mit Untersuchungspunkten, M 1:1000

Anlage 2

Ergebnisse der örtlichen Erkundungen

- Anlage 2.1 - 2.7 Bohr- und Rammprofile

Anlage 3

Bodenmechanische Laborversuche

- Anlage 3.1 Natürliche Wassergehalte
- Anlage 3.2 Zustandsgrenzen

Anlage 4

Geologischer Schnitt

- Schnitt A-A, M 1:100

Anlage 5

Geotechnische Berechnungen

- Anlage 5.1 Streifenfundamente
- Anlage 5.2 Einzelfundamente

Anlage 6

Chemische Laborversuche

- Analysenberichte Nr.
442/5069 - 442/5072



1 VORGANG

Die SI Serviceresidenzen GmbH plant den Neubau eines Seniorenzentrums in Rothenburg ob der Tauber. Eine Übersicht über die Lage der Baumaßnahme gibt der Lageplan der Anlage 1.1.

Im Zuge der Planung wurde die Geotechnik Aalen mit der Untersuchung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie der Beurteilung der Gründungsmöglichkeiten für die Bauvorhaben beauftragt. Grundlage für die Beauftragung war unser Honorarangebot 20637 an01 vom 21.08.2020.

Zur Bearbeitung standen uns neben unseren Archivunterlagen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Lageplan Baufelder, Stadt Rothenburg ob der Tauber, (ohne Datum)
- [2] Planung V3, Aeckerle Holzbau GmbH, Lauda-Königshofen vom 22.09.2020

Im Vorfeld der Außenarbeiten wurden von unserem Büro Leitungspläne bei den zuständigen Ver- und Entsorgern erhoben.

2 LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION

Das Bauvorhaben liegt am östlichen Stadtrand von Rothenburg ob der Tauber auf dem Flurstück Nr. 2608 auf einer Ackerfläche (Stand September 2020). Die Wolffstraße soll an die südlich gelegenen Baufelder des Neubaugebiets anschließen.

Nach der Geologischen Karte von Bayern, Blatt 6627 Rothenburg ob der Tauber, M 1:25.000 liegt das Baufeld im Bereich des Lettenkeupers, der durch Dolomitsteine gebildet wird. Diese wittern zu schluffig-tonigen Böden auf.

Die Keuperböden werden von quartären Deckschichten überlagert. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Lösslehme.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden im August und September 2020 insgesamt 7 Bohrsondierungen (BS 1 bis BS 7) im Rammkernbohrverfahren sowie 1 schwere Rammsondierung (DPH 1) ausgeführt. Die Bohrsondierungen wurden bis zur Geräteauslastung abgeteuft, während die Rammsondierung bei $N_{10} = 60$ beendet wurde.

Die Lage der Aufschlüsse berücksichtigt hierbei, dass vorgesehene Baufeld (AZ 20637) sowie das östlich angrenzende Baufeld (AZ 20437). Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden per GPS nach Lage und Höhe eingemessen. Ihre Lage kann den in Anlage 1.2 beigefügten Lageplänen entnommen werden.

Die aufgeschlossenen Bodenprofile wurden ingenieur- und umweltgeologisch aufgenommen und schichtenweise beprobt. Eine grafische Darstellung der Schichtenprofile kann der Anlage 2 entnommen werden. Eine Beschreibung des Untergrundes findet sich in dem Kapitel 4.1.

An charakteristischen Proben der anstehenden Böden wurden in unserem bodenmechanischen Labor die natürlichen Wassergehalte und Zustandsgrenzen ermittelt. Eine Zusammenfassung und Bewertung der Versuchsergebnisse findet sich im Kapitel 4.3.

Zur umwelttechnischen Beurteilung des anfallenden Aushubs wurden Proben der in den Bohrungen angetroffenen Böden sowie des Asphalts zur Analytik an ein externes chemisches Labor übergeben. Die Analyseergebnisse sind in der Anlage 6 beigefügt. Eine Zusammenfassung und Bewertung der Analyseergebnisse findet sich im Kapitel 4.4.

4 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN

4.1 Schichtenaufbau des Untergrundes

Die Bohrprofile und Rammdiagramme sind der Anlage 2 zu entnehmen. Grundsätzlich wurde der zu erwartende Aufbau erkundet, d.h. unter quartären Deckschichten folgt das Verwitterungsprofil und schließlich der Fels des Lettenkeupers. Die Grenzen von Quartär zu Lettenkeuper (umfasst Verwitterungsprofil und Fels) sind in den Profilen eingetragen.

Im betrachteten Baufeld (AZ 20637) wurden die Aufschlüsse BS 3, BS 4/DPH 1, BS 5 und BS 7 niedergebracht.



Ackerboden

Der Ackerboden weist eine Dicke von rd. 0,20 - 0,40 m auf.

Quartär

Die quartären Deckschichten wurden im betrachteten Baufeld in allen Bohrungen erkundet, jedoch mit schwankender Mächtigkeit. Während die Bohrung BS 7 die Deckschichten bis rd. 2,30 m u. GOK durchhörte, wurde das Quartär in der BS 5 nur bis 0,40 m u. Gel. erkundet.

Die quartären, bindigen Böden (Schluff/Tone) lassen sich aufgrund der überwiegend braunen und lokal dunkelgrauen Färbung vom Verwitterungsprofil abgrenzen.

In der Bohrung BS 3 wurde von 1,20 - 2,00 m u. Gel. ein schwach organischer, dunkelgrauer Schluff/Ton erkundet. Dieser ist vergleichbar mit dem Ton der östlich gelegenen Bohrung BS 6. Das Verwitterungsprofil ist durch die Deckschichten bereichsweise „ausgeräumt“, da in der Bohrung BS 3 lediglich eine 20 cm mächtiges Verwitterungsprofil folgt, welches in den Fels übergeht.

Die Konsistenz der Böden wurde oberflächennah aufgrund der Austrocknung als halbfest erkundet. Mit zunehmender Teufe wurden bereichsweise steifplastische Horizonte durchhörte. Die schwere Rammsondierung DPH 1 neben der Bohrung BS 4 zeigt dies durch relativ hohe Schlagzahlen von $N_{10} = 4 - 8$ im halbfesten Boden. Im Bereich der steifplastischen Konsistenz sinken die Schlagzahlen auf $N_{10} = 2 - 4$ je 10 cm Eindringtiefe.

Die quartären Böden verzahnen sich mit dem Verwitterungsprofil (vgl. unten).

Verwitterungsprofil Lettenkeuper

Es handelt sich beim Verwitterungsprofil um Schluffe bis Schluff/Tone mit hohem Sandanteil (feinsandig bis stark feinsandig). Die Farbe variiert von graubraun über grau bis ocker. Es findet sich als Kiesfraktion einzelne Dolomitstücke. Im Verwitterungsprofil sind Kiese und Steine aus Dolomit zu erwarten. Dies zeigt insbesondere die Bohrung BS 7 mit einem „kiesigen“ Aufwitterungshorizont am Übergang zum Fels von rd. 2,80 bis 3,60 m u. Gel.

Das Verwitterungsprofil des Keupers wurde in den Bohrungen BS 4, BS 5 und BS 7 als überwiegend halbfest - fest erkundet. Am Übergang zum Fels wurde in den Bohrungen BS 3 und BS 7 noch geringmächtige (≤ 20 cm Dicke) Lagen aus steif bzw. steif - halbfesten Böden erkundet.

Die schwere Rammsondierung DPH 1 neben der Bohrung BS 4 zeigt im Verwitterungsprofil einen stetigen Anstieg sowie einzelne Schlagzahlen-Spitzen.



Dies zeigt den abnehmenden Verwitterungsgrad sowie Dolomitstücke als Stein- und Kiesfraktion, die in der bindigen Matrix eingeschaltet sind.

Dolomitstein (Lettenkeuper)

Zuletzt wurde in allen Bohrungen der Dolomitstein erbohrt, so dass verfahrensbedingt kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich war. Auch die Rammsondierung DPH 1 bestätigt den Fels auf vergleichbarem Niveau mit der nächstgelegenen Bohrsondierung BS 4. Es handelt sich hierbei um mäßig harte bis harte Karbonatgesteine mit ähnlich variabler Färbung (ocker, grau, gelbbraun) vergleichbar mit dem Verwitterungsprofil.

Anhand der vorliegenden Aufschlüsse lässt sich die Oberkante des Festgesteins wie folgt ableiten:

Aufschluss	Geländeoberkante [mNN]	Felsoberkante [mNN]
BS 1	419,60	417,30
BS 2	419,40	417,40
BS 6	419,80	417,80
BS 4/DPH 1	420,22	417,30
BS 5	421,10	418,80
BS 7	420,90	417,25
BS 3	421,10	419,10

[Tab. 1: Erkundete Felsoberkante von Ost nach West]

Im betrachteten Baufeld, liegt die Felsoberkante im Süden (BS 4 und BS 7) bei rd. 417,30 mNN, während im Norden die Felsoberkante deutlich höher bei rd. 418,80 - 419,10 mNN (BS 3 und BS 5) liegt. Auch unter Berücksichtigung der benachbarten Bohrungen (AZ 20437) steigt die Felsoberkante nach Nordwest um bis zu rd. 1,50 - 1,80 m im betrachteten Baufeld an.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurden keine Wasserzutritte festgestellt. Ein geschlossener Grundwasserspiegel ist bei den angetroffenen Schichten nicht zu erwarten. Schicht-, Stau- und Sickerwasserführungen sind jahreszeitlich- und witterungsbedingt jedoch möglich. Im Fels kann es zu Kluftwasserzutritten kommen.



4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Natürliche Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1

Aus den natürlichen Bodenproben sowie einer Felsprobe wurden die natürlichen Wassergehalte bestimmt.

Die Quartärböden weisen natürliche Wassergehalte zwischen 13,2 und 30,8 % auf. Dies ist auf die steifplastische und halbfest - feste Konsistenz sowie die unterschiedlichen Bodenarten (Schluff, Ton) und organische Bestandteile zurückzuführen.

Im Verwitterungsprofil liegt der Wassergehalt überwiegend zwischen 8,4 bis 16,8 %, was sich mit der halbfest - festen Konsistenz der Feldansprache deckt.

Die untersuchte Felsprobe BS 2/2 weist einen Wassergehalt von 5,5 % auf und bestätigt damit den geringen Verwitterungsgrad.

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

An insgesamt 3 bindigen Proben wurden die Zustandsgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenzen) ermittelt. Die wesentlichen Ergebnisse der Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Die vollständigen Versuchsprotokolle können der Anlage 3.2 entnommen werden.

Probe	Schicht	Konsistenzzahl I_c	Zustandsform	Bodengruppe [DIN 18196]
BS 1/3	Verwitterungsprofil	1,13	halbfest (-fest)	TL
BS 4/2	Quartär	0,91	steif	TM
BS 7/3	Quartär	0,92	steif	TM

[Tab. 2: Zustandsgrenzen]



Das Verwitterungsprofil ist anhand der untersuchten Probe als leichtplastischer Ton (Bodengruppe TL) einzustufen. Die Quartär-Böden sind als mittelplastische Tone (Bodengruppe TM) einzustufen.

4.4 Chemische Laboruntersuchungen

Vier Mischproben (MP 1 - MP 4) der anstehenden, natürlichen Böden wurden zur orientierenden, chemischen Analytik an das akkreditierte Labor der Bioverfahrens- und Umweltanalytik GmbH, Markt Rettenbach übergeben. Die Zusammenstellung der Laborproben sowie der Analyseumfang kann der folgenden Tabelle entnommen werden.

Laborprobe	Einzelproben	Schicht	Analytik Umfang
MP 1	BS 1/2, 2/1	Verwitterungsprofil	Schwermetalle
MP 2	BS 5/3, 7/4	Verwitterungsprofil	Schwermetalle
MP 3	BS 4/1, 6/2	Quartär	Schwermetalle
MP 4	BS 3/1, 7/3	Quartär	Schwermetalle

[Tab. 3: Probenzusammenstellung und Analyseumfang der chemischen Laborversuche]

Natürliche Böden können erfahrungsgemäß geogen bedingte Belastungen aufweisen, welche für die Einstufung der Verwertung maßgebend sind. Daher wurde der Untersuchungsumfang auf Schwermetalle im Feststoff und Eluat begrenzt.

Die vollständigen Analyseberichte Nr. 442/5069 - 442/5072 können der Anlage 6 entnommen werden. Die relevanten Analyseergebnisse sind im Folgenden zusammengefasst und bewertet.

Die bei der Analytik im Hinblick auf die Zuordnungswerte der LAGA M20 (1997) in verwertungsrelevanten Konzentrationen nachgewiesenen Parameter sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Probe	Schicht	Verwertungsrelevante Parameter	Menge	Zuordnungsklasse [LAGA M20]
MP 1	Verwitterungsprofil	Chrom (gesamt) im Feststoff	57 mg/kg	Z1.1
MP 2	Verwitterungsprofil	keine verwertungsrelevanten Parameter		Z0
MP 3	Quartär	Nickel im Feststoff Chrom (gesamt) im Eluat	41 mg/kg 18 µg/l	Z1.1
MP 4	Quartär	keine verwertungsrelevanten Parameter		Z0

[Tab. 4: Ergebnisse der Analytik der natürlichen Böden]



Für die Böden des Quartärs und Verwitterungsprofils ist jeweils eine Probe als Z0- und eine Probe als Z1.1-Material einzustufen. Die erhöhten Chrom- und Nickel-Gehalte sind auf geogene bzw. naturbedingte Belastungen zurückzuführen. Ein Hinweis auf menschlich verursachten Schadstoffeintrag liegt uns nicht vor.

Das Aushubmaterial wird letztendlich eine Mischung der Böden darstellen. Visuell und damit baupraktisch kann keine Unterscheidung zwischen Z0- und Z1.1-Böden erfolgen. Für eine repräsentative Deklarationsanalytik des Aushubmaterials sind daher im Rahmen der Aushubarbeiten Haufwerke zu bilden und gemäß LAGA PN 98 zu beproben.

4.5 Lage in der Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998:2010-12 (EC 8, Abs. 3.2.1) „müssen die nationalen Territorien von den nationalen Behörden je nach örtlicher seismischer Gefährdung in Erdbebenzonen unterteilt werden“. Gem. DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (Nationaler Anhang zum EC 8) gelten diesbezüglich die im Bild NA.1 dargestellten Erdbebenzonen. Eine ortsgenaue Zuordnung der Erdbebenzone kann zudem beim Helmholtz-Zentrum (Deutsches Geoforschungszentrum Potsdam) abgefragt werden. Diese Angabe bezieht sich jeweils auf die Ortsmitte, was den Angaben im EC 8 („Definitionsgemäß wird die Gefährdung innerhalb jeder Zone als konstant angenommen.“) entspricht.

Das hier betrachtete Baufeld gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte von Rothenburg ob der Tauber (PLZ: 91541) liegt in keiner Erdbebenzone.

4.6 Bodengruppen, Homogenbereiche, erdstatische Kennwerte

Auf der Grundlage der Feldansprache und der klassifizierenden Laboruntersuchungen werden den anstehenden Böden folgenden Bodengruppen nach DIN 18 196 zugeordnet:

Schichtbereich	Bodengruppe [DIN 18 196]
Ackerboden	OU, OT
<u>Quartär</u> Schluff/Ton bis Ton	TM, TA
<u>Verwitterungsprofil Lettenkeuper</u> Schluff/Ton bis Schluff Kies	TL, TM, GU, GU* ¹⁾



[Tab. 5: Bodengruppen]

¹⁾ am Übergang zum Fels lokal vermehrt kiesig (stark verwitterter Fels).

Folgende Homogenbereiche werden für die Schichten unterhalb des Oberbodens gemäß DIN 18300 für Erdarbeiten festgelegt. Wenn keine Laborversuche zur Verfügung stehen, beruhen die Angaben auf Literatur- und Erfahrungswerten sowie den Feldbeobachtungen.

Homogenbereich H I: Quartär, Verwitterungsprofil Lettenkeuper
 H II: Dolomitstein (Lettenkeuper)

	H I Quartär, Verwitterungsprofil Lettenkeuper
Korngrößenverteilung (Feinkornanteil)	50 - 75 Gew.-% lokal am Übergang zum Fels: 10 - 30 Gew.-%
Massenanteil Steine, Blöcke	< 10 % Steine
Dichte	1,9 - 2,1 t/m ³
undrÄnierte Scherfestigkeit [c _u]	60 - 250 kN/m ²
Wassergehalt [w _n]	5 - 30 %
Plastizitätszahl [I _p]	10 - 30 %
Konsistenzzahl [I _c]	0,50 - 1,25
Lagerungsdichte [I _D]	überwiegend bindig geprägt
organischer Anteil	0 - 5 %

[Tab. 6: Homogenbereich I, Lockergestein/Boden]

	H II Dolomitstein (Lettenkeuper)
Benennung von Fels	Dolomitstein
Dichte	2,3 t/m ³
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	angewittert bis unverwittert nicht veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm ²]	25 - 50
Trennflächen	eng- bis mittelständig

[Tab. 7: Homogenbereich II, Festgestein]

Den bautechnisch relevanten Schichten können unter Berücksichtigung der DIN 1055 sowie nach der Erfahrung die nachfolgenden, charakteristischen erdstatischen Kennwerte zugewiesen werden:

Schichtbereich	Wichte [kN/m ³]		Reibungs- winkel [°] φ'_k	Kohäsion [kN/m ²] c'_k	Steifemodul [MN/m ²] $E_{s,k}$
	γ	γ'			
<u>Quartär</u>					
Schluff/Ton bis Ton, steif	19	9	20 - 22,5	5	5
Schluff/Ton, halbfest - fest	21	11	20 - 22,5	10 - 15	8 - 10
<u>Verwitterungsprofil Lettenkeuper</u>					
Schluff/Ton, steif - halbfest	19 - 20	9 - 10	22,5	5 - 10	6 - 10
Schluff/Ton bis Schluff, halbfest - fest	21	11	22,5	10 - 15	10 - 15
Kiese, schwach schluffig bis schluffig	21	11	32,5	0 - 2	30 - 50
Dolomitstein (Lettenkeuper)	23	13	35	≥ 25 ¹⁾	≥ 100

[Tab. 8: charakteristische erdstatische Kennwerte]

¹⁾ schwankt in weiten Bereichen in Abhängigkeit der Klüftung, Schichtung und Beanspruchungsrichtung; die Annahme eines Wertes von $c' = 25$ kN/m² liegt i. d. R. auf der sicheren Seite.

5 FOLGERUNGEN FÜR DIE GEPLANTE BAUMASSNAHME

5.1 Überblick über das geplante Bauvorhaben

Es ist ein c-förmiges Seniorenzentrum mit insgesamt vier Geschossen ohne Unterkellerung vorgesehen. Die EGFH = +/- 0,00 liegt bei 421,00 m NN.

5.2 Angaben zur Gründung

In Anlage 4 ist der Schnitt A-A zur Visualisierung des Bauwerks im Untergrund beigefügt. Nach den Bohrungen ist im Baufeld das Festgestein des Lettenkeupers (Dolomitstein) im Norden in einer Tiefe von rd. 2,00 - 2,30 m u. Gel. und im Süden tiefer bei rd. 2,90 - 3,70 m u. Gel. zu erwarten.

Aufgrund der vier geschossigen Bauweise sind hohe Bauwerkslasten zu erwarten, so dass es erforderlich wird die Gründung im Dolomitstein abzusetzen. Der Fels stellt einen gut tragfähigen, setzungsarmen Baugrund dar.

Die Abstände zwischen der EGFH und dem erbohrten Dolomitstein sind nachfolgend tabellarisch unter Berücksichtigung der nächstgelegenen Aufschlüsse zusammengestellt.

Aufschluss	EGFH = 421,00 mNN	
	OK Fels [mNN]	Höhendifferenz ¹⁾ [m]
BS 3	419,10	1,90
BS 5	418,80	2,20
BS 7	417,25	3,75
BS 4/DPH 1	417,30	3,70

[Tab. 9: erkundete OK Fels (Dolomitstein) und Abstand zu EGFH]

¹⁾ Plattenstärke, Dämmung, Fundamenttiefe etc. nicht berücksichtigt.

Um den Fels zu erreichen, wird eine vertiefte Flachgründung auf Betonplomben empfohlen. Hierbei werden die bewehrten Fundamente mit Magerbeton bis auf den Fels tiefer geführt. Nach Tabelle 9 ergeben sich ab EGFH = 421,00 mNN im Norden Höhendifferenzen zwischen 1,90 - 2,20 m und im Süden Höhendifferenzen zwischen 3,70 - 3,75 m, die ab UK Fundament durch Plomben zu überbrücken sind. Lokale Abweichungen mit kleinerem oder größerem Abstand sind u.a. aufgrund natürlicher Schwankungen der Schichtgrenzen sowie der punktuellen Aufschlüsse auch über die genannten Minimal- und Maximalwerte hinaus möglich.

Die rechnerische Abschätzung in Bezug auf Grundbruchsicherheit und Setzungen für eine Flachgründung mittels vertieften Einzel- und Streifenfundamenten erfolgt mit dem Programm GGU-Footing, Version 9.03 vom 15.01.2020. Die Berechnung wird nach EC 7 für die ständige Bemessungssituation BS-P durchgeführt. Der Anteil an veränderlicher Last wird mit 50 % angenommen. Die Berechnungsergebnisse sind als Anlagen 5.1 - 5.2 beigefügt. Hierbei wird eine Mindesteinbindung der Gründung von 0,60 m ab OK Bodenplatte sowie ein Absetzen auf dem Fels berücksichtigt.

Es können nach den durchgeführten Berechnungen unter Einhaltung der zu Grunde liegenden Geometrieangaben bei lotrecht mittiger Belastung folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstands für die Fundamente bei Auflagerung auf dem Dolomitstein in Ansatz gebracht werden:

- Streifenfundament, Einbindung $t \geq 0,6 \text{ m}$ (s. Anlage 5.1)
 $\sigma_{R,d} = 500 \text{ kN/m}^2$



- Quadratisches Einzelfundament, Einbindung $t \geq 0,6$ m (s. Anlage 5.2)
 $\sigma_{R,d} = 800$ kN/m²

Unter voller Ausnutzung der Sohlpressung ergeben sich rechnerische Setzungen von rd. 0,5 - 1 cm (vgl. Anlage 5.1 - 5.2).

Um die Betonmengen durch die Tieferführung der Fundamente zu reduzieren, wird empfohlen, Streifenfundamente balkenartig auszubilden auf einzelnen, „einzelamentartigen“ Plomben abzusetzen. Letztere können rechnerisch wie Einzelfundamente (vgl. oben) betrachtet werden. Die Abstände und Dimensionen der Plomben sind vom Tragwerksplaner festzulegen.

Im Endzustand ist eine Einbindung von Gründungen von mindestens 1,00 m zur Frostsicherheit sicherzustellen, d.h. die Außenfundamente müssen mindestens 1,00 m in das spätere Gelände einbinden. Ggf. sind ergänzend Frostschrägen anzulegen.

Es ist derzeit davon auszugehen, dass die Plomben aufgrund der bindig geprägten Böden ohne seitliche Stützung hergestellt werden können. Es ist aber nach Aushub bis auf den Fels eine sofortige Wiederverfüllung des hergestellten Hohlraums mit Beton sicherzustellen. Sollte verstärkt Material seitlich nachrutschen, so können Einzelfundamente/Plomben z.B. im Schutz von Schachtringen, erstellt werden.

Bei Beachtung der vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen und bei fachgerechter Ausführung führen o. g. Setzungen nicht zu Schäden an der Konstruktion und liegen in einem normalen Bereich. Setzungsunterschiede können in vergleichbarer Größenordnung auftreten und sind entsprechend zu berücksichtigen. Leichte, die Standsicherheit nicht beeinträchtigende Risse, insbesondere im Übergang von gering belasteten Bereichen zu hoch beanspruchten Bauteilen sowie in den Sohlplatten, sind mit Sicherheit nicht ganz auszuschließen und üblicherweise mit Rücksicht auf eine wirtschaftliche Fundierung und Konstruktion in Kauf zu nehmen. Die Verträglichkeit der Verformungen ist hinsichtlich der Nutzung planerisch zu prüfen.

Die Bodenplatte ist entsprechend ihrer Nutzung zu bemessen und nutzungsabhängig auf einer Tragschicht aufzulegen. Die Belange der Abdichtung sind zusätzlich zu beachten (vgl. Abschnitt 5.4).



5.3 Erdarbeiten

Die Erdarbeiten sind generell unter Berücksichtigung der Vorgaben der ZTV E-StB, DIN 4123 und DIN 4124 durchzuführen.

Bei ausreichenden Platzverhältnissen, nicht durchströmten Böschungen und keiner Beeinflussung der Böschungsstandsicherheit durch Verkehr und / oder Erschütterungen können nach DIN 4124 für Baugruben (z. B. für Leitungsräben) freie Böschungen bis zu einer Höhe von 5 m mit nachfolgenden maximalen Böschungswinkeln β angelegt werden:

Schluff, Ton, mindestens steif	$\beta \leq 60^\circ$
Fels	$\beta \leq 80^\circ$

Ggf. müssen Böschungen im „kiesigen“ Felsaufwitterungshorizont (vgl. BS 7) zwischen den bindigen Horizonten und dem Fels auf 45° abgeflacht werden, wenn der kiesig/steinige Anteil überwiegt. Nach den Bohrungen wurde dies lediglich in der Bohrung BS 7 erkundet. Weitere „kiesige“ Aufwitterungshorizonte sind jedoch nicht auszuschließen.

Nach Tabelle 4 der DIN 18196 sind die angetroffenen Böden stark witterungs- und frostempfindlich und neigen bei Wasserzutritt in Verbindung mit dem Baubetrieb zum Aufweichen und Verbreiten. Auf gefrorenem Boden darf nicht gegründet werden. Die Erdarbeiten sollten grundsätzlich nicht vor einer zu erwartenden Regen- oder Frostperiode beginnen.

Ackerboden sowie stärker durchwurzelte Bereiche sind in den Endaushubebenen im Einflussbereich von Bebauungen, Wegen etc. zu entfernen. Aufgelockerte, aufgeweichte oder in anderer Weise entfestigte Zonen in den Endaushubebenen sind im Hinblick auf den Baubetrieb und die spätere Auflagerung von Bodenplatten zu entfernen und durch Austauschmaterial oder ggf. Differenzbeton zu ersetzen. Aushubbedingte Auflockerungen sind ebenfalls sorgfältig zu beseitigen. Bei Bodenaustauschmaßnahmen ist ein seitlicher Überstand in Schichtstärke zur Berücksichtigung der Lastausbreitung im Boden einzuhalten.

Toniges und schluffiges Aushubmaterial ist für den Wiedereinbau erfahrungsgemäß nur nach Aufbereitung (Zerkleinerung, Trocknung, Wasserzugabe, Bindemittelbeigabe o.ä.) geeignet. Ohne Aufbereitung sind diese Erdstoffe verdichtungsunwillig und müssen abtransportiert werden.

Für die Gründungsarbeiten des Bauwerks ist die Gründung auf dem Fels abzusetzen, so dass keine Zusatzmaßnahmen zum Lösen erforderlich werden.



Der Dolomitstein wird aufgrund der fehlenden Unterkellerung nur bei tieferen Erdarbeiten (Leitungsgräben o. ä.) gelöst werden müssen. Dieser ist nur schwach verwittert und wird Zusatzaufwendungen zum Lösen (z. B. Meißelarbeiten) erfordern. Bei einer Wiederverwertung wird eine Zerkleinerung (z. B. Brecheranlage) erforderlich. Zudem wird sich beim Lösen ein geologisch bedingter Mehraushub ergeben, der entsprechend mit verdichtungswilligem Material (vgl. unten) auszugleichen ist.

Für Arbeitsraumverfüllungen und Geländeaufschüttungen ist die Qualität des verwendeten Materials und der Verdichtung je nach vorgesehener Nutzung festzulegen. Für Bereiche mit Verformungsbegrenzungen kann ein Material der Bodengruppen SE, SW, SI, GE und GW gem. DIN 18 196 verwendet werden. Für Bodenaufhöhungen ist eine Proctordichte $D_{pr} \geq 95\%$ (SE, GE mit Ungleichförmigkeitszahl $U \leq 3$) bzw. $D_{pr} \geq 98\%$ (SE, SW, SI, GE, GW mit $U > 3$) nachzuweisen. Der Bodeneinbau ist lagenweise verdichtet herzustellen. Die Dicke der einzelnen Lagen, die rd. 0,25 - 0,35 m nicht überschreiten darf, ist letztendlich in Abhängigkeit vom eingesetzten Verdichtungsgerät und Material festzulegen.

Für Baustraßen und als Arbeitsebene ist aufgrund der bindig geprägten Böden ein Aufbau von mindestens 30 cm z. B. aus Schroppen vorzusehen.

Es wird empfohlen, zu Beginn der Gründungsarbeiten die Baugrundverhältnisse vom Baugrundgutachter überprüfen zu lassen.

5.4 Schutz des Bauwerks gegen Durchfeuchtung

Grundwasser wurde nicht erkundet. Aufgrund des nicht versickerungsfähigen Baugrunds (vgl. Abschnitt 6), kann sich jedoch Wasser anstauen.

Für eine Abdichtung der erdberührten Bauteile kann in Verbindung mit Dränagen die Wassereinklassung W1.2-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung) nach DIN 18533, Teil 1 angegeben werden. Das anfallende Dränagewasser ist dauerhaft rückstaufrei abzuleiten. Direkt unterhalb von Bodenplatten ist hier zum Schutz vor Bodenfeuchte eine mindestens 20 cm dicke kapillarbrechende Sohlfilterschicht anzuordnen. Die oberste Tragschicht-Lage muss dabei eine Dicke von wenigstens 20 cm und eine Durchlässigkeit von $k_f > 1 \times 10^{-4}$ m/s aufweisen. Diese Dränschicht ist mit Hilfe entsprechender Ableitungen (Teilsickerrohre) mit der umlaufenden, dauerhaft rückstaufreien Dränage, ggf. über Rohrdurchführungen in Fundamenten und Frostschrüzen, hydraulisch zu verbinden.



Für Arbeitsraumverfüllungen gilt obige Anforderung bzgl. der Durchlässigkeit gleichermaßen. Alternativ sind z. B. Sickersteine an den Wänden anzuordnen.

Die Zulässigkeit einer Dränierung ist im Vorfeld planerisch mit der Genehmigungsbehörde abzuklären.

Bei einer Abdichtung des Bauwerks ohne Dränagen, hängt die Wassereinwirkungsklasse von der Einbindung der untersten Abdichtungsebene bezogen auf das spätere Gelände ab. Die DIN 18533, Teil 1 gibt die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe) an, was nach den vorliegenden Planunterlagen auch im Endzustand aufgrund der fehlenden Unterkellerung eingehalten wird.

Die Abdichtungsart ist nach der Wassereinwirkungsklasse in Verbindung mit der planerisch festzulegenden Rissklasse, Verformungsklasse und Raumnutzungsklasse nach DIN 18533 zu wählen.

Der Bemessungswasserstand liegt bei einer Abdichtung in Verbindung mit Dränagen auf der Dränebene, sonst auf der späteren Geländeoberkante.

Rohrdurchführungen, baubedingte Öffnungen usw. sind in das letztendliche Abdichtungskonzept mit einzubeziehen.

Das unmittelbar um das Gebäude liegende Gelände ist unter Beachtung der umliegenden Bebauung mit bauwerksabgewandtem Gefälle auszubilden, um einen oberirdischen Zulauf von Wasser an den Neubau auszuschließen.

5.5 Verkehrsflächen

Verkehrsflächen (z. B. Zufahrtstraßen, Stellplätze) sind nach den Vorgaben der „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO 12) zu planen und aufzubauen.

Die Anforderungen an den frostsicheren Gesamtaufbau sowie die Verdichtung der Tragschichten für die befestigten Außenanlagen hängen von der Verkehrsbelastung und Befestigungsart (z. B. Pflaster oder Asphalt) ab, was planerisch festzulegen ist.

Für die Verkehrsflächen kann voraussichtlich die Belastungsklasse Bk 0,3 (PKW-Verkehr) nach RStO 12 angesetzt werden. Dies ist planerisch zu prüfen. Ggf. sind nachfolgende Angaben im Zuge der Planung anzupassen. Damit ergibt sich mit im Planumbereich anstehenden Böden der Frost-

empfindlichkeitsklasse F3 sowie der Frosteinwirkungszone II eine Mindestmächtigkeit für den Gesamtaufbau (Befestigung + Tragschicht) von 55 cm. Für Feuerwehrezufahrten und Stellflächen sind zusätzlich die Angaben der DIN 14090 zu beachten.

Für nicht befahrene, befestigte Flächen (z. B. Hof) kann der Gesamtaufbau in Anlehnung an die RStO 12 (Geh- und Radwegbau) auf 40 cm reduziert werden.

Auf dem Planum unterhalb des frostsicheren Oberbaus ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen, was bei den oberflächennah bindigen Böden nicht vorausgesetzt werden kann. Folglich ist eine Ertüchtigung des Planums erforderlich. Hierfür wird ein Bodenaustausch von mindestens 30 cm empfohlen. Alternativ kann für das Planum bei unzureichender Tragfähigkeit eine Bodenverbesserung mit einem Mischbindemittel (Kalk-Zement-Gemisch) erfolgen.

Im Bereich von Geländeaufschüttungen oder Arbeitsraumverfüllungen ist die Einbauqualität so zu wählen, dass keine zusätzliche Ertüchtigung des Planums erforderlich wird.

Die Tragfähigkeiten des Planums und der Tragschicht sind mit statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18134 lagenweise zu überprüfen.

Das Erdplanum ist mit einem Gefälle herzustellen und dauerhaft rückstaufrei zu entwässern, da die Schichten bindig geprägt sind, so dass kein versickerungsfähiges Planum vorhanden ist (vgl. Kapitel 6).

6 VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER

Die angetroffenen bindig geprägten, natürlichen Schichten mit hohen Feinkornanteilen weisen nach den Vorgaben des Arbeitsblattes DWA A 138 des „Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.“ (DWA) für eine Versickerung eine zu geringe Durchlässigkeit auf. Eventuelle Sickermöglichkeiten über Klüfte im tieferen Untergrund (Fels) sind nur unregelmäßig vorhanden. Die Ableitung dort wäre insofern nicht sichergestellt.

Anfallendes Dränwasser aus der Bauwerksdränage bei einer Abdichtung in Verbindung mit Dränaugen (vgl. Abschnitt 5.4) ist bei den erkundeten, bindig geprägten Böden nur in geringen Mengen und zeitlich begrenzt zu erwarten. Denkbar wäre daher ein Anschluss der Dränage an einen Sicker-



schacht („Stuttgarter Modell“) mit rückstaufreiem Notüberlauf an den Kanal. An der Schachtsohle ist i. d. R. eine 1 m mächtige Sickerpackung (z. B. Körnung 16/32) als Retentionsraum einzubauen.

Restliches Oberflächenwasser (z. B. Dachwasser) sollte bei den zu erwartenden hohen Mengen rückstaufrei in den Kanal abgeleitet werden.

Die Entwässerung ist mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

7 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untergrundverhältnisse wurden durch 7 Bohrsondierungen und 1 schwere Rammsondierung erkundet und unter Hinzuziehung der örtlichen Kenntnisse der geologischen Verhältnisse beschrieben und beurteilt.

Wir weisen darauf hin, dass es sich hierbei um punktuelle Aufschlüsse handelt und Abweichungen vom hier beschriebenen Befund nicht ausgeschlossen werden können, womit eine ständige und sorgfältige Kontrolle der bei den Erd- und Gründungsarbeiten angetroffenen Verhältnissen und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten unerlässlich sind.

Bei Problemen während der Bauausführung, welche auf den geologischen Aufbau des Untergrundes zurückzuführen sind, ist der Baugrundgutachter hinzuzuziehen.

Für die Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG:



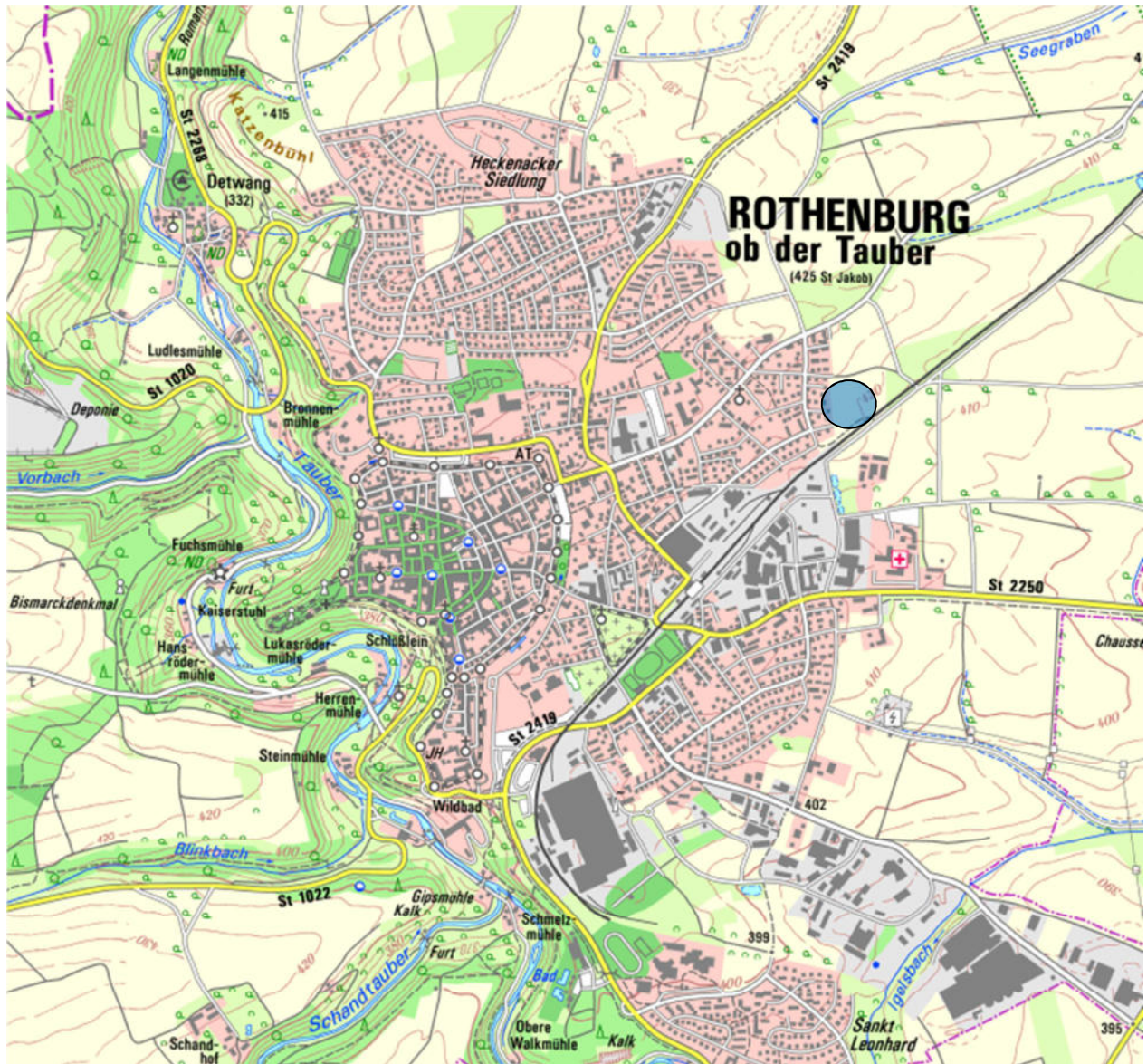
Dipl.-Geol. W. Höffner

Sachbearbeiter:


M. Sc. F. Zahn

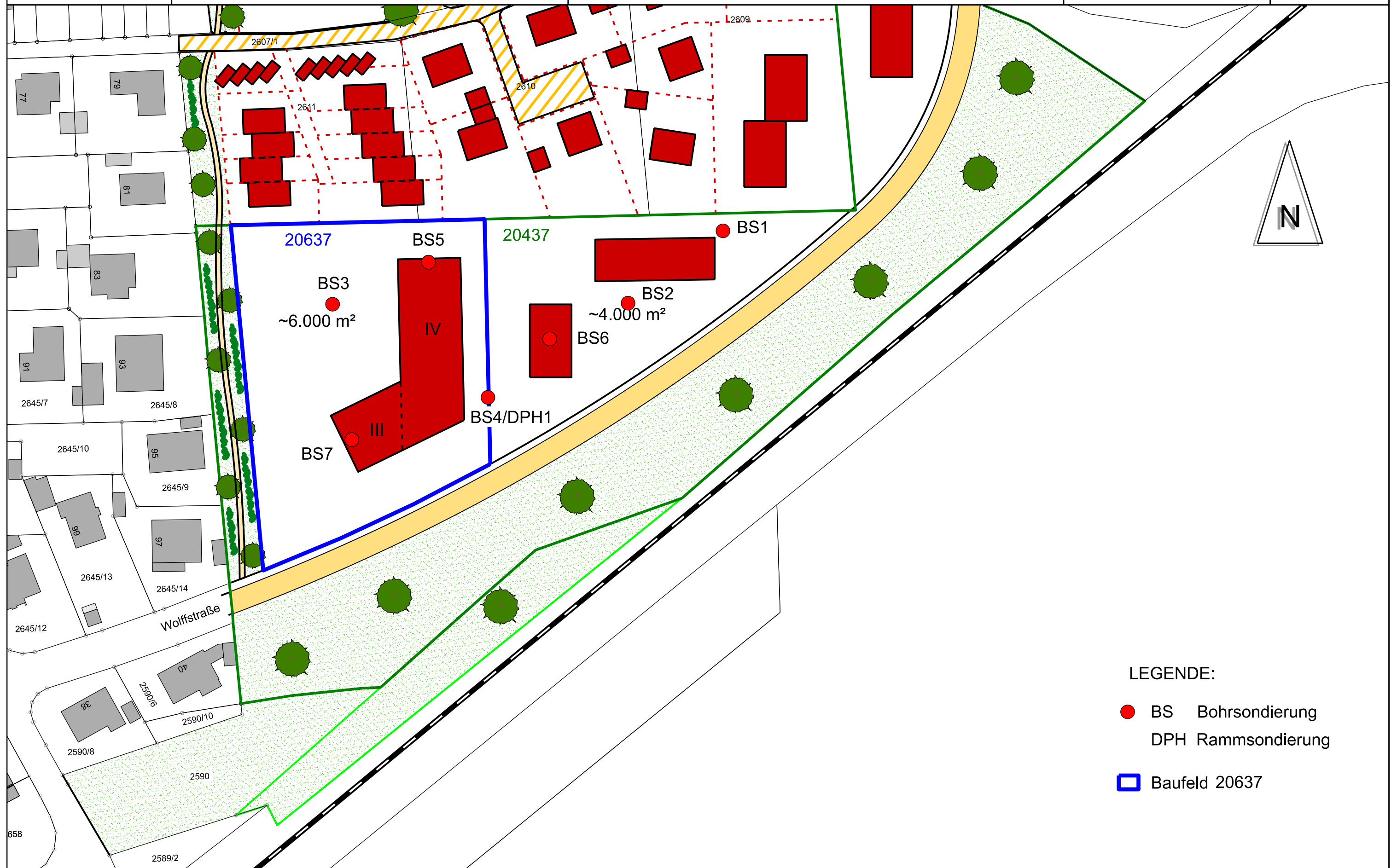
ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 25



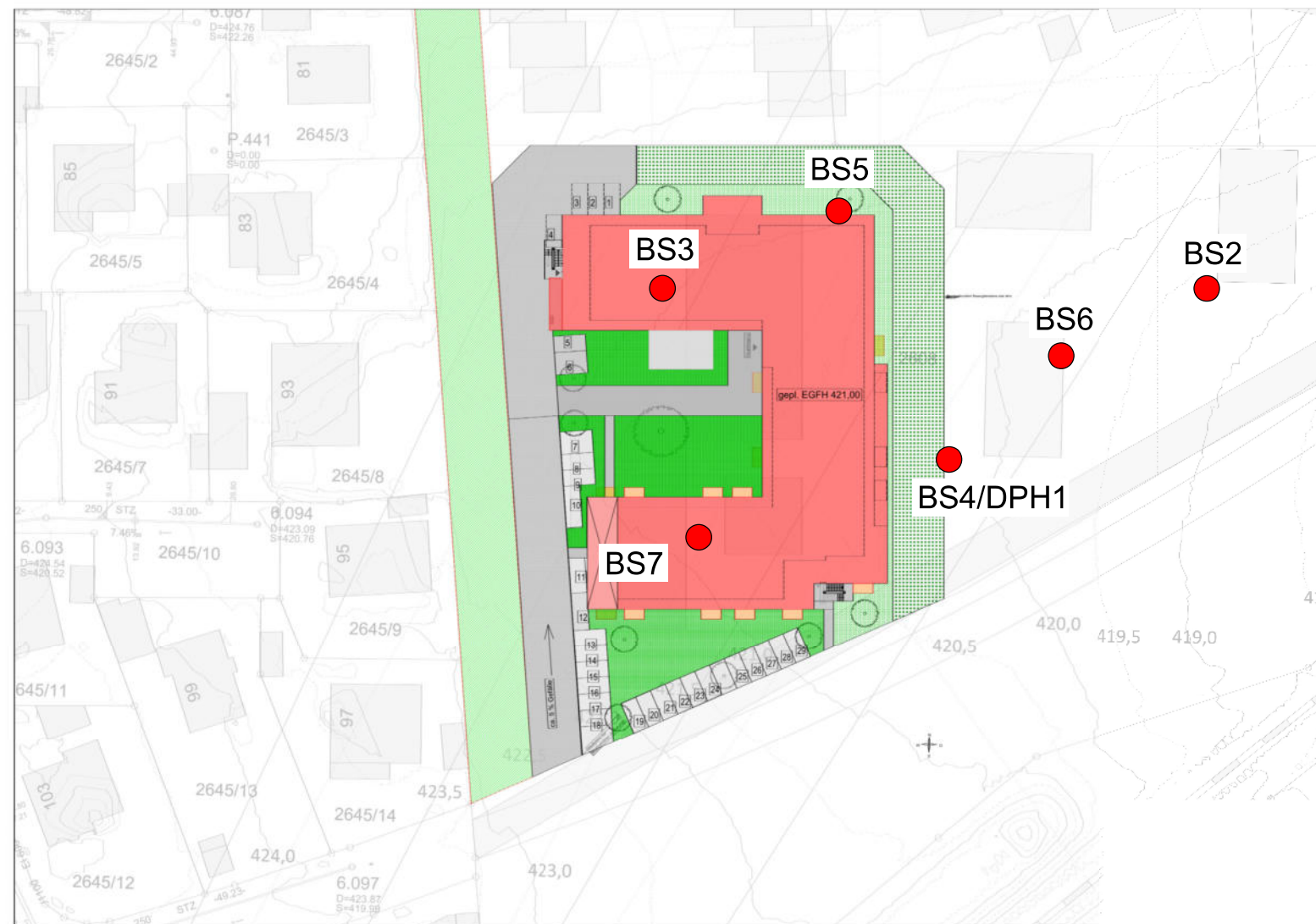
Legende:

 Untersuchungsgebiet

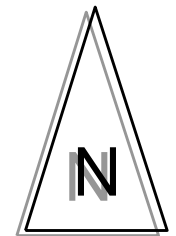


LEGENDE:

- BS Bohrsondierung
- DPH Rammsondierung
- Baufeld 20637



BS1



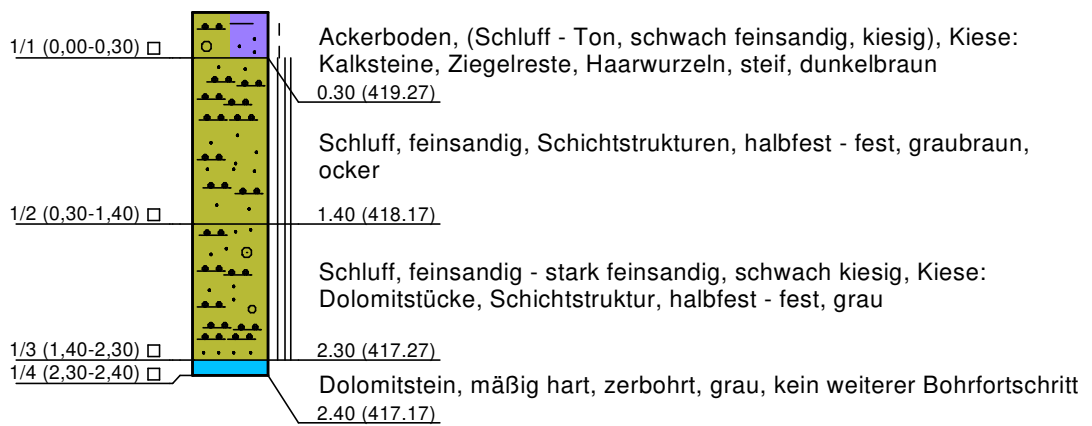
LEGENDE:

- BS Bohrsondierung
- DPH Rammsondierung

BS 1

419,57 m NN

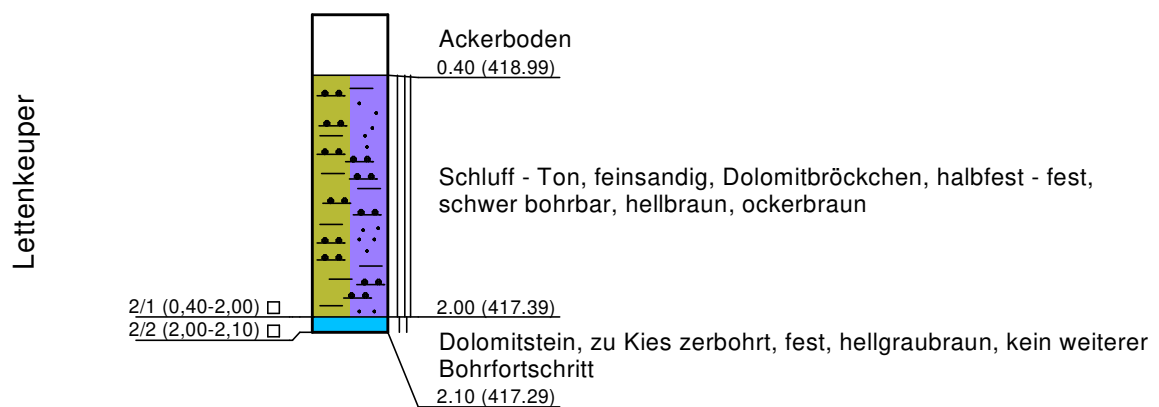
Lettenkeuper



03.09.2020/F. Zahn/M 1: 50

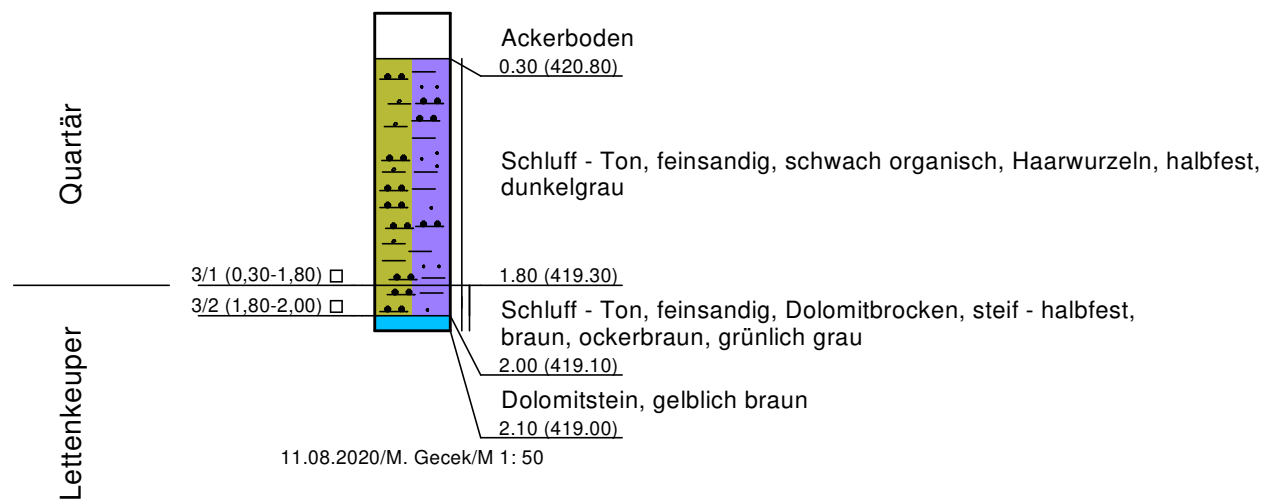
BS 2

419,39 m NN



BS 3

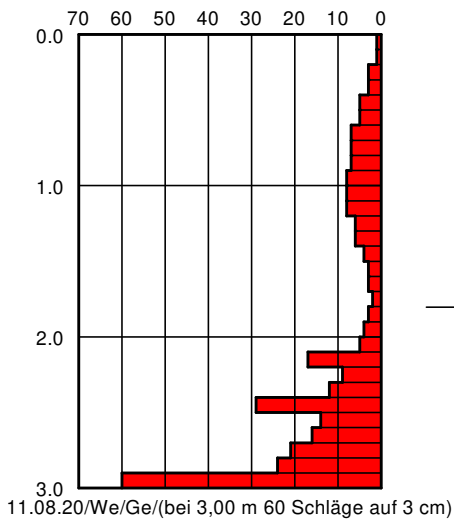
421,10 m NN



DPH 1

420,22 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

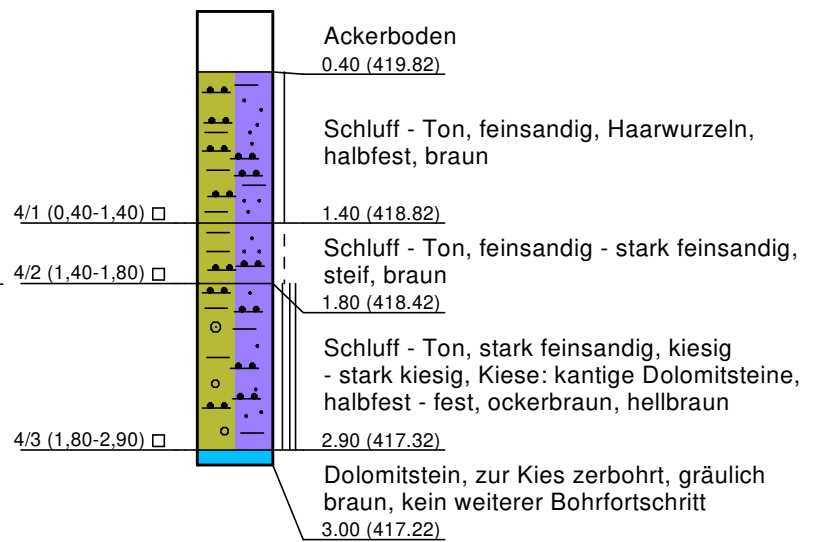


BS 4

420,22 m NN

Quartär

Lettenkeuper



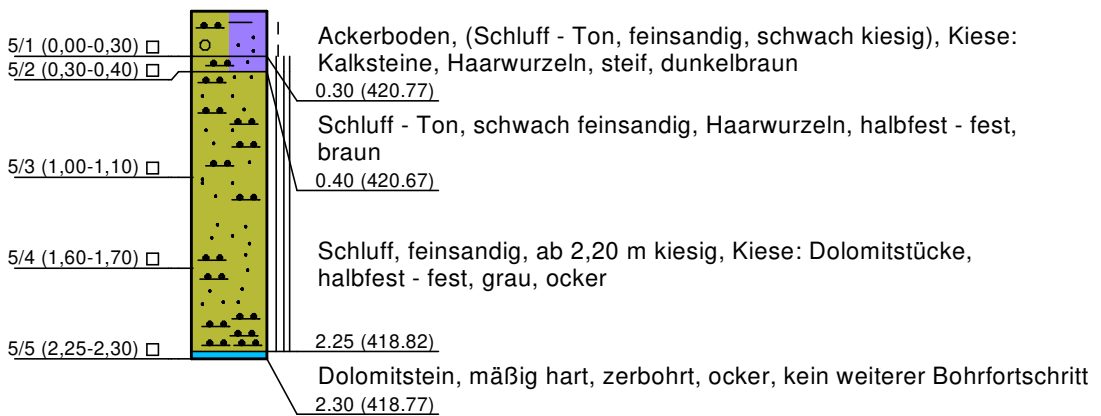
11.08.2020/M. Gecek/M 1: 50

BS 5

421,07 m NN

Quartär

Lettenkeuper

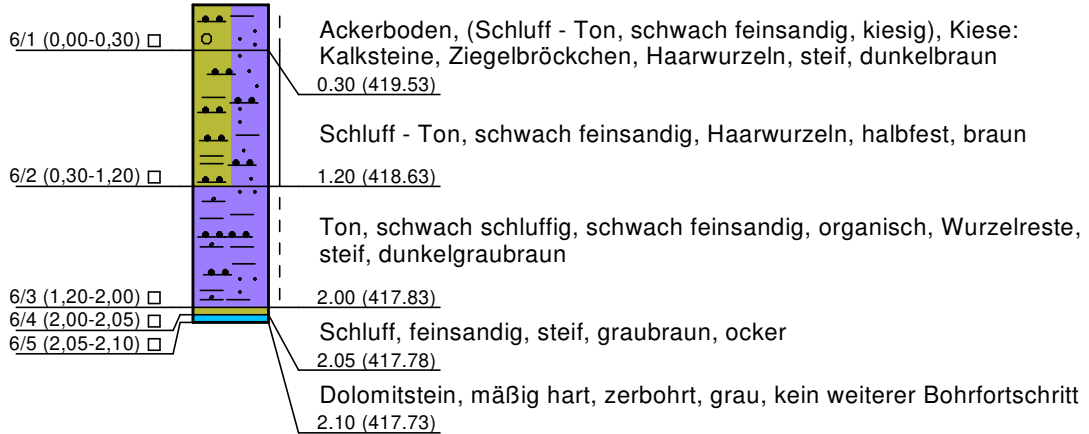


03.09.2020/F. Zahn/M 1: 50

BS 6

419,83 m NN

Quartär

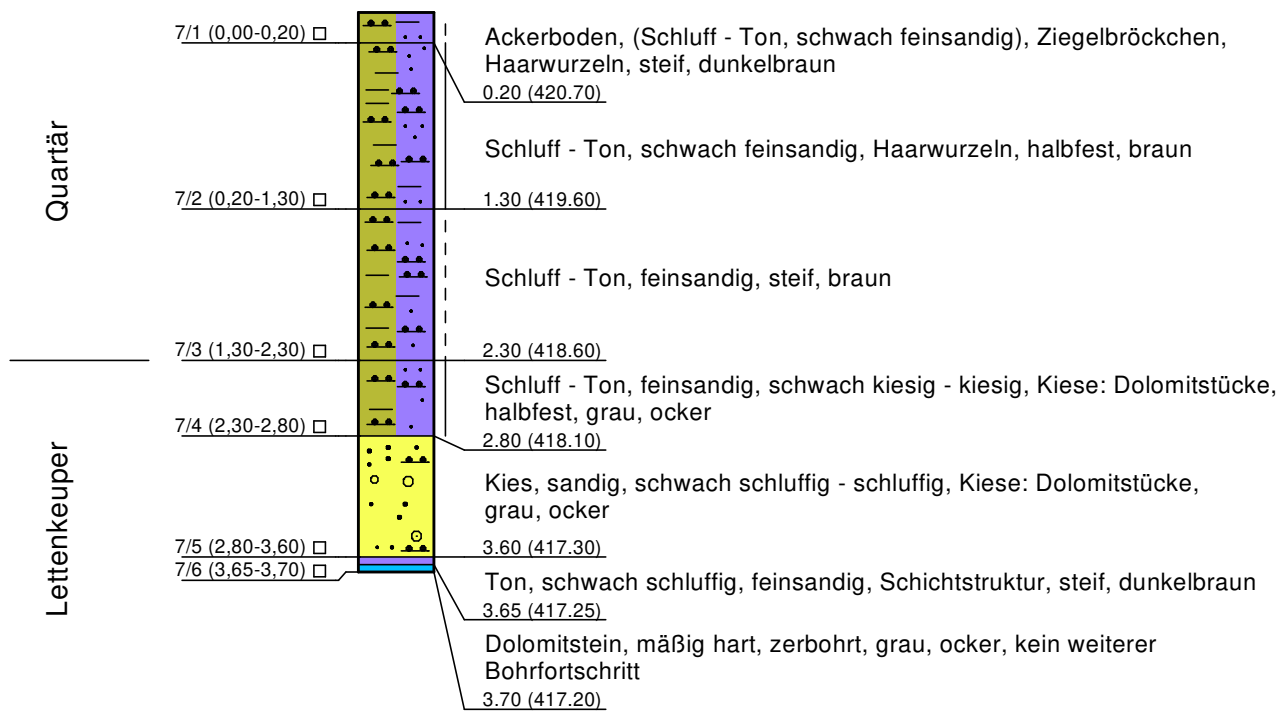


Lettenkeuper

03.09.2020/F. Zahn/M 1: 50

BS 7

420,90 m NN



03.09.2020/F. Zahn/M 1: 50

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Bebauung Wolffstraße
 in Rothenburg ob der Tauber

Bearbeiter: Ho/Hoz

Datum: 13.08.2020

Prüfungsnummer: 01
 Entnahmestelle: BS 1- BS 7
 Tiefe: siehe Anlage 2
 Bodenart: siehe Anlage 2
 Art der Entnahme: gestört
 Entnahme am: 11.08./03.09.20 d. Ge

Probenbezeichnung:	1/2	1/3	2/1	2/2	3/1	3/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	331.00	504.00	528.50	290.70	520.00	722.10
Trockene Probe + Behälter [g]:	309.60	454.40	490.10	280.80	453.70	659.50
Behälter [g]:	110.00	123.80	99.82	100.96	106.90	108.14
Porenwasser [g]:	21.40	49.60	38.40	9.90	66.30	62.60
Trockene Probe [g]:	199.60	330.60	390.28	179.84	346.80	551.36
Wassergehalt [%]	10.72	15.00	9.84	5.50	19.12	11.35

Probenbezeichnung:	4/1	4/2	4/3	5/2	5/3	5/4
Feuchte Probe + Behälter [g]:	473.30	542.70	557.60	396.30	388.80	430.30
Trockene Probe + Behälter [g]:	430.90	469.00	523.70	357.50	362.80	384.90
Behälter [g]:	109.80	113.90	120.20	108.30	110.20	114.20
Porenwasser [g]:	42.40	73.70	33.90	38.80	26.00	45.40
Trockene Probe [g]:	321.10	355.10	403.50	249.20	252.60	270.70
Wassergehalt [%]	13.20	20.75	8.40	15.57	10.29	16.77

Probenbezeichnung:	6/2	6/3	6/4	7/2	7/3	7/4
Feuchte Probe + Behälter [g]:	488.40	407.70	234.40	546.50	450.60	491.80
Trockene Probe + Behälter [g]:	439.70	338.70	209.80	478.60	393.90	440.90
Behälter [g]:	120.10	115.00	110.10	120.30	106.80	110.20
Porenwasser [g]:	48.70	69.00	24.60	67.90	56.70	50.90
Trockene Probe [g]:	319.60	223.70	99.70	358.30	287.10	330.70
Wassergehalt [%]	15.24	30.84	24.67	18.95	19.75	15.39

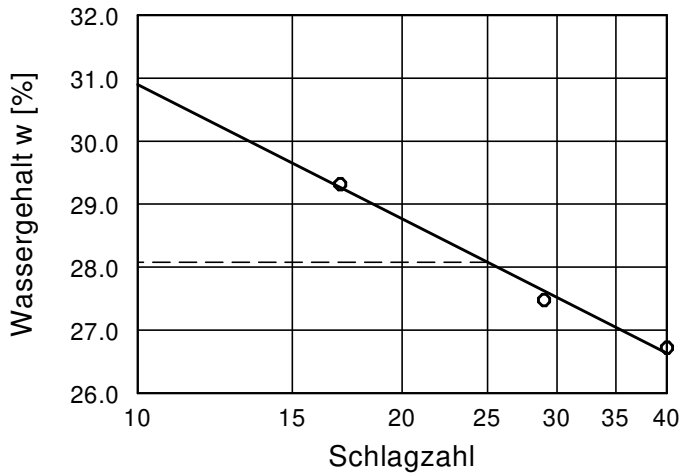
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Bebauung Wolfstraße
 in Rothenburg ob der Tauber

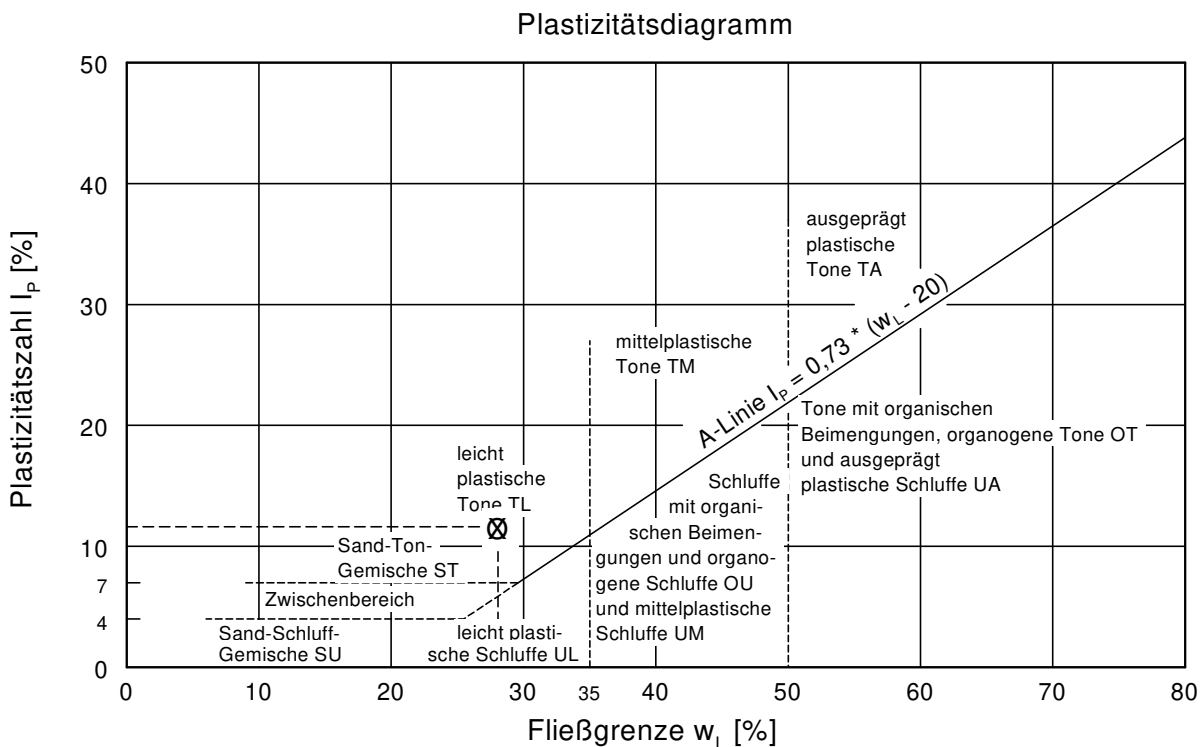
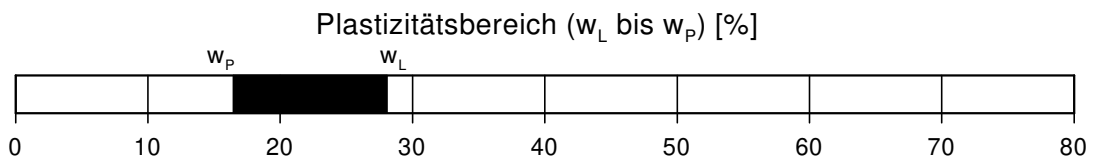
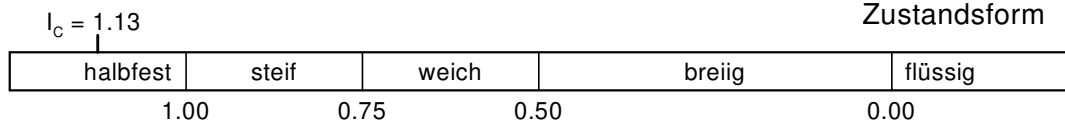
Bearbeiter: He

Datum: 10.09.2020

Prüfungsnummer: 1/3
 Entnahmestelle: BS 1
 Tiefe: 1,40 - 2,30 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Schluff, s, g [TL]
 Entnahme: 03.09.2020 durch Za



Wassergehalt $w = 15.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 28.1 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 16.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 11.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.13$



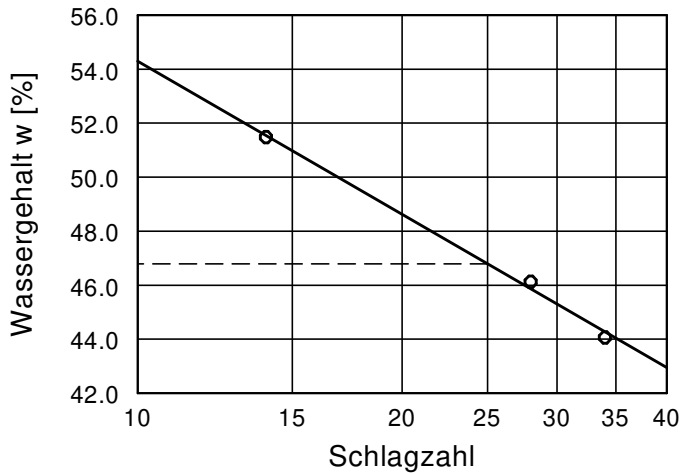
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Bebauung Wolffstraße
 in Rothenburg ob der Tauber

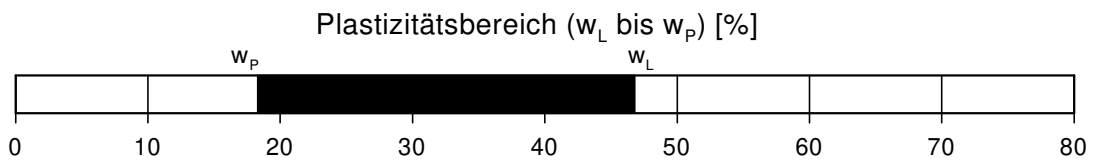
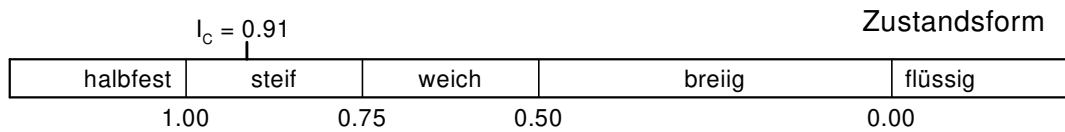
Bearbeiter: Frä

Datum: 25.08.2020

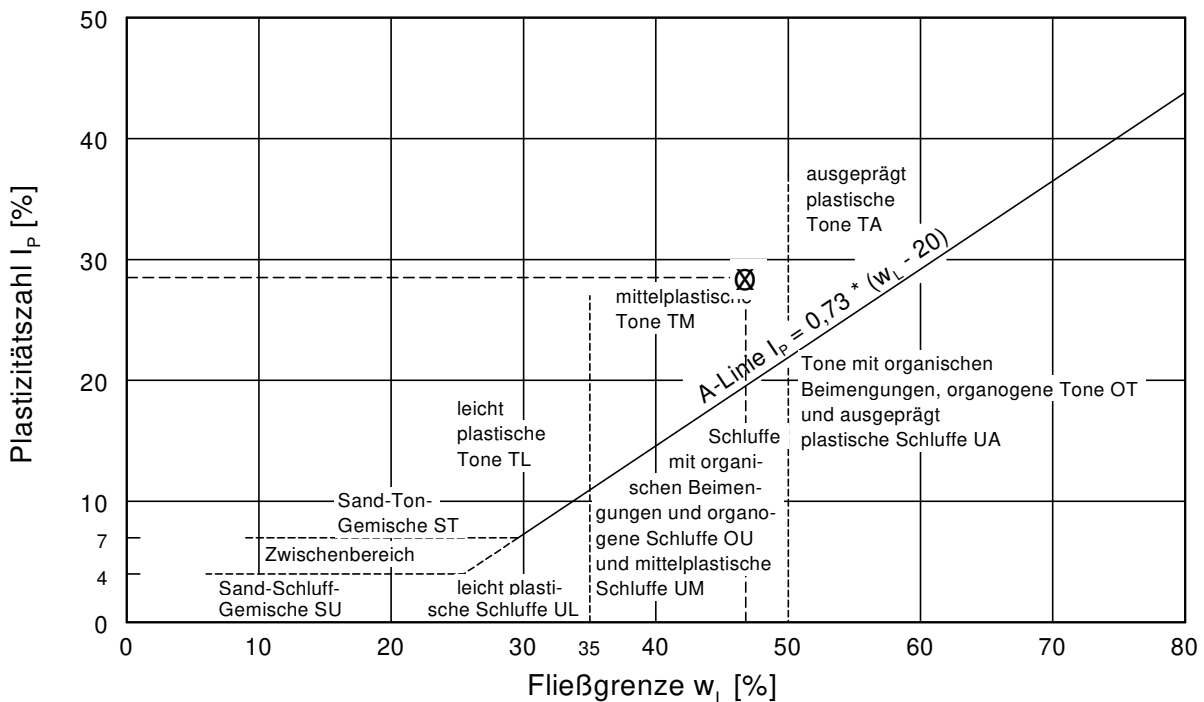
Prüfungsnummer: 4/2
 Entnahmestelle: BS 4
 Tiefe: 1,40 - 1,80 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Schluff-Ton, s [TM]
 Entnahme: 11.08.2020 durch Ge



Wassergehalt $w = 20.8 \%$
 Fließgrenze $w_L = 46.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 18.3 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 28.5 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.91$



Plastizitätsdiagramm



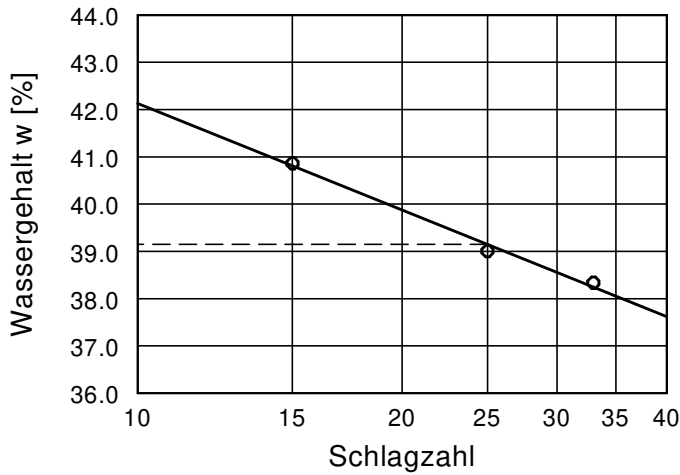
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Bebauung Wolffstraße
 in Rothenburg ob der Tauber

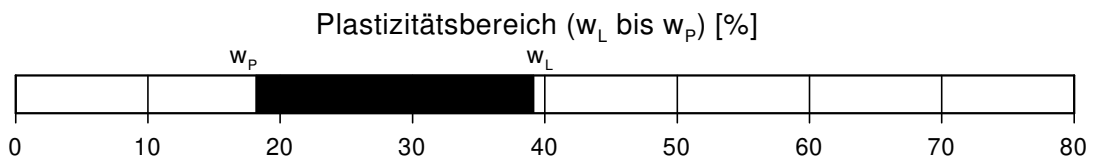
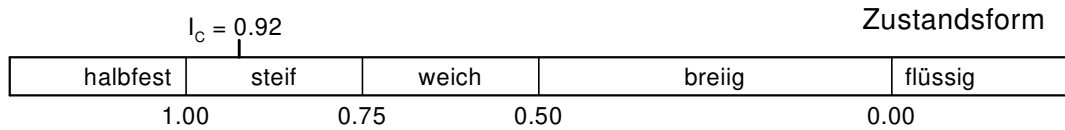
Bearbeiter: He

Datum: 10.09.2020

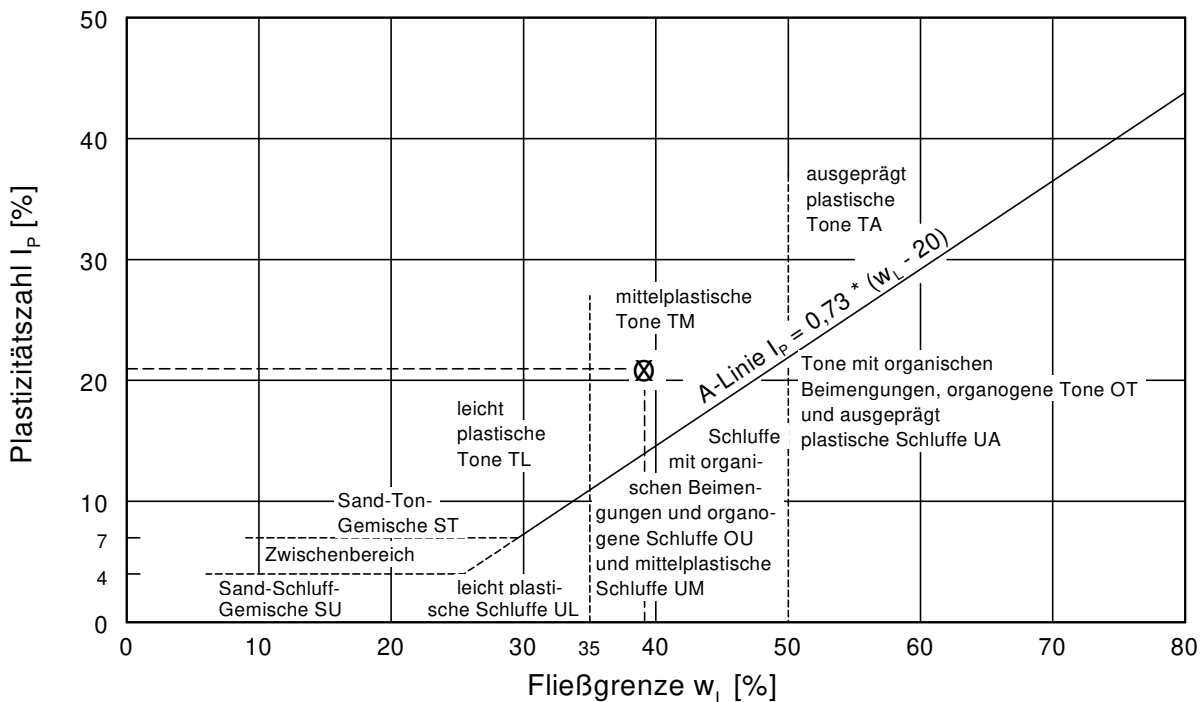
Prüfungsnummer: 7/3
 Entnahmestelle: BS 7
 Tiefe: 1,30 - 2,30 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Schluff-Ton, s [TM]
 Entnahme: 03.09.2020 durch Za

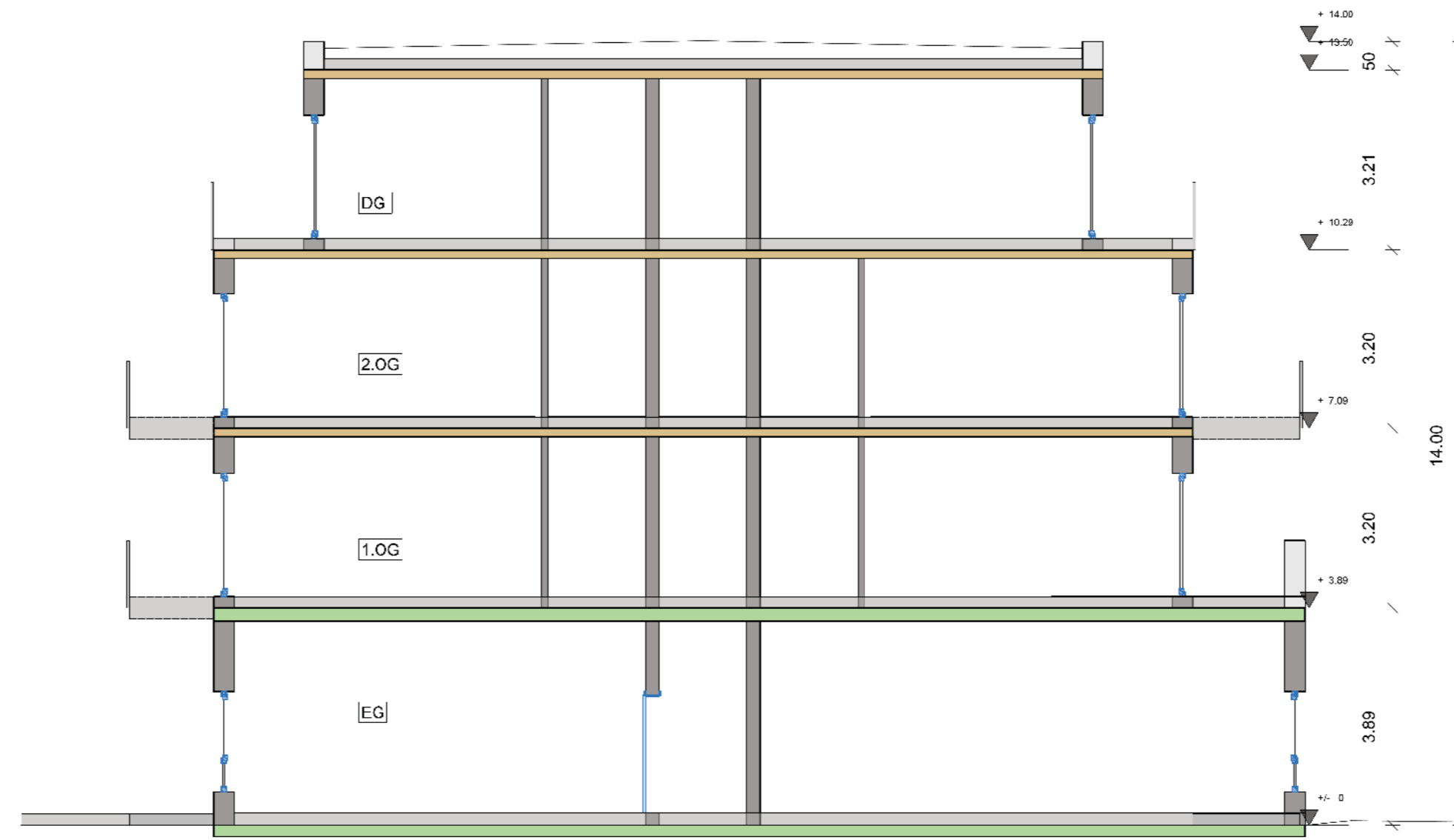


Wassergehalt $w = 19.8 \%$
 Fließgrenze $w_L = 39.1 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 18.2 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 20.9 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.92$

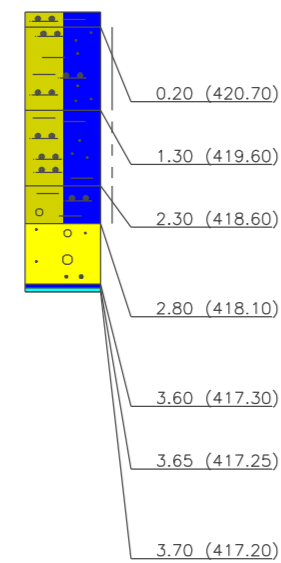


Plastizitätsdiagramm



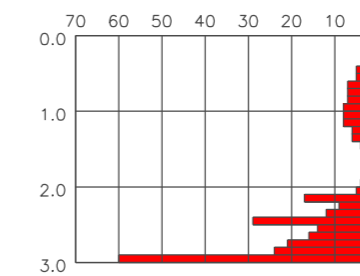


(projiziert)
BS 7
420,90 m NN

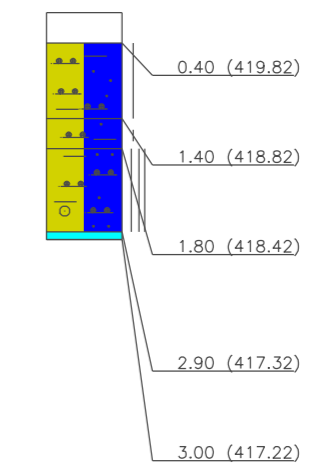




(projiziert)

DPH 1
420,22 m NN
Schlagzahlen je 10 cm



BS 4
420,22 m NN



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	9.0	22.5	8.0	6.0	0.00	Bindiger Boden
	23.0	13.0	35.0	25.0	100.0	0.00	Dolomitstein

Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG
Robert-Bosch Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361-9406-0

Bebauung Wolffstraße
in Rothenburg ob der Tauber

Projekt Nr. AZ 20 637

Anlage Nr. 5.1

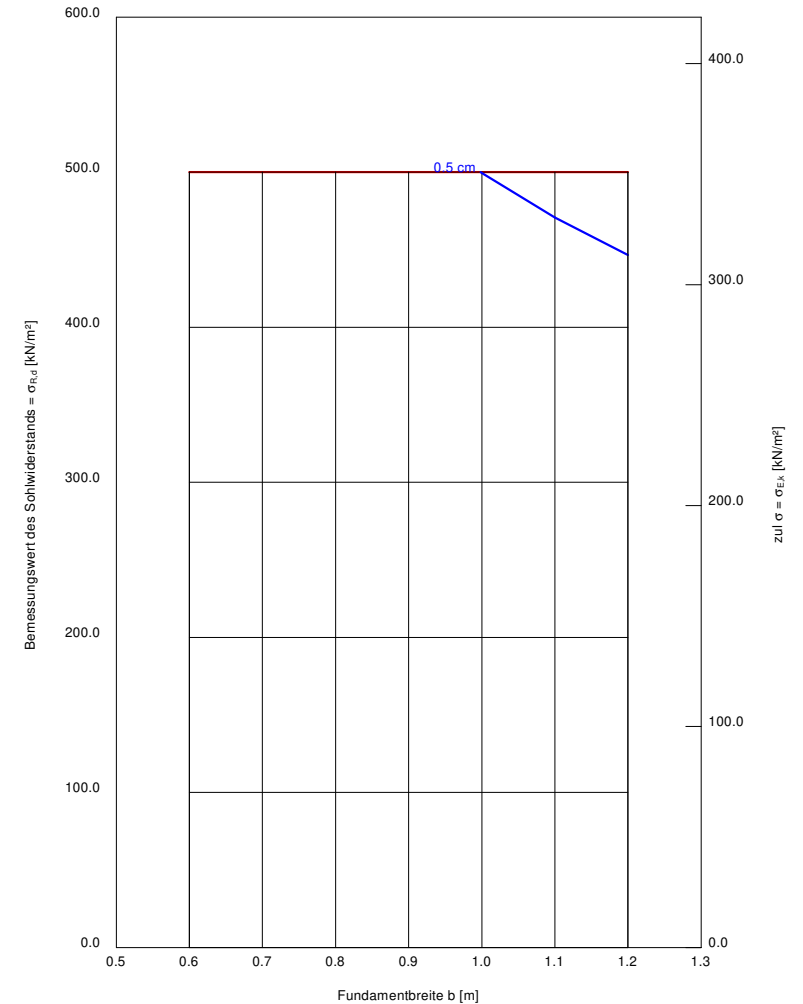
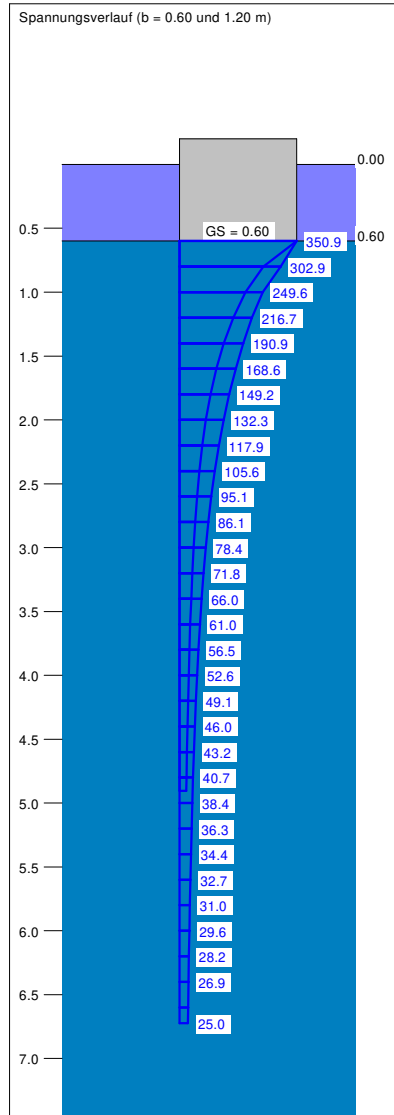
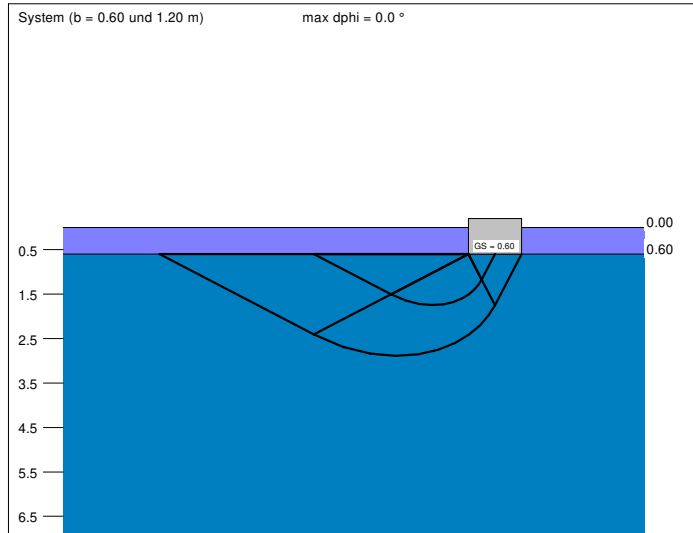
Grundbruch- und Setzungen für Streifenfundamente ($t \geq 0,60$ m)

Gründung auf Dolomitstein

Mindesteinbindung 0,60 m ab OK BoPla, im Endzustand frostfrei

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament ($a = 8.00$ m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 500.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 0.60 m
Grundwasser = 4.00 m
Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt
Datei: 20637_SF_200929.gdg
— Sohldruck
— Setzungen



a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	$V_{E,k}$	s	cal φ	cal c	γ_2	$\sigma_{\bar{U}}$	t_g	UK LS
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]
8.00	0.60	500.0	300.0	350.9	210.5	0.34	35.0	25.00	23.00	11.40	4.90	1.74
8.00	0.70	500.0	350.0	350.9	245.6	0.39	35.0	25.00	23.00	11.40	5.27	1.94
8.00	0.80	500.0	400.0	350.9	280.7	0.43	35.0	25.00	23.00	11.40	5.60	2.13
8.00	0.90	500.0	450.0	350.9	315.8	0.46	35.0	25.00	23.00	11.40	5.91	2.32
8.00	1.00	500.0	500.0	350.9	350.9	0.50	35.0	25.00	23.00	11.40	6.20	2.51
8.00	1.10	500.0	550.0	350.9	386.0	0.54	35.0	25.00	23.00	11.40	6.47	2.70
8.00	1.20	500.0	600.0	350.9	421.1	0.57	35.0	25.00	23.00	11.40	6.72	2.89

$\sigma_{E,k} = \sigma_{G+Q} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G+Q} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{G+Q} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	9.0	22.5	8.0	6.0	0.00	Bindiger Boden
	23.0	13.0	35.0	25.0	100.0	0.00	Dolomitstein

Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG
 Robert-Bosch Str. 59
 73431 Aalen
 Tel.: 07361-9406-0

Bebauung Wolffstraße
 in Rothenburg ob der Tauber

Projekt Nr. AZ 20 637
 Anlage Nr. 5.2

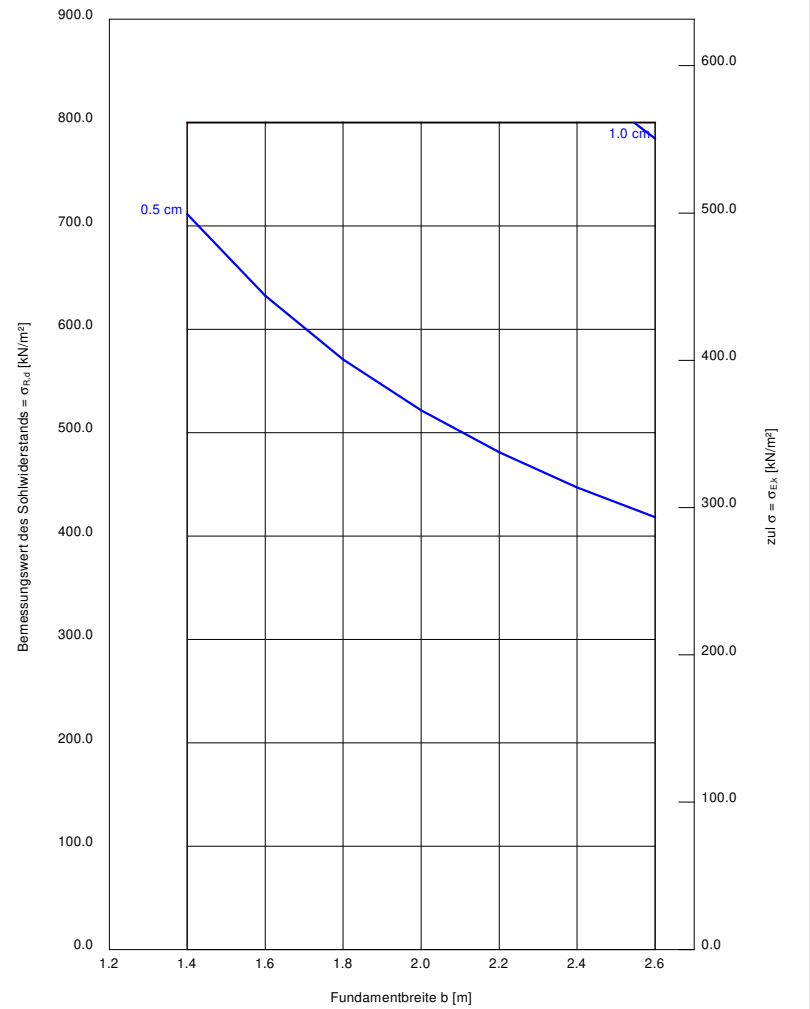
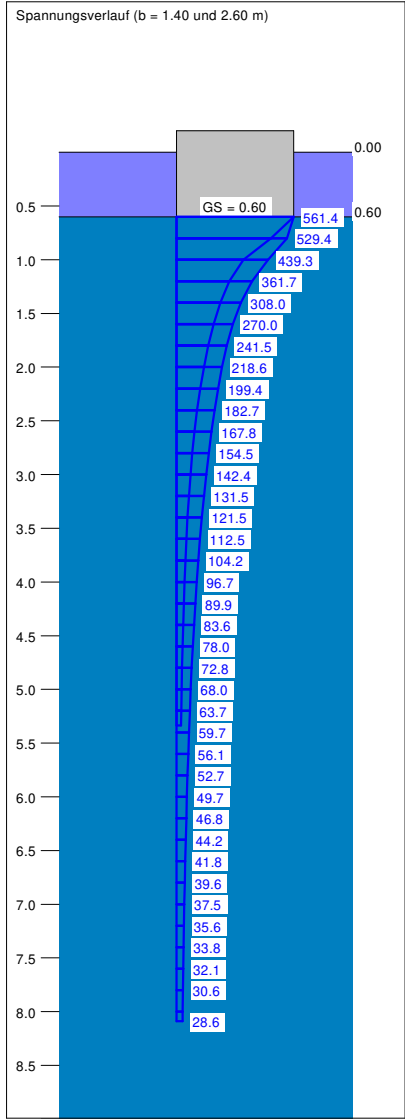
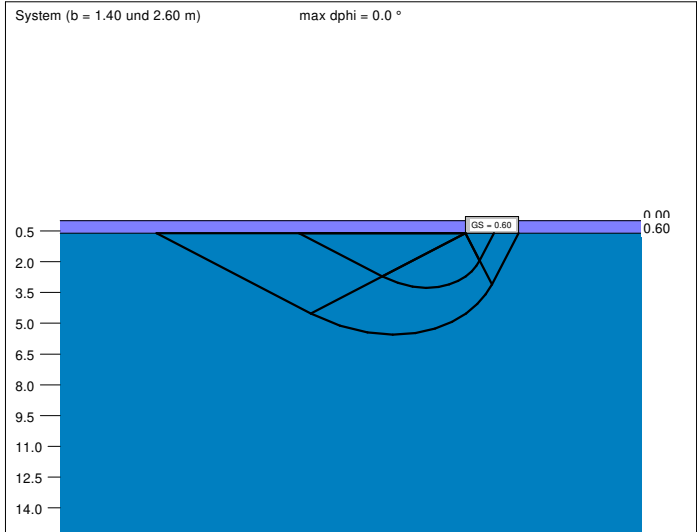
Gründung auf Dolomitstein

Mindesteinbindung 0,60 m ab OK BoPla, im Endzustand frostoffrei

Grundbruch- und Setzungen für Einzelfundamente (t >= 0,60 m)

Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 800.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.60 m
 Grundwasser = 4.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 Datei: 20637_EF_200929.gdg
 — Sohldruck
 — Setzungen



a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	$V_{E,k}$	s	cal φ	cal c	γ_2	$\sigma_{\bar{U}}$	t_g	UK LS
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[kN]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[m]
1.40	1.40	800.0	1568.0	561.4	1100.4	0.57	35.0	25.00	23.00	11.40	5.33	3.27
1.60	1.60	800.0	2048.0	561.4	1437.2	0.64	35.0	25.00	23.00	11.40	5.84	3.65
1.80	1.80	800.0	2592.0	561.4	1818.9	0.72	35.0	25.00	22.99	11.40	6.32	4.03
2.00	2.00	800.0	3200.0	561.4	2245.6	0.80	35.0	25.00	22.65	11.40	6.78	4.42
2.20	2.20	800.0	3872.0	561.4	2717.2	0.87	35.0	25.00	22.19	11.40	7.23	4.80
2.40	2.40	800.0	4608.0	561.4	3233.7	0.95	35.0	25.00	21.72	11.40	7.67	5.18
2.60	2.60	800.0	5408.0	561.4	3795.1	1.02	35.0	25.00	21.28	11.40	8.09	5.56

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,d} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,d} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
 87733 Markt Rettenbach
 Tel. 08392/921-0
 Fax 08392/921-30
 bv@bv-analytik.de

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
 73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/5069	Datum:	11.09.2020
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 20637
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 03.09.2020 Probeneingang : 07.09.2020
 Originalbezeich. : MP 1 Probenbezeich. : 442/5069
 Untersuch.-zeitraum : 07.09.2020 – 11.09.2020

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	91,2	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	15	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	17	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,15	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	57	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	25	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	29	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,13	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	40	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,25	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	91	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[μ g/l]	< 4	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[μ g/l]	< 10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Markt Rettenbach, den 11.09.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/5070	Datum:	11.09.2020
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 20637
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 03.09.2020 Probeneingang : 07.09.2020
 Originalbezeich. : MP 2 Probenbezeich. : 442/5070
 Untersuch.-zeitraum : 07.09.2020 – 11.09.2020

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	89,9	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	3,5	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	5,2	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	33	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	17	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	29	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	28	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,29	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	77	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[μ g/l]	< 4	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[μ g/l]	< 10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Markt Rettenbach, den 11.09.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/5071	Datum:	11.09.2020
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 20637
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 03.09.2020 Probeneingang : 07.09.2020
 Originalbezeich. : MP 3 Probenbezeich. : 442/5071
 Untersuch.-zeitraum : 07.09.2020 – 11.09.2020

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	88,4	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	15	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	38	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	46	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	29	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	41	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	77	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,09	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	96	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[μ g/l]	< 4	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	18	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[μ g/l]	7	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[μ g/l]	16	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Markt Rettenbach, den 11.09.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/5072	Datum:	11.09.2020
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 20637
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 03.09.2020 Probeneingang : 07.09.2020
 Originalbezeich. : MP 4 Probenbezeich. : 442/5072
 Untersuch.-zeitraum : 07.09.2020 – 11.09.2020

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,9	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	13	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	26	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,22	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	41	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	20	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	37	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	64	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,13	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	93	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[μ g/l]	< 4	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[μ g/l]	< 10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Markt Rettenbach, den 11.09.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)