

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE

Dipl.-Ing. G. Zeiser, Dipl.-Ing. (FH) K. Deis



BFI ZEISER GmbH & Co. KG
MÜHLGRABEN 34
73479 ELLWANGEN

Telefon 0 79 61/933 89-0
Telefax 0 79 61/933 89-29
e-mail bfi@bfi-zeiser.de
Internet www.bfi-zeiser.de

Baugrunduntersuchung
Altlastenerkundung
Labor- und Feldversuche
Beweissicherung
Erschütterungsmessungen
Erdstatische Nachweise
Wasserbau
Fachplanung/Bauleitung
Aufschlussbohrungen
Kleinbohrpfähle
Brunnen/Geothermie

BFI ZEISER GmbH & Co. KG · Mühlgraben 34 · 73479 Ellwangen

Schick GmbH
Eisvogelweg 16
74405 Gaildorf

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

gz-se-aa/ Az. 120528

04.11.2020

Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus

hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber:

Schick GmbH
Eisvogelweg 16
74405 Gaildorf

Planung:

Kraft + Kraft Architekten
Schillerstraße 40
74523 Schwäbisch Hall

Ingenieurgeologische
Beratung und
Untersuchung:

Büro für Ingenieurgeologie
BFI Zeiser GmbH & Co. KG
Mühlgraben 34
73479 Ellwangen

Inhalt	Seite
1. Unterlagen	5
2. Allgemeines und Lage	6
3. Bauvorhaben.....	6
4. Untergrund	7
4.1 Baugrundgeologische Situation.....	7
4.2 Stratigrafie.....	11
4.3 Wasserverhältnisse.....	11
4.3.1 Wasserzutritte	11
4.3.2 Hochwässer.....	13
4.4 Laborversuche	13
4.4.1 Natürlicher Wassergehalt	13
4.4.2 Zustandsgrenzen	14
4.4.3 Kornverteilung	15
4.5 Geotechnische Kategorie.....	16
4.6 Homogenbereiche.....	16
4.7 Frostempfindlichkeit	19
4.8 Bodenkennwerte.....	20
5. Orientierende Chemische Untersuchungen.....	22
5.1 Untersuchung nach VwV Boden und DepV	22
5.2 Sulfatanalyse.....	23
5.3 Betonaggressivität des Grundwassers.....	24
6. Erdbebenzone	25
7. Konstruktive und gründungstechnische Maßnahmen	25
7.1 Hotel	25
7.1.1 Lastabtragung	25
7.1.2 Sicherung der angrenzenden Gebäude	26
7.1.3 Sicherung der Baugrube	27
7.1.4 Wasserhaltung.....	28
7.1.5 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile.....	29

7.1.6	Arbeitsraumverfüllung	30
7.2	Bräuhaus	31
7.2.1	Lastabtragung	31
7.2.2	Sicherung der angrenzenden Gebäude	32
7.2.3	Sicherung der Baugrube	33
7.2.4	Wasserhaltung.....	34
7.2.5	Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile.....	34
7.2.6	Arbeitsraumverfüllung	35
7.3	Mehrfamilienhäuser	36
7.3.1	Lastabtragung	36
7.3.2	Sicherung der Baugrube	37
7.3.3	Wasserhaltung.....	38
7.3.4	Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile.....	39
7.3.5	Arbeitsraumverfüllung	40
7.4	Standsicherheitsnachweis Stadtmauer	41
8.	Abnahme und Haftung.....	43

Anlagenteil

Anlage 1.1:	Geologische Karte	M 1 : 10.000
Anlage 1.2:	Lageplan mit Lage der Aufschlüsse	M 1 : 333
Anlage 2.1:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 1 und B 2	M 1 : 50
Anlage 2.2:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 3 und B 4 sowie der Schrägbohrungen SB 1 und SB 2 und der Horizontalbohrungen HB 1 bis HB 3	M 1 : 50
Anlage 2.3:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 5, B 7 und B 10	M 1 : 50
Anlage 2.4:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 6, B 8, B 9, B 11 und B 12	M 1 : 75
Anlage 3.1:	Zustandsgrenzen P 7/2	
Anlage 3.2:	Kornverteilung P 7/2	
Anlage 4.1:	Analyseergebnisse nach DIN 4030	
Anlage 4.2:	Analyseergebnisse nach VwV Boden	
Anlage 4.3:	Analyseergebnisse nach DepV	
Anlage 5:	Standortsicherheitsnachweis Stadtmauer	

1. Unterlagen

Zur Ausarbeitung des Gutachtens standen dem BFI folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- Bestands und Konfliktplan M. 1 : 250 vom 18.05.2020
- Lageplan mit Grundrisse M. 1 : 250 vom 17.09.2020

Mehrfamilienhäuser

- Tiefgarage UG 1 M. 1 : 200 vom 17.09.2020
- Tiefgarage UG 2 M. 1 : 200 vom 17.09.2020
- Schnitt 1-1 M. 1 : 200 vom 17.09.2020
- Schnitt 2-2 M. 1 : 200 vom 20.10.2020
- Ansichten M. 1 : 200 vom 17.09.2020

Bräuhaus

- Grundriss UG M. 1 : 100 vom 30.09.2020
- Grundriss EG M. 1 : 100 vom 30.09.2020
- Grundriss Hof M. 1 : 100 vom 30.09.2020
- Schnitt A M. 1 : 100 vom 14.10.2020
- Schnitt B M. 1 : 100 vom 14.10.2020

Hotel

- Grundriss EG M. 1 : 100 vom 30.09.2020
- Grundriss UG M. 1 : 100 vom 30.09.2020
- Schnitt A M. 1 : 100 vom 30.09.2020

Die Pläne der Telekommunikation sowie der öffentlichen Leitungen (Gas, Wasser, Strom) wurden vom BFI eingeholt.

2. Allgemeines und Lage

Die Schick GmbH beabsichtigt die Bebauung des Bräuhaus-Quartiers in Gaildorf. Das Bauvorhaben liegt auf den Flurstücken Nr. 8, 10, 20/3, 20/4, 20/5, 23 und 99/1.

Die für die Bebauung vorgesehene Fläche fällt nach den Ansatzhöhen der Bohrungen von etwa 331,30 mNN auf 326,50 mNN nach Norden ein.

Die auf dem Grundstück vorhandenen Gebäude werden größtenteils rückgebaut und teilweise umgebaut.

Das BFI wurde von der Schick GmbH mit der Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für die geplanten Bauvorhaben beauftragt.

3. Bauvorhaben

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um fünf **Mehrfamilienhäuser** (Haus 1 bis Haus 5), die über eine gemeinsame Tiefgarage miteinander verbunden sind.

Nach den vorliegenden Planunterlagen misst die Tiefgarage im Grundriss ca. 55,94 m x 55,64 m.

Die RFB der Tiefgarage ist zwischen 326,42 mNN und 326,59 mNN geplant.

Ergänzend ist ein **Hotel** südlich des bestehenden Bräuhauses geplant. Im UG-Grundriss grenzt das Hotel an das Bräuhaus an. Nach den vorliegenden Planunterlagen misst das Gebäude im UG-Grundriss ca. 31,09 m x 120,96 m. Im EG misst das Gebäude ca. 22,59 m x 13,28 m.

Die FFB EG ist bei 330,67 mNN und die RFB UG bei 327,32 mNN geplant.

Das bestehende **Bräuhaus** soll nach den vorliegenden Planunterlagen teilweise rückgebaut, teilweise umgebaut und teilweise erweitert werden. Nach den vorliegenden Planunterlagen misst die geplante Erweiterung im UG Hof Grundriss ca. 11,69 m x 14,67 m.

Die FFB EG ist bei 330,21 mNN, FFB UG bei 327,84 mNN und die RFB UG Hof bei 325,03 mNN geplant.

4. Untergrund

4.1 Baugrundgeologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden zwischen dem 04. und 07.09.2020 auftragsgemäß 12 Bohrungen (B 1 - B 12) bis in Tiefen zwischen 6,00 m und 10,00 m unter GOK angelegt. Die Bohrung B 6 wurde auftragsgemäß als Grundwassermessstelle ausgebaut.

Ergänzend wurden im Bereich der Mauer zwei Schrägbohrungen (SB 1 und SB 2) und drei Horizontalbohrungen (HB 1 bis HB 3) angelegt.

Da mit den Bohrungen der Anschnitt von Grundwasser zu erwarten war, wurde am 04.08.2020 eine wasserrechtliche Erlaubnis beim Landratsamt beantragt. Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde vom Landratsamt mit Entscheidung vom 24.08.2020 unter Auflagen erteilt.

Die Lage der Bohrungen kann dem Lageplan in Anlage 1.2 entnommen werden.

Anhand der Aufschlüsse ergibt sich folgendes Bild des Untergrundes (siehe auch Anlage 2):

Hotel

Die Bohrungen B 1 und B 2 wurden im Bereich des geplanten Hotels angelegt. Bei den Bohrungen wurde zunächst eine 0,30 m starke Schotterschicht bzw. eine 0,11 m starke Asphaltenschicht durchteuft.

Unter dem Schotter bzw. dem Asphalt wurden Auffüllungen aus schluffigen, kiesigen Tonen erkundet.

Ab einer Tiefe von 1,00 m bzw. 1,20 m unter GOK stehen steife bis halbfeste und halbfeste Tone an. Mit zunehmender Tiefe wurden zu Tonen entfestigte und zersetzte Tonsteine durchteuft.

Ab einer Tiefe zwischen 3,70 m und 4,00 m unter GOK stehen mürbe und mäßig harte Dolomit- und Tonsteine an.

Wir weisen darauf hin, dass die Übergänge zwischen den Verwitterungsdecken und den unterlagernden Festgesteinen in Abhängigkeit vom Aufwitterungsgrad oft fließend sind und daher nicht scharf abgegrenzt werden können. Daher kann auch die Höhenlage der Festgesteine örtlich schwanken.

Die Tiefen, in denen OK der mindestens mürben Ton- und Dolomitsteine angetroffen wurden, sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: OK Ton-/ Dolomitstein, min. mürb

Bohrung	Ansatzhöhe [mNN]	OK Festgestein	
		[m u. GOK]	[mNN]
B 1	330,82	4,00	326,82
B 2	330,55	3,70	326,70

Bräuhaus

Die Bohrungen B 3 und B 4 wurden im Bereich des bestehenden Bräuhauses angelegt. Ergänzend wurden Schräg- und Horizontalbohrungen zur Erkundung der bestehenden Mauer angelegt.

Bei der Bohrung B 4 wurde zunächst eine 0,40 m starke Schotterschicht auf einer weichen Auffüllung aus sandigen, kiesigen Tonen aufgeschlossen. Bei Bohrung B 3 wurden unter dem 0,10 m starken Mutterboden Auffüllungen aus weichen bis steifen schluffigen, kiesigen Tonen und Sanden bzw. Sandsteinblöcken durchteuft.

Ab einer Tiefe zwischen 1,70 m und 4,40 m unter GOK stehen sehr mürbe und mäßig mürbe Ton-/ Sand- und harte Kalksteine an.

Die Tiefen, in denen OK der mindestens sehr mürben Ton-/ Sand- und Kalksteine angetroffen wurden, sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: OK Ton-/ Sand- und Kalkstein, min. sehr mürb

Bohrung	Ansatzhöhe [mNN]	OK Festgestein	
		[m u. GOK]	[mNN]
B 3	326,68	4,40	322,28
B 4	329,16	2,20	326,96
SB 1	327,15	2,60	324,55
SB 2	326,80	-	

Die UK der Mauer wurde bei der Schrägbohrung bei 324,55 mNN erkundet und gründet in den Ton-/ Sandsteinen.

Bei den Horizontalbohrungen wurde festgestellt, dass die Mauer aus Sandsteinen bzw. Sandsteinblöcken hergestellt ist und in Teilbereichen mit Beton verkleidet wurde. Die Hinterfüllung wurde mit steifen Tonen erkundet.

Mehrfamilienhäuser

Die Bohrungen B 5 bis B 12 wurden im Bereich der geplanten Mehrfamilienhäuser (Haus 1 bis Haus 5) angelegt.

Bei den Bohrungen B 7, B 10 und B 11 wurde ein 0,10 m bzw. 0,15 m starker Mutterboden, bei den Bohrungen B 8 und B 9 wurde zunächst eine 0,07 m starke Pflasterdecke und bei Bohrung B 5 eine 0,10 m starke Schotterdecke durchteuft.

Unter dem Oberbau bzw. bei den restlichen Bohrungen ab GOK wurden Auffüllungen aus Tonen, Sanden, Kiesen und Schottern erkundet.

Ab einer Tiefe zwischen 0,10 m und 2,70 m unter GOK stehen weiche bis steife, steife und steife bis halbfeste schluffige, kiesige Tone an. Mit zunehmender Tiefe wurden zu Tonen entfestigte und zersetzte Tonsteine durchteuft.

Ab einer Tiefe zwischen 2,30 m und 4,00 m unter GOK wurde eine Wechselfolge aus Dolomit-/ Ton- und Sandsteinen mit Gebirgsfestigkeiten zwischen sehr mürb und mäßig hart aufgeschossen.

Wir weisen darauf hin, dass die Übergänge zwischen den Verwitterungsdecken und den unterlagernden Festgesteinen in Abhängigkeit vom Aufwitterungsgrad oft fließend sind und daher nicht scharf abgegrenzt werden können. Daher kann auch die Höhenlage der Festgesteine örtlich schwanken.

Die Tiefen, in denen OK der mindestens sehr mürben Ton-/ Sand- und Dolomitsteine angetroffen wurden, sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: OK Ton-/ Sand- und Dolomitstein, min. sehr mürb

Bohrung	Ansatzhöhe [mNN]	OK Festgestein	
		[m u. GOK]	[mNN]
B 5	331,48	2,60	328,88
B 6	329,57	2,70	326,87
B 7	331,90	3,00	328,90
B 8	328,74	2,30	326,54
B 9	326,49	4,00	322,79
B 10	331,91	3,20	328,71
B 11	331,31	3,00	328,31
B 12	331,16	3,00	328,16

4.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei der in den Bohrungen angetroffenen Wechselfolge aus Dolomit-, Kalk-, Sand- und Tonsteinen um Schichtglieder der Erfurt-Formation (Lettenkeuper). Die darüber anstehenden, schluffigen Tone sind dessen quartäre Verwitterungsprodukte bzw. Schwemmlerme der Kocheraue.

4.3 Wasserverhältnisse

4.3.1 Wasserzutritte

In den Bohrungen wurden während der Arbeiten Wasserzutritte festgestellt. Wasserstandsmessungen im offenen Bohrloch zeigen lediglich die Wasserstände an, die sich im Zeitraum zwischen dem Abteufen und dem Verschließen der Bohrlöcher eingestellt haben. Sie können daher in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit der aufgeschlossenen Bodenschichten im Bohrloch zeitverzögert noch ansteigen. Somit repräsentieren die Wasserstandsmessungen im offenen Bohrloch nicht zwangsläufig den Ruhewasserspiegel. Die Bohrung B 6 wurde daher als Grundwassermessstelle B 6/GWM ausgebaut (s. Ausbauplan in Anlage 2). Die Lage der Grundwassermessstelle kann Anlage 1.2 entnommen werden. Ein Datenlogger wurde nicht eingebaut.

Die Niveaus der nach Abschluss der Bohrarbeiten im offenen Bohrloch bzw. in der ausgebauten Grundwassermessstelle B 1/GWM gemessenen Wasserstände sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Wasserstände nach Abschluss der Bohrarbeiten

Bohrung B	Ansatzhöhe [mNN]	Wasserstand nach Abschluss der Bohrarbeiten am 04.-07.10.2020	
		[m u. GOK]	[mNN]
Hotel			
B 1	330,82	-	-
B 2	330,55	-	-
Bräuhaus			
B 3	326,68	2,00*	324,68*
		3,80	326,68
B 4	329,16	1,70*	327,46*
SB 1	327,77	-	-
SB 2	327,42	-	-
Mehrfamilienhäuser			
B 5	331,48	-	-
B 6/GWM	329,57	2,40*	327,17*
B 7	331,90	-	-
B 8	328,74	1,20*	327,54*
B 9	326,49	2,70*	323,79*
B 10	331,91	-	-
B 11	331,31	-	-
B 12	331,16	-	-

*) nur Sickerwasserzutritt

- kein Wasser bis zur Endtiefe angetroffen

Bei dem Wasser handelt es sich um schichtgebundenes Grundwasser. Erfahrungsgemäß muss im Bereich des Bauvorhabens beim Einschneiden in das Gelände auch mit höheren Grundwasserständen sowie Schicht- und Sickerwasserzutritten gerechnet werden.

Ergänzend wurde am 28.10.2020 eine Stichtagsmessung in der Grundwassermessstelle durchgeführt. Dabei wurde ein Ruhewasserspiegel bei 7,57 m unter GOK (= 322,00 mNN) gemessen.

4.3.2 Hochwässer

Circa 20 m nördlich des Bauvorhabens, jenseits der Straße „In der Eschenau“ verläuft der Kocher. Der Daten- und Kartendienst der LUBW gibt für den Bereich des Baufeldes folgende Hochwasserdaten an:

- HQ 10: 325,80 mNN
- HQ 50: 326,30 mNN
- HQ 100: 326,50 mNN
- HQ Extrem: 328,20 mNN

4.4 Laborversuche

4.4.1 Natürlicher Wassergehalt

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 50 gestörte Proben entnommen. Von den aus dem Boden entnommenen Proben wurden 10 auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht. Dabei wurden die in Tabelle 5 aufgeführten Werte ermittelt.

Tabelle 5: Natürlicher Wassergehalt

Probe P	Entnahme- stelle B	Entnahme- tiefe [m]	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt [Gew.-%]
1/3	1	1,85	T,u*,g (st)	21,05
2/3	2	1,50	T (st-hf)	22,59
5/4	5	1,50	T,u (st-hf)	14,89
6/2	6	1,70	T,u (st)	17,64
7/2	7	1,30	T,g (st-hf)	12,74
8/2	8	1,75	T,u,g* (w-st)	22,06
9/3	9	3,35	T,u (st)	29,94
10/1	10	1,35	T,u,g* (st-hf)	13,30
11/1	11	1,25	T,u,g (st)	12,77
12/2	12	2,00	T,u,g* (st-hf)	18,24

4.4.2 Zustandsgrenzen

Zur Ermittlung der Wasserempfindlichkeit wurden an der Probe P 7/2 nach DIN 18122 die Fließ- und Ausrollgrenzen bestimmt und daraus die Plastizitätszahlen errechnet. Im Einzelnen können die Versuchsergebnisse der Anlage 3.1 sowie der Tabelle 6 entnommen werden.

Tabelle 6: Zustandsgrenzen

Probe	P 7/2
Wassergehalt w_N [%]	12,7
Fließgrenze w_L [%]	27,7
Ausrollgrenze w_P [%]	12,7
Plastizitätszahl I_P [%]	15,0
Konsistenzzahl I_C	1,00
Gruppensymbol	TL
Konsistenz	st-hf

Für die Zustandsform des Tons ergab sich eine Konsistenzzahl I_C von 1,00. Damit ist die Konsistenz der untersuchten Probe als steif-halbfest zu bezeichnen.

4.4.3 Kornverteilung

Die Tone wurden an der Probe P 7/2 auf ihre Kornverteilung nach DIN 18 123 untersucht. Die Gewichtsprozent der einzelnen Kornfraktionen sind der Tabelle 7 zu entnehmen. Die Kornverteilungskurve mit weiteren Angaben ist in der Anlage 3.2 dargestellt.

Tabelle 7: Ergebnisse der Siebanalyse

Probe P	Entnahmetiefe [m]	Korngröße (Gew.-%)			Gruppensymbol nach DIN 18196	Bodenart nach DIN 4022
		< 0,063 mm	> 0,063 bis < 2,0 mm	> 2,0 bis < 60,0 mm		
7/2	1,30	76,3	1,9	21,8	TL	T,g

Nach dem Ergebnis der Kornverteilung ergibt sich für die Probe P 7/2 ein leichtplastischer, kiesiger Ton.

4.5 Geotechnische Kategorie

Die bautechnischen Maßnahmen sind nach DIN 1054 in die Geotechnischen Kategorien GK 1, GK 2 oder GK 3 einzustufen. Maßgebend für die Einstufung ist dabei jenes Merkmal, das die höchste Geotechnische Kategorie ergibt. Für Baugrund und Grundwasser ergibt sich dabei folgende Einstufung:

Baugrund GK 2 (lokal weiche Schichten, Auffüllungen)
 Grundwasser: GK 2 (Wasserzutritte in Einschnitten möglich)

Hieraus ergibt sich für die baugrund- und hydrogeologische Situation eine Einstufung in die **Geotechnische Kategorie 2**. Für das Bauvorhaben ist zu prüfen, ob die Einstufung in eine höhere Geotechnische Kategorie erforderlich wird.

4.6 Homogenbereiche

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenarten wurden zu Homogenbereichen zusammengefasst. Die Homogenbereiche (1 – 6) sind den in Anlage 2 dargestellten Bodenprofilen zu entnehmen. Sie sind am rechten Rand der Profile, hinter der Schichtbeschreibung dargestellt.

Die Einteilung erfolgte auf Grundlage der Bodenansprache und der Laborversuche, wobei die Schichten entsprechend ihrer Eigenschaften zu Homogenbereichen zusammengefasst wurden.

Dabei wurde der **Mutterboden** gemäß **DIN 18320 – Landschaftsbauarbeiten** als **Homogenbereich 1** bezeichnet.

Entsprechend der **DIN 18300 – Erdarbeiten** und **DIN 18301 – Bohrarbeiten** wurden die oberflächennah lokal angetroffenen Schotter dem **Homogenbereich 2** und die Auffüllungen dem **Homogenbereich 3** zugeordnet. Die anstehenden Tone wurden unter dem **Homogenbereich 4** zusammengefasst. Für den Übergangsbereich zu den Festgesteinen wurden die zu Tonen entfestigten und zersetzten Tonsteine dem **Homogenbereich 5** zugeordnet. Die darunter anstehenden Ton-/ Sand-/ Dolomit- und Kalksteine werden unter dem **Homogenbereich 6** erfasst.

Die innerhalb der festgelegten Homogenbereiche zu erwartende Bandbreite der Eigenschaften wird auf Grundlage von Erfahrungswerten und den durchgeführten Laborversuchen angegeben und kann der Tabelle 8 entnommen werden. Wo Erfahrungswerte durch Laborversuche belegt sind, wurden diese Werte mit einer ¹⁾ gekennzeichnet.

Wir weisen darauf hin, dass die Übergänge zwischen den Verwitterungsdecken und den unterlagernden Festgesteinen (Homogenbereiche 4 und 6) in Abhängigkeit vom Aufwitterungsgrad oft fließend sind und daher nicht scharf abgegrenzt werden können. Daher kann auch die Höhenlage der Festgesteine örtlich schwanken.

Für Bohrarbeiten zur geotechnischen Erkundung wurden die Bodenarten nach **DIN 18301 - Bohrarbeiten** in der letzten Zeile der Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8: Homogenbereiche

Bezeichnung	Homogenbereich				
	2 (Tragschicht- schotter)	3 (Auffüllungen)	4 (Tone)	5 (Felsersatz)	6 (Tonstein, Sandstein, Dolomitstein, Kalkstein)
Bodengruppe nach DIN 18196	GI, GW, GE, GU, GU*, GT, GT*	TA, TL, TM, SI, SW, SE, SU, SU*, ST, ST*, GI, GW, GE, GU, GU*, GT, GT*	TA, TL, TM	lokal Bodengruppen T	-
Bodengruppe nach DIN 18915	2, 4	2, 4, 6, 8	4, 6, 8	2,3,4,5,6,7,8,9, 10	-
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688- 2	-	gering < 5 %	gering < 5 %	gering - hoch < 5 % - 60 %	-
Korngrößenvertei- lung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	-	-	siehe Anlage 3.2	-	-
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892- 1	4 % – 15 %	4 % – 40 %	10 % – 40 % (12,74 % - 29,94 %)¹)	4 % – 40 %	-
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	-	weich – halfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 % (bindige Bereiche)	weich – halfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 %	weich – halfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 % (bindige Bereiche)	-
undrännierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137 und DIN EN ISO 14688-2	-	25 kN/m² - 600 kN/m² (bindige Bereiche)	25 kN/m² - 600 kN/m²	25 kN/m² - 600 kN/m² (bindige Bereiche)	-
Kohäsion nach DIN 18137-1, 2, 3	-	0 – 15 kN/m²	0 – 15 kN/m²	-	-
organischer Anteil nach DIN 18128 und DIN EN ISO 14688-2	-	nicht vorhanden V _{GI} < 2 %	nicht vorhanden V _{GI} < 2 %	nicht vorhanden V _{GI} < 2 %	-
Lagerungsdichte nach DIN 18126, DIN EN ISO 14688- 2	mitteldicht - dicht, I _D 35 – 85 %	mitteldicht - dicht, I _D 35 – 85 % (rollige Bereiche)	-	-	-
Abrasivität nach NF P18-579	0 – 1,0 [-]	0 – 0,5 [-]	0 – 1,0 [-]	0,3 – 2,0 [-]	-

Bezeichnung	Homogenbereich				
	2 (Tragschicht- schotter)	3 (Auffüllungen)	4 (Tone)	5 (Felsersatz)	6 (Tonstein, Sandstein, Dolomitstein, Kalkstein)
Dichte nach DIN 18125-2	2,00 g/cm ³ - 2,50 g/cm ³	1,55 g/cm ³ – 2,00 g/cm ³	1,50 g/cm ³ - 1,85 g/cm ³	1,85 g/cm ³ - 2,50 g/cm ³	2,30 g/cm ³ – 2,85 g/cm ³
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	-	-	-	Tonstein	Tonstein, Sandstein, Dolomitstein, Kalkstein
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	-	-	-	bis 80 MN/m ²	bis 140 MN/m ²
Trennflächen, DIN EN ISO 14689-1	-	-	-	sehr dünnbankig - dickbankig	sehr dünnbankig - dickbankig
Verwitterung DIN EN ISO 14689-1	-	-	-	angewittert - zersetzt	frisch – mäßig verwittert
Veränderlichkeit DIN EN ISO 14689-1	-	-	-	veränderlich – stark veränderlich	veränderlich
Abrasivität nach NF P94-430-1	-	-	-	0,3 – 2,0 [-]	0,3 – 2,0 [-]
Homogenbereiche für Bohrungen zur geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach DIN 18301	bindige, nicht bindige oder organische Böden	bindige, nicht bindige oder organische Böden	bindige, nicht bindige oder organische Böden	Fels oder Stufen des verwitterten Fels	Fels oder Stufen des verwitterten Fels

¹⁾ durch Laborversuche belegt

4.7 Frostempfindlichkeit

Nach ZTVE-StB 17 erfolgt die Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodengruppen in 3 Frostempfindlichkeitsklassen:

- F 1 nicht frostempfindlich
- F 2 gering- bis mittelfrostempfindlich
- F 3 sehr frostempfindlich

Nach dieser Einteilung sind die Auffüllungen sowie die anstehenden Tone der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

Die lokal angetroffenen Schotter sind in Abhängigkeit von ihren Bindigkeitsanteilen den **Frostempfindlichkeitsklassen F 1 und F 2** zuzuordnen.

4.8 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Hinterfüllung/ Tragschicht:

Sandiger Kies bzw. Schotter, bindigkeitsarm, $D_{Pr} \geq 100\%$	cal γ	=	21	kN/m ³
	cal γ'	=	12	kN/m ³
	cal ϕ'	=	37	°
	cal c'	=	0	kN/m ²

Auffüllung:

Ton, schluffig, kiesig steif	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	28	° (Ersatzreibungswinkel)
Sand, kiesig, tonig	cal γ	=	20	kN/m ³
	cal γ'	=	11	kN/m ³
	cal ϕ'	=	27	° (Ersatzreibungswinkel)
Kies, tonig, sandig	cal γ	=	20	kN/m ³
	cal γ'	=	12	kN/m ³
	cal ϕ'	=	32	° (Ersatzreibungswinkel)

Anstehend:

Ton, schluffig, kiesig	cal γ	=	19	kN/m ³
weich, weich-steif	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	25	°
	cal c'	=	3	kN/m ²
Ton, schluffig, kiesig	cal γ	=	19	kN/m ³
steif, steif-halbfest	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	25	°
	cal c'	=	5	kN/m ²
Tonstein/ Ton	cal γ	=	22	kN/m ³
entfestigt	cal γ'	=	13	kN/m ³
	cal ϕ'	=	27	°
	cal c'	=	15	kN/m ²
Ton-/ Sand-/ Dolomitstein	cal γ	=	22	kN/m ³
sehr mürb, mäßig mürb	cal γ'	=	13	kN/m ³
	cal ϕ'	=	35	°
	cal c'	=	25	kN/m ²
Kalkstein	cal γ	=	23	kN/m ³
hart	cal γ'	=	13	kN/m ³
	cal ϕ'	=	38	°
	cal c'	=	40	kN/m ²

Dabei sind:

cal γ	=	Feuchtwichte
cal γ'	=	Wichte unter Auftrieb
cal ϕ'	=	Reibungswinkel
cal c'	=	Kohäsion

Hinsichtlich Hinterfüllung und Erddruckbeanspruchung ist das "Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke" zu beachten.

5. Orientierende Chemische Untersuchungen

5.1 Untersuchung nach VwV Boden und DepV

Aus den angetroffenen Auffüllungen wurde eine Mischprobe MP 1 (aus P 1/2, P 2/2, P 3/1, P 3/2, P 4/3, P 5/2, P 6/1, P 8/1 und P 12/1) hergestellt, die im Hinblick auf eine Verwertung außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten nach dem Parameterumfang der "Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial" (VwV Boden) analysiert wurde.

Ergänzend wurde die organoleptisch auffallende Probe P 9/1 nach VwV Boden untersucht und für den Fall einer Entsorgung auf nach Deponieverordnung zugelassenen Deponien wurde zusätzlich nach Deponieverordnung (DepV) analysiert.

Die Analyseergebnisse sind in Anlage 4.1 den Zuordnungswerten nach VwV Boden und in Anlage 4.2 den Zuordnungswerten nach DepV dargestellt.

Danach weist das Material der **MP 1** keine erhöhten Gehalte auf. Alle Parameter unterschreiten die Z 0-Zuordnungswerte der VwV Boden, die für die Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen und zur Verfüllung von Abgrabungen außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten gelten.

Das Material kann daher außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten frei verwendet werden. Falls eine Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen vorgesehen ist, wären ergänzend die Vorsorgewerte nach Anhang 2, Ziff. 4 der BBodSchV zu bestimmen. Diese müssten dann ggfs. zusätzlich untersucht werden.

Im Falle einer Entsorgung kann das Material z. B. auf einer nach VwV Boden genehmigten Erddeponie (Z 0) abgelagert werden.

Für die mit der **Probe P 9/1** untersuchte Auffüllung wurde der Zuordnungswert Z 2 für den Parameter PAK und Benzo(a)pyren überschritten. Das Material fällt daher in die Qualitätsstufe **> Z 2**. Damit ist die Auffüllung nicht verwertbar (> Z 2), und muss entsorgt werden.

Bei einer Entsorgung auf Deponien entspricht das Material gemäß der Analyse der Deponieklasse **DK 3**.

Die vorgenommenen Einstufungen basieren auf Mischproben aus punktuellen Bohrungen, die aufgrund inhomogener Verteilung nicht zwangsläufig repräsentativ für das spätere Aushubmaterial sein müssen. Sie dienen lediglich als Vorab-Information z. B. für Ausschreibungen. Beim Aushub anfallendes Material kann aufgrund inhomogener Zusammensetzung u. U. auch höher belastet sein. Wir empfehlen daher im Zuge der Ausführung weitere Proben untersuchen zu lassen.

5.2 Sulfatanalyse

Das Bauvorhaben liegt stratigraphisch in den Schichten des Lettenkeupers. Hier sind lokal erhöhte Sulfatgehalte zu erwarten. Bei sulfathaltigen Untergrundverhältnissen kann es durch das Einarbeiten von Bindemitteln zu Quellprozessen kommen, die zu Aufwölbungen und Schäden an Bauwerken und Fahrbahnen führen können. Daher wurde die Probe P 7/2 auf Sulfat untersucht.

Tabelle 9: Sulfatanalyse

Probe-Nr.	P 7/2	Sulfatanalyse
Bodenart	Ton	nach ZTV E-StB 17 vorgegebener Grenzwert 0,3 % der Trockenmasse
mg/kg	1400	< 3000

Die Sulfatgehalte der Proben liegen unter dem nach ZTV E-StB 17 vorgegebenen Grenzwert von 0,3 % der Trockenmasse (\cong 3000 mg/kg), welcher als unkritisch für bodenstabilisierende Maßnahmen erachtet wird. Nach den Ergebnissen der Laborversuche ist eine Bodenverbesserung somit möglich.

Sofern im Boden lokal höhere Sulfatgehalte vorliegen, die durch die Probenahme nicht erfasst sind, können Quellhebungen aber nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Wegen der Lage im Lettenkeuper empfehlen wir jedoch dringend, bei einer Bodenverbesserung im Zuge der Ausführung weitere verdachtspezifische Proben untersuchen zu lassen.

Wir weisen darauf hin, dass es beim Einbau von RC-Materialien in Sulfat führenden Böden oder auf verbesserten Schichten zu Hebungen und Bauschäden kommen kann. Wir raten daher von einem Einbau von RC-Material auf entsprechend behandelten Böden bzw. in Böden mit erhöhten Sulfatgehalten dringend ab.

5.3 Betonaggressivität des Grundwassers

Aus der Bohrung B 3 wurde eine Wasserprobe (WP 1) entnommen und auf betonangreifende Bestandteile untersucht.

Nach den vorliegenden Analyseergebnissen ist **das Wasser nach DIN 4030** aufgrund des Gehaltes an Sulfat von 220 mg/l als **schwach angreifend** einzustufen

(s. Anlage 4.3). Nach DIN EN 206-1/ DIN 1045-2 erfolgt die Einstufung des Angriffsgrades somit in die **Expositionsklasse XA 1**.

6. Erdbebenzone

Das Bauvorhaben liegt nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen nach DIN EN 1998-1 in **keiner Erdbebenzone**.

7. Konstruktive und gründungstechnische Maßnahmen

7.1 Hotel

7.1.1 Lastabtragung

Die FFB EG ist bei 330,67 mNN und die RFB UG bei 327,32 mNN geplant. Nach dem Ergebnis der Bohrungen B 1 und B 2 liegen die Gründungssohlen bereits in den Dolomitsteinen.

Bei der Bemessung der Fundamente kann auf dem mindestens mürben Dolomit- und Tonstein ein **Bemessungswert für den Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ von 700 kN/m²** nach DIN 1054:2010-12 angesetzt werden (entspricht einem aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} von 500 kN/m² nach DIN 1054:2005-01).

Voraussetzung für den Ansatz der o.g. Sohlwiderstände ist die Einhaltung einer Mindestbreite von 0,40 m bei Streifen- und 0,80 m bei Einzelfundamenten. Die Einbindetiefe muss mindestens 0,20 m in die Ton-/ Dolomitsteine betragen.

Unter der Bodenplatte ist eine 0,15 m starke, kapillARBrechende Dränschicht, z. B. mit Baustoffgemisch 11/22 mm, vorzusehen.

Auf eine frostsichere Gründung der außenliegenden Fundamente > 1,00 m unter GOK ist zu achten.

Alternativ kann das Gebäude auch über eine Bodenplatte mit lastverteilernder Tragschicht gegründet werden. Nach Vorliegen der Lasten kann für die Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodul-Verfahren ein Bettungsmodul berechnet werden. Die aus der FE-Berechnung mit dem dann errechneten Bettungsmodul resultierenden Verformungen sind auf Bauwerksverträglichkeit zu prüfen. Die Stärke der Tragschicht ist dementsprechend zu dimensionieren.

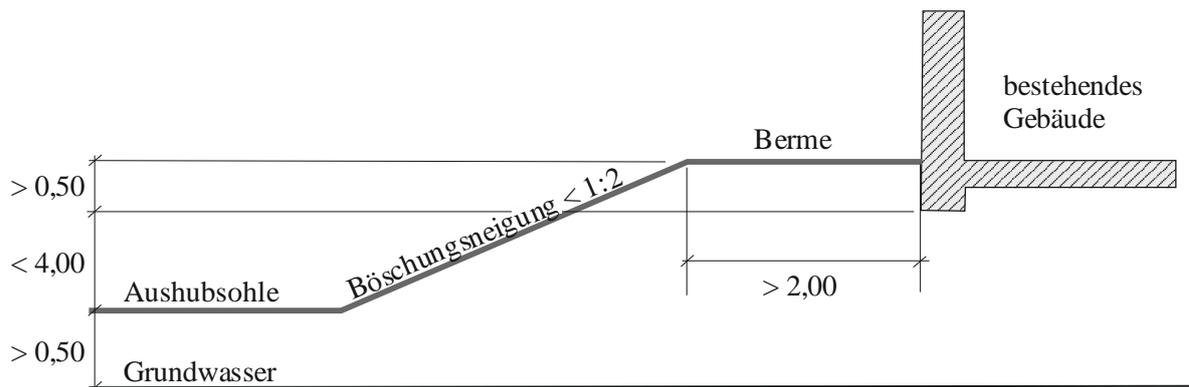
7.1.2 Sicherung der angrenzenden Gebäude

Das geplante Hotel grenzt im UG unmittelbar an den Gewölbekeller des bestehenden Bräuhauses an. Nach den vorliegenden Planunterlagen liegt der Gewölbekeller bei 324,48 mNN. Angaben zur Gründung und Lasten des Bestandes liegen nicht vor.

Im Osten des Gebäudes ist eine bestehende Mauer vorhanden. Angaben zur Gründung und Lasten des Bestandes liegen nicht vor.

Beim Aushub des Baufeldes bzw. der Gründungskörper für den Neubau sind die in nachfolgender Skizze dargestellten Aushubgrenzen der DIN 4123 zwingend zu beachten. Demnach darf der Aushub nur bis 0,50 m über Gründungsniveau Bestand/Mauer erfolgen.

Die Gründungssituation des Bestandes sowie der Mauer muss hierzu im Vorfeld erkundet werden.



Skizze: Aushubgrenzen nach DIN 4123

Sofern der Bestand nicht ausreichend tief gegründet, muss dieser gemäß der DIN 4123 in Abschnitten $< 1,25$ m unterfangen werden. Alternativ kann geprüft werden, ob die Gründungsarbeiten am Neubau vom Niveau des Voraushubs in Abschnitten $< 1,25$ m ausgeführt werden können. Bei durchlaufend bewehrten Fundamentriegeln ist dies jedoch nur mit hohem Aufwand zu realisieren.

Auf die o. g. Maßnahmen kann verzichtet werden, sofern die Grundbruchsicherheit in Abhängigkeit von der erkundeten Gründungstiefe sowie den vorhandenen Lasten des Bestandes für die Bauzustände rechnerisch nachgewiesen wird.

7.1.3 Sicherung der Baugrube

Die Baugrube wird bis rund 4,00 m in das Gelände einschneiden. Böschungen können gemäß DIN 4124 bis $\leq 5,00$ m oberhalb des Grundwassers im Bereich der mindestens steifen Tone mit einer Böschungsneigung von $\beta \leq 60^\circ$ hergestellt werden. In den Auffüllungen ist die Böschungsneigung auf $\beta \leq 45^\circ$ abzuflachen. Im Bereich der Ton- und Dolomitsteine kann mit $\beta \leq 80^\circ$ geböschet werden.

Die Böschungsschulter muss auf einer Breite von mindestens 2,00 m frei von Lasten sein. Bei Lasten an der Böschungsschulter, auch jenseits der 2,00 m, aus Baubetrieb (z.B. Kranstellflächen, Schwerlastverkehr, Zwischenlager) oder angrenzenden Gebäuden sind die Böschungen rechnerisch nachzuweisen.

Um Erosionsschäden zu vermeiden und um die Böschungswände vor Witterungseinflüssen bzw. dem Zutritt von Oberflächenwasser zu schützen, sind die Böschungen gegen überfließendes Niederschlagswasser sowie gegen Austrocknung zu sichern und mit Kunststoffolie abzuhängen. Die Kunststoffolie muss so angebracht werden, dass kein Niederschlagswasser unter die Folie gelangen und die Folie nicht vom Wind weggeklappt werden kann.

Im Bereich zur bestehenden Mauer wird ein freies Böschchen gegebenenfalls nicht möglich sein. Hier wird ein Verbau erforderlich sein. Der Verbau muss rechnerisch nachgewiesen und die Baustoffe dimensioniert werden. Bei der Dimensionierung des Verbaus sind vorhandene Lasten zu beachten und die Leitungsfreiheit im Falle einer Verankerung/Vernagelung zu prüfen. Die Dimensionierung der Verbaumaßnahmen können durch das BFI vorgenommen werden.

Im Übrigen sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) sowie die DIN 4124 zu berücksichtigen.

7.1.4 Wasserhaltung

Nach den bisher gemessenen Wasserständen schneiden die Gebäude nicht in das Grundwasser ein. Temporär muss aber mit höheren Wasserständen bzw. Schichtwasserzutritten sowie Tagwässern gerechnet werden. Das HQ_{100} wird mit 326,50 mNN und das HQ_{Extrem} mit 328,20 mNN angegeben.

Die Wasserhaltung kann während der Bauzeit offen, über einen oder mehrere Pumpensümpfe, die bis mindestens 0,50 m unter die Aushubsohle zu führen sind, erfolgen. Die Pumpensümpfe sind nach Bedarf z. B. an den Eckpunkten der Baugrube anzuordnen. Umlaufend sind Drainagegräben mit einem Gefälle auf die Pumpensümpfe vorzusehen.

7.1.5 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile

Grundwasser wurde bei den Bohrungen B 1 und B 2 nicht angetroffen. In Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch temporär mit Sickerwasserzutritten sowie höheren Grundwasserständen gerechnet werden. Das HQ_{100} wird mit 326,50 mNN und das HQ_{Extrem} mit 328,20 mNN angegeben. Zudem werden verfüllte Baugruben nach starken Niederschlägen allmählich mit Wasser gefüllt.

Zum Schutz der ins Erdreich einschneidenden Bauteile gegen Staunässe und Sickerwasser ist daher entlang der erdberührenden Außenwände gemäß DIN 4095 eine Dränage einzubauen. Als Dränrohr empfiehlt sich ein geschlitztes PVC-Rohr, $\varnothing \geq 100$ mm, über dem eine Dränschicht ausgebildet wird (Hinterfüllung mit sandigem Kies oder Anbringen von Dränplatten bzw. Sickersteinen). Zudem empfehlen wir, gegen das Erdreich ein Filtervlies (Klasse 3) einzulegen, um ein Einspülen von Feinteilen in die Dränage zu verhindern. Die Dränage ist durch den Einbau von Spülschächten so auszubilden, dass sie gespült werden kann. Die Dränage ist an eine rückstaufreie Vorflut anzuschließen. Die Abdichtung ist dann nach DIN 18533 gemäß Wassereinwirkungsklasse W 1.2 E herzustellen.

Unter der Bodenplatte ist eine 0,15 m starke, kapillarbrechende Dränschicht (z. B. Kies oder Schotter 11/22 mm) einzubauen und an die Ringdränage anzuschließen.

Über die Dränage findet keine permanente Absenkung des Grundwassers statt.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen schneidet die Bodenplatte nicht in das Grundwasser ein. Wir empfehlen jedoch im Vorfeld der weiteren Planung mit dem Landratsamt abzustimmen, ob Dränagen im vorliegenden Fall genehmigt werden.

Ist die Ausbildung einer Dränage genehmigungsrechtlich, aus Platzgründen oder wegen der fehlenden Vorflut nicht machbar, ist eine wasserdichte Ausführung vorzusehen.

Das Gebäude ist entsprechend bis zum Niveau einer Begrenzungsdränage, die an eine rückstaufreie Vorflut angeschlossen wird, auftriebssicher und wasserdicht herzustellen. Alternativ kann das Gebäude bis GOK auftriebssicher und wasserdicht ausgeführt werden.

Bei Ausführung von wasserundurchlässigen Bauteilen gemäß der DafStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton“ ist der **Bemessungswasserstand** dann auf das Niveau der Begrenzungsdränage bzw. auf OK Gelände anzusetzen. Weiterhin gilt die **Beanspruchungsklasse 1** (ständig und zeitweise drückendes Wasser).

Wird nicht gemäß der o.g. DafStb-Richtlinie gebaut, so sind Abdichtungsmaßnahmen der erdberührenden Bauteile gemäß DIN 18533 vorzusehen. Für diese gilt im vorliegenden Fall ohne Dränagen die **Wassereinwirkungsklasse W 2.2 E**.

7.1.6 Arbeitsraumverfüllung

Die in den Bohrungen angetroffenen mindestens steifen Tone können zum Verfüllen der Arbeitsräume verwendet werden, wenn Setzungen an der Geländeoberfläche toleriert werden (z.B. in Grünflächen).

Es ist jedoch auf eine trockene, witterungsgeschützte Zwischenlagerung zu achten, um ein Aufweichen des Materials zu verhindern. Wird weiches oder aufgeweichtes Material eingebaut, so muss mit starken Setzungen gerechnet werden, da die Verdichtbarkeit des Bodens mit zunehmendem Wassergehalt abfällt und eine ausreichende Verdichtung bei sehr hohen Wassergehalten des Bodens dann nicht mehr möglich ist.

Überbaute Arbeitsräume, in denen keine Setzungen auftreten dürfen, wie bspw. unter Zufahrten, Terrassen oder PKW-Stellflächen, sind mit bindigkeitsarmem, gut abgestuftem Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm zu verfüllen und mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Auch sind entsprechende Verdichtungsnachweise zu erbringen.

7.2 Erweiterung Bräuhaus

7.2.1 Lastabtragung

Die RFB UG Hof des Anbaus ist nach den aktuellen Planunterlagen bei 325,03 mNN geplant. Nach dem Ergebnis der Bohrungen B 3 und B 4 liegen die Gründungssohlen lokal in den Auffüllungen und lokal bereits in den sehr mürben Sandsteinen.

Die Auffüllungen sind für die Gründung des Gebäudes nicht geeignet, da diese inhomogen zusammengesetzt und unzureichend verdichtet sein können. Bei einer Überbauung sind daher unkalkulierbare Setzungen zu erwarten, die zu Bauwerksschäden führen werden. Die Auffüllungen sind daher zu durchgründen.

Sofern Reste des alten Bestandes unterhalb des Aushubniveaus liegen, sind diese im Fundamentbereich restlos zu entfernen und unterhalb von Bodenplatten bis 0,50 m unter UK der Platte abzuspitzen.

Bei der Bemessung der Fundamente kann auf dem mindestens sehr mürben Sand-/ Tonstein ein **Bemessungswert für den Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ von 700 kN/m²** nach DIN 1054:2010-12 angesetzt werden (entspricht einem aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} von 500 kN/m² nach DIN 1054:2005-01).

Voraussetzung für den Ansatz der o.g. Sohlwiderstände ist die Einhaltung einer Mindestbreite von 0,40 m bei Streifen- und 0,80 m bei Einzelfundamenten. Die Einbindetiefe muss mindestens 0,20 m in die Sand-/ Tonsteine betragen.

Unter der Bodenplatte ist eine 0,15 m starke, kapillARBrechende Dränschicht, z. B. mit Baustoffgemisch 11/22 mm, vorzusehen.

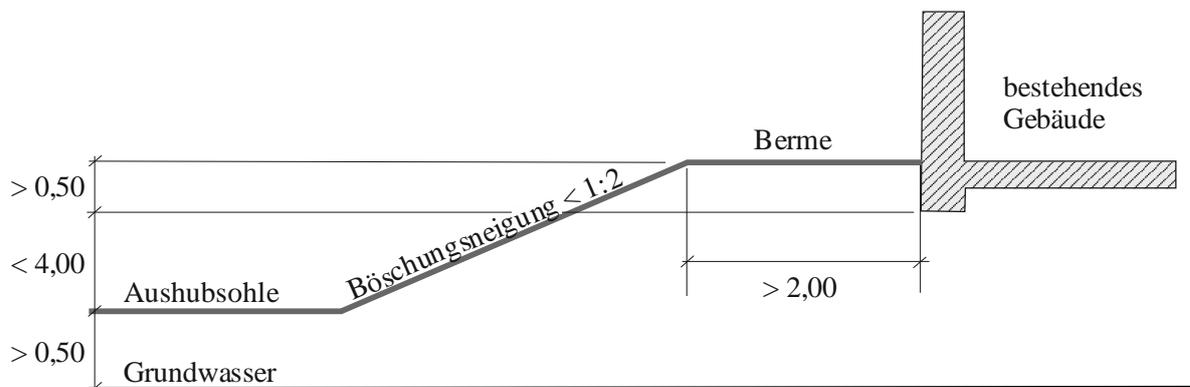
Auf eine frostsichere Gründung der außenliegenden Fundamente > 1,00 m unter GOK ist zu achten.

7.2.2 Sicherung der angrenzenden Gebäude

Die geplante Erweiterung grenzt unmittelbar an das Bestandsgebäude an. Nach den vorliegenden Planunterlagen liegt der Gewölbekeller bei 324,48 mNN und das Lager bei 325,53 mNN. Angaben zur Gründung und Lasten des Bestandes liegen nicht vor.

Beim Aushub des Baufeldes bzw. der Gründungskörper für die Erweiterung sind die in nachfolgender Skizze dargestellten Aushubgrenzen der DIN 4123 zwingend zu beachten. Demnach darf der Aushub nur bis 0,50 m über Gründungsniveau Bestand/Mauer erfolgen.

Die Gründungssituation des Bestandes muss hierzu im Vorfeld erkundet werden.



Skizze: Aushubgrenzen nach DIN 4123

In Bereichen, in denen der Bestand nicht ausreichend tief gegründet, muss dieser gemäß der DIN 4123 in Abschnitten <math>< 1,25</math> m unterfangen werden. Alternativ kann geprüft werden, ob die Gründungsarbeiten am Neubau vom Niveau des Voraushubs in Abschnitten <math>< 1,25</math> m ausgeführt werden können. Bei durchlaufend bewehrten Fundamentriegeln ist dies jedoch nur mit hohem Aufwand zu realisieren.

Auf die o. g. Maßnahmen kann verzichtet werden, sofern die Grundbruchsicherheit in Abhängigkeit von der erkundeten Gründungstiefe sowie den vorhandenen Lasten des Bestandes für die Bauzustände rechnerisch nachgewiesen wird.

7.2.3 Sicherung der Baugrube

Die Baugrube wird bis rund 4,50 m in das Gelände einschneiden. Böschungen können gemäß DIN 4124 bis $\leq 5,00$ m oberhalb des Grundwassers im Bereich der Auffüllungen mit einer Böschungsneigung von $\beta \leq 45^\circ$ hergestellt werden. Im Bereich der Ton-/ Kalk- und Sandsteine kann mit $\beta \leq 80^\circ$ geböschet werden.

Die Böschungsschulter muss auf einer Breite von mindestens 2,00 m frei von Lasten sein. Bei Lasten an der Böschungsschulter, auch jenseits der 2,00 m, aus Baubetrieb (z.B. Kranstellflächen, Schwerlastverkehr, Zwischenlager) oder angrenzenden Gebäuden sind die Böschungen rechnerisch nachzuweisen.

Um Erosionsschäden zu vermeiden und um die Böschungswände vor Witterungseinflüssen bzw. dem Zutritt von Oberflächenwasser zu schützen, sind die Böschungen gegen überfließendes Niederschlagswasser sowie gegen Austrocknung zu sichern und mit Kunststoffolie abzuhängen. Die Kunststoffolie muss so angebracht werden, dass kein Niederschlagswasser unter die Folie gelangen und die Folie nicht vom Wind weggeklappt werden kann.

Sofern ein freies Böschchen gegebenenfalls nicht möglich ist, wird ein Verbau erforderlich sein. Der Verbau muss rechnerisch nachgewiesen und die Baustoffe dimensioniert werden. Bei der Dimensionierung des Verbaus sind vorhandene Lasten zu beachten und die Leitungsfreiheit im Falle einer Verankerung/Vernagelung zu prüfen. Die Dimensionierung der Verbaumaßnahmen können durch das BFI vorgenommen werden.

Im Übrigen sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) sowie die DIN 4124 zu berücksichtigen.

7.2.4 Wasserhaltung

Nach den bisher gemessenen Wasserständen schneiden die Gebäude bereits in das Grundwasser ein. Temporär muss zudem mit höheren Wasserständen bzw. Schichtwasserzutritten sowie Tagwässern gerechnet werden. Das HQ_{100} wird mit 326,50 mNN und das HQ_{Extrem} mit 328,20 mNN angegeben.

Die Wasserhaltung kann während der Bauzeit offen, über einen oder mehrere Pumpensümpfe, die bis mindestens 0,50 m unter die Aushubsohle zu führen sind, erfolgen. Die Pumpensümpfe sind nach Bedarf z. B. an den Eckpunkten der Baugrube anzuordnen. Umlaufend sind Drainagegräben mit einem Gefälle auf die Pumpensümpfe vorzusehen.

7.2.5 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile

Grundwasser wurde nur in der Bohrung B 3 bei 323,50 mNN gemessen. In Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch auch mit höheren Grundwasserständen gerechnet werden. Zudem werden verfüllte Baugruben nach starken Niederschlägen allmählich mit Wasser gefüllt. Das HQ_{100} wird mit 326,50 mNN und das HQ_{Extrem} mit 328,20 mNN angegeben.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen schneidet die Bodenplatte bereits in das Grundwasser ein. Wir empfehlen daher im Vorfeld der weiteren Planung mit dem Landratsamt abzustimmen, ob Dränagen im vorliegenden Fall genehmigt werden.

Wir weisen darauf hin, dass der Baugrund unter höher gründenden Bereichen des Bestandes durch die tiefer liegenden Dränagen im UG der Erweiterung im Laufe der Zeit ausgetrocknet wird. Es kann dann zu Setzungsschäden durch Austrocknung und Schrumpfung des Baugrundes kommen.

Aufgrund der gemessenen Wasserstände sowie der Gefahr der Austrocknung empfehlen wir, das UG Hof in WU-Beton herzustellen. Das Gebäude ist entsprechend bis zum Niveau einer Begrenzungsdrainage, die an eine rückstaufreie

Vorflut angeschlossen wird, auftriebssicher und wasserdicht herzustellen. Alternativ kann das Gebäude bis GOK auftriebssicher und wasserdicht ausgeführt werden.

Die Begrenzungsdränage auf dem Niveau der Gründungssohlen des Bestandes entlang der erdberührenden Außenwände gemäß DIN 4095 einzubauen. Als Dränrohr empfiehlt sich ein geschlitztes PVC-Rohr, $\varnothing \geq 100$ mm, über dem eine Dränschicht ausgebildet wird (Hinterfüllung mit sandigem Kies oder Anbringen von Dränplatten bzw. Sickersteinen). Zudem empfehlen wir, gegen das Erdreich ein Filtervlies (Klasse 3) einzulegen, um ein Einspülen von Feinteilen in die Dränage zu verhindern. Die Dränage ist durch den Einbau von Spülschächten so auszubilden, dass sie gespült werden kann. Die Dränage ist an eine rückstaufreie Vorflut anzuschließen. Die Abdichtung oberhalb der Dränage ist dann nach DIN 18533 gemäß Wassereinwirkungsklasse W 1.2 E herzustellen.

Bei Ausführung von wasserundurchlässigen Bauteilen gemäß der DafStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton“ ist der **Bemessungswasserstand** dann auf das Niveau der Begrenzungsdränage bzw. auf OK Gelände anzusetzen. Weiterhin gilt die **Beanspruchungsklasse 1** (ständig und zeitweise drückendes Wasser).

Wird nicht gemäß der o.g. DafStb-Richtlinie gebaut, so sind Abdichtungsmaßnahmen der erdberührenden Bauteile gemäß DIN 18533 vorzusehen. Für diese gilt im vorliegenden Fall ohne Dränagen die **Wassereinwirkungsklasse W2.2.E**

7.2.6 Arbeitsraumverfüllung

Die in den Bohrungen angetroffenen und beim Aushub anfallenden, mindestens steifen Tone sowie die Festgesteine bis Steinkorngröße (< 200 mm) können zum Verfüllen der Arbeitsräume verwendet werden, wenn Setzungen an der Geländeoberfläche toleriert werden (z.B. in Grünflächen). Steinblöcke müssen entweder separiert oder zerkleinert werden, um sie zum Verfüllen der Arbeitsräume verwenden zu können. Es ist darauf zu achten, dass das Material gut kornabgestuft ist und hohlraumfrei verdichtet werden kann.

Es ist jedoch auf eine trockene, witterungsgeschützte Zwischenlagerung zu achten, um ein Aufweichen des Materials zu verhindern. Wird weiches oder aufgeweichtes Material eingebaut, so muss mit starken Setzungen gerechnet werden, da die Verdichtbarkeit des Bodens mit zunehmendem Wassergehalt abfällt und eine ausreichende Verdichtung bei sehr hohen Wassergehalten des Bodens dann nicht mehr möglich ist.

Überbaute Arbeitsräume, in denen keine Setzungen auftreten dürfen, wie bspw. unter Zufahrten, Terrassen oder PKW-Stellflächen, sind mit bindigkeitsarmem, gut abgestuftem Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm zu verfüllen und mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Auch sind entsprechende Verdichtungsnachweise zu erbringen.

7.3 Mehrfamilienhäuser

7.3.1 Lastabtragung

Die RFB der Tiefgarage der Mehrfamilienhäuser ist nach den vorliegenden Planunterlagen zwischen 326,42 mNN und 326,59 mNN geplant. Nach den Ergebnissen der Bohrungen B 5 bis B 12 liegen die Gründungssohlen größtenteils bereits in den mindestens mürben Ton- und Dolomitsteinen. Im Bereich der Bohrung B 9 liegen die Gründungssohlen in den Auffüllungen.

Die Auffüllungen sind für die Gründung des Gebäudes nicht geeignet, da diese inhomogen zusammengesetzt und unzureichend verdichtet sein können. Bei einer Überbauung sind daher unkalkulierbare Setzungen zu erwarten, die zu Bauwerksschäden führen werden. Die Auffüllungen sind daher zu durchgründen.

Um Setzungsdifferenzen auszuschließen, muss die Gründung einheitlich auf den mindestens mürben Festgesteinen erfolgen. Hierzu erforderliche Fundamentvertiefungen können als lokale Plomben mit Magerbeton ausgeführt werden.

Bei der Bemessung der Fundamente und Fundamentvertiefungen kann auf dem mindestens mürben Ton-/ Dolomitstein ein **Bemessungswert für den Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ von 700 kN/m²** nach DIN 1054:2010-12 angesetzt werden (entspricht einem aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} von 500 kN/m² nach DIN 1054:2005-01).

Voraussetzung für den Ansatz der o.g. Sohlwiderstände ist die Einhaltung einer Mindestbreite von 0,40 m bei Streifen- und 0,80 m bei Einzelfundamenten. Die Einbindetiefe muss mindestens 0,20 m in die Ton-/ Dolomitsteine betragen.

Unter der Bodenplatte ist eine 0,15 m starke, kapillarbrechende Dränschicht, z. B. mit Baustoffgemisch 11/22 mm, vorzusehen.

Auf eine frostsichere Gründung der außenliegenden Fundamente > 1,00 m unter GOK ist zu achten.

7.3.2 Sicherung der Baugrube

Die Baugrube wird nach den Ansatzhöhen der Bohrungen bis rund 6,00 m in das Gelände einschneiden. Böschungen können gemäß DIN 4124 bis $\leq 5,00$ m oberhalb des Grundwassers im Bereich der mindestens steifen Tone mit einer Böschungsneigung von $\beta \leq 60^\circ$ hergestellt werden. In weichen Tonen sowie in den Auffüllungen ist die Böschungsneigung auf $\beta \leq 45^\circ$ abzuflachen. Im Bereich der mindestens mürben Ton-/ Dolomit- und Sandsteine kann mit $\beta \leq 80^\circ$ geböschet werden.

Die Böschungsschulter muss auf einer Breite von mindestens 2,00 m frei von Lasten sein. Bei Lasten an der Böschungsschulter, auch jenseits der 2,00 m, aus Baubetrieb (z.B. Kranstellflächen, Schwerlastverkehr, Zwischenlager) oder angrenzenden Gebäuden sind die Böschungen rechnerisch nachzuweisen.

Um Erosionsschäden zu vermeiden und um die Böschungswände vor Witterungseinflüssen bzw. dem Zutritt von Oberflächenwasser zu schützen, sind die Böschungen gegen überfließendes Niederschlagswasser sowie gegen Austrocknung zu sichern und mit Kunststoffolie abzuhängen. Die Kunststoffolie muss so angebracht werden, dass kein Niederschlagswasser unter die Folie gelangen und die Folie nicht vom Wind weggeklappt werden kann.

Im Übrigen sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) sowie die DIN 4124 zu berücksichtigen.

Die Böschungshöhen werden für einen Teil der Baugrube 5,00 m überschreiten. Böschungen die > 5,00 m in das Gelände einschneiden sind gemäß DIN 4124 über einen Standsicherheitsnachweis zu prüfen.

Aufgrund der beengten Platzverhältnisse wird lokal ein Verbau erforderlich sein. Der Verbau muss rechnerisch nachgewiesen und die Baustoffe dimensioniert werden. Bei der Dimensionierung des Verbaus sind vorhandene Lasten zu beachten und die Leitungsfreiheit im Falle einer Verankerung/Vernagelung zu prüfen. Die Dimensionierung der Verbaumaßnahmen können durch das BFI vorgenommen werden.

7.3.3 Wasserhaltung

Nach den bisher gemessenen Wasserständen schneiden die Gebäude nicht in das Grundwasser ein. Temporär muss aber mit höheren Wasserständen bzw. Schichtwasserzutritten sowie Tagwässern gerechnet werden. Das HQ_{100} wird mit 326,50 mNN und das HQ_{Extrem} mit 328,20 mNN angegeben.

Die Wasserhaltung kann während der Bauzeit offen, über einen oder mehrere Pumpensümpfe, die bis mindestens 0,50 m unter die Aushubsohle zu führen sind, erfolgen. Die Pumpensümpfe sind nach Bedarf z. B. an den Eckpunkten der Baugrube anzuordnen. Umlaufend sind Drainagegräben mit einem Gefälle auf die Pumpensümpfe vorzusehen.

7.3.4 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile

Grundwasser wurde bei den Bohrungen B 5 bis B 12 nicht angetroffen. In Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch temporär mit Sickerwasserzutritten sowie höheren Grundwasserständen gerechnet werden. Das HQ_{100} wird mit 326,50 mNN und das HQ_{Extrem} mit 328,20 mNN angegeben. Zudem werden verfüllte Baugruben nach starken Niederschlägen allmählich mit Wasser gefüllt.

Wir weisen darauf hin, dass die Tiefgarage bei einem HQ_{100} -Ereignis geflutet wird.

Zum Schutz der ins Erdreich einschneidenden Bauteile gegen Staunässe und Sickerwasser ist daher entlang der erdberührenden Außenwände gemäß DIN 4095 eine Dränage einzubauen. Als Dränrohr empfiehlt sich ein geschlitztes PVC-Rohr, $\varnothing \geq 100$ mm, über dem eine Dränschicht ausgebildet wird (Hinterfüllung mit sandigem Kies oder Anbringen von Dränplatten bzw. Sickersteinen). Zudem empfehlen wir, gegen das Erdreich ein Filtervlies (Klasse 3) einzulegen, um ein Einspülen von Feinteilen in die Dränage zu verhindern. Die Dränage ist durch den Einbau von Spülschächten so auszubilden, dass sie gespült werden kann. Die Dränage ist an eine rückstaufreie Vorflut anzuschließen. Die Abdichtung ist dann nach DIN 18533 gemäß Wassereinwirkungsklasse W 1.2 E herzustellen.

Unter der Bodenplatte ist eine 0,15 m starke, kapillARBrechende Dränschicht (z. B. Kies oder Schotter 11/22 mm) einzubauen und an die Ringdränage anzuschließen.

Über die Dränage findet keine permanente Absenkung des Grundwassers statt.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen schneidet die Bodenplatte nicht in das Grundwasser ein. Wir empfehlen jedoch im Vorfeld der weiteren Planung mit dem Landratsamt abzustimmen, ob Dränagen im vorliegenden Fall genehmigt werden.

Ist die Ausbildung einer Dränage genehmigungsrechtlich, aus Platzgründen oder wegen der fehlenden Vorflut nicht machbar, ist eine wasserdichte Ausführung vorzusehen. Das Gebäude ist entsprechend bis zum Niveau einer Begrenzungsdränage, die an eine rückstaufreie Vorflut angeschlossen wird, auftriebssicher und wasserdicht herzustellen. Alternativ kann das Gebäude bis GOK auftriebssicher und wasserdicht ausgeführt werden.

Bei Ausführung von wasserundurchlässigen Bauteilen gemäß der DafStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton“ ist der **Bemessungswasserstand** dann auf das Niveau der Begrenzungsdränage bzw. auf OK Gelände anzusetzen. Weiterhin gilt die **Beanspruchungsklasse 1** (ständig und zeitweise drückendes Wasser).

Wird nicht gemäß der o.g. DafStb-Richtlinie gebaut, so sind Abdichtungsmaßnahmen der erdberührenden Bauteile gemäß DIN 18533 vorzusehen. Für diese gilt im vorliegenden Fall ohne Dränagen die **Wassereinwirkungsklasse W 2.2 E**.

7.3.5 Arbeitsraumverfüllung

Die in den Bohrungen angetroffenen und beim Aushub anfallenden, mindestens steifen Tone sowie die Festgesteine bis Steinkorngröße (< 200 mm) können zum Verfüllen der Arbeitsräume verwendet werden, wenn Setzungen an der Geländeoberfläche toleriert werden (z.B. in Grünflächen). Steinblöcke müssen entweder separiert oder zerkleinert werden, um sie zum Verfüllen der Arbeitsräume verwenden zu können. Es ist darauf zu achten, dass das Material gut kornabgestuft ist und hohlraumfrei verdichtet werden kann.

Es ist jedoch auf eine trockene, witterungsgeschützte Zwischenlagerung zu achten, um ein Aufweichen des Materials zu verhindern. Wird weiches oder aufgeweichtes Material eingebaut, so muss mit starken Setzungen gerechnet werden, da die Verdichtbarkeit des Bodens mit zunehmendem Wassergehalt abfällt und eine ausreichende Verdichtung bei sehr hohen Wassergehalten des Bodens dann nicht mehr möglich ist.

Überbaute Arbeitsräume, in denen keine Setzungen auftreten dürfen, wie bspw. unter Zufahrten, Terrassen oder PKW-Stellflächen, sind mit bindigkeitsarmem, gut abgestuftem Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm zu verfüllen und mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Auch sind entsprechende Verdichtungsnachweise zu erbringen.

7.4 Standsicherheitsnachweis Stadtmauer

Die UK der Mauer wurde bei der Schrägbohrung SB 2 bei 324,55 mNN erkundet und gründet in den Ton-/ Sandsteinen.

Bei den Horizontalbohrungen wurde festgestellt, dass die Mauer aus Sandsteinen bzw. Sandsteinblöcken hergestellt ist und in Teilbereichen mit Beton verkleidet wurde. Die Hinterfüllung wurde mit steifen Tonen erkundet.

Die Mauer wurde beim Ortstermin am 28.10.2020 an fünf Schnitten aufgemessen. Die Standsicherheit der Mauer wird auftragsgemäß am ungünstigsten Schnitt mit den erkundeten Untergrundverhältnisse und Abmessungen berechnet.

Die Standsicherheitsnachweise wurden nach DIN 1054:2010 und EC 7 geführt. Die Nachweise wurden mit dem Programm DC Winkel der DC-Software, München geführt.

In der DIN 1054 werden die geotechnischen Nachweise als Bemessungssituationen bezeichnet. Dabei werden „ständige Bemessungssituationen“ (BS-P), „vorübergehende Bemessungssituationen“ (BS-T) und „außergewöhnliche Bemessungssituationen“ (BS-A) unterschieden. Es wurde hier der Lastfall BS-P für den Endzustand untersucht.

Für den Endzustand (BS-P) wurde im Bereich der Grabenstraße eine Nutzlast von 10 kN/m² berücksichtigt.

Das Berechnungsergebnis am Schnitt 1 ist in nachfolgender Tabelle 10 zusammengefasst und aus Anlage 5 ersichtlich:

Tabelle 10: Nachweis Mauer

Schnitt	LF	Kippen	Lage- sicherheit	Gleiten E_d/R_d	Grund- bruch	Gelände- bruch E_d/R_d
Schnitt 1	BS-P	erfüllt	erfüllt	0,47	0,65	0,43

Das o.a. Berechnungsergebnis zeigt, dass für die bestehende Mauer eine ausreichende Äußere Standsicherheit erreicht wird.

8. Abnahme und Haftung

Haftungsvoraussetzungen sind:

- Die Zusendung der Ausführungspläne
- der rechnerische Nachweis für Böschungen > 5,00 m
- rechnerische Nachweise für Verbaumaßnahmen
- die Hinzuziehung des BFI zur Erkundung der Gründungssituation des Bestandes und zur Festlegung der Sicherungsmaßnahmen
- die Abnahme ggf. erforderlicher Unterfangungskörper
- die Abnahme der Baugrubenböschungen
- die Abnahme der Gründungssohlen

Für das BFI:



Dipl.-Ing. G. Zeiser

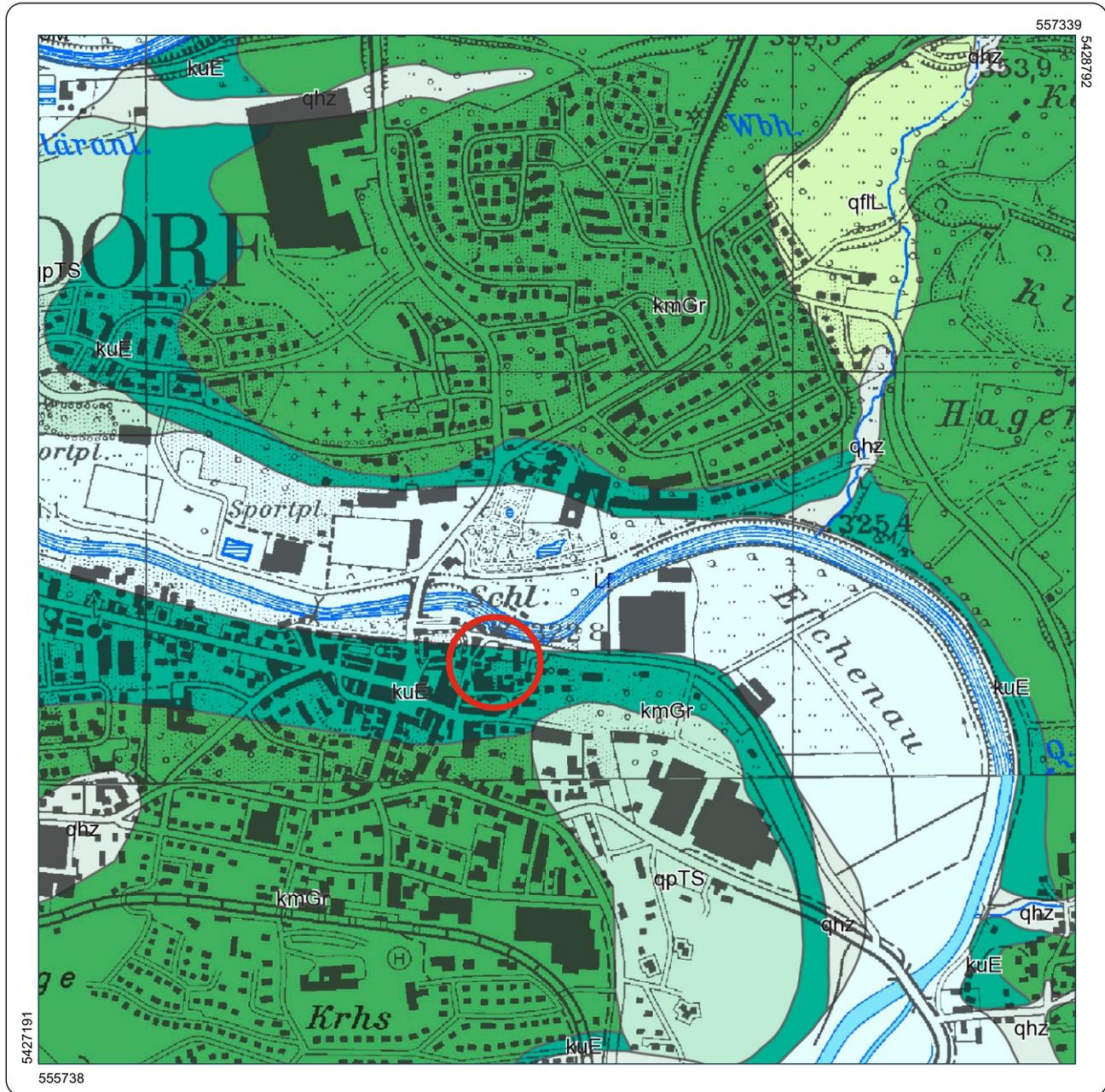
Sachbearbeiter:



B.Eng. S. Eiberger

gez. Aspacher

M.Sc. Geowiss. A. Aspacher



GK50: Geologische Einheiten (Flächen)

GeoLa Geologie: Geologische Einheiten (Flächen)

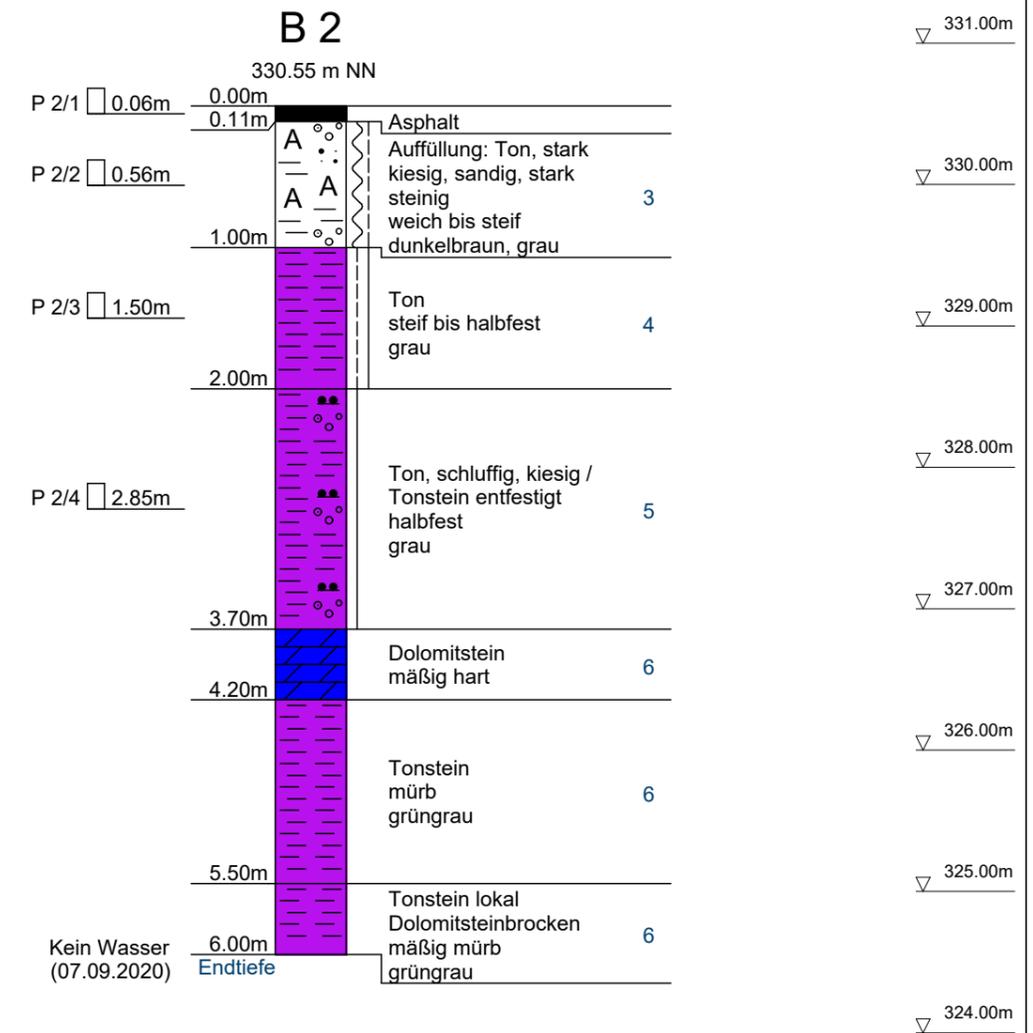
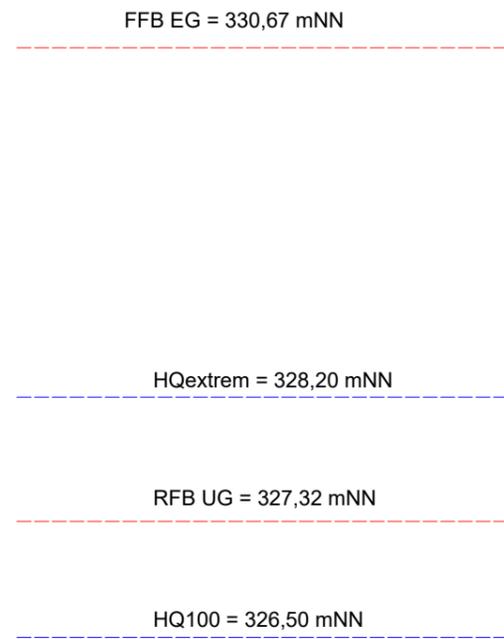
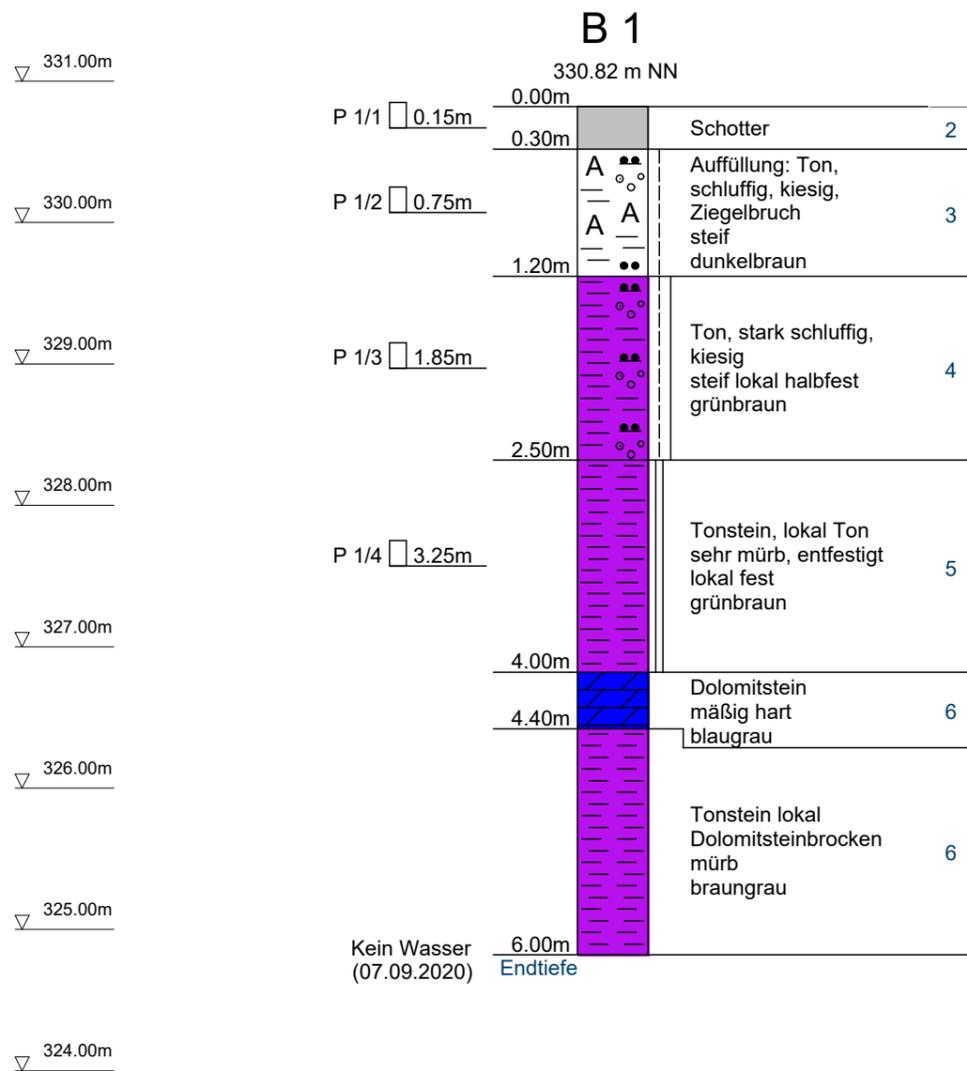
- Lössführende Fließerde (qflL)
- Holozäne Abschwemmassen (qhz)
- Auenlehm (Lf)
- Terrassensedimente (Mittelgebirge) (qpTS)
- Mainhardt-Formation (Obere Bunte Mergel) (kmMh)
- Hassberge-Formation (Kieselsandstein) (kmHb)
- Steigerwald-Formation (Untere Bunte Mergel) (kmSw)
- Stuttgart-Formation (Schilfsandsteine, Dunkle Mergel) (kmSt)
- Grabfeld-Formation (Gipskeuper) (kmGr)
- Erfurt-Formation (Lettenkeuper) (kuE)
- Meißner-Formation (moM)

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 120528
		Anlage: 1.1
Projekt: Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus		
Geologische Karte		Maßstab: 1 : 10.000
Auftraggeber: Schick GmbH Eisvogelweg 16, 74405 Gaildorf		
Datum: 21.10.2020	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se

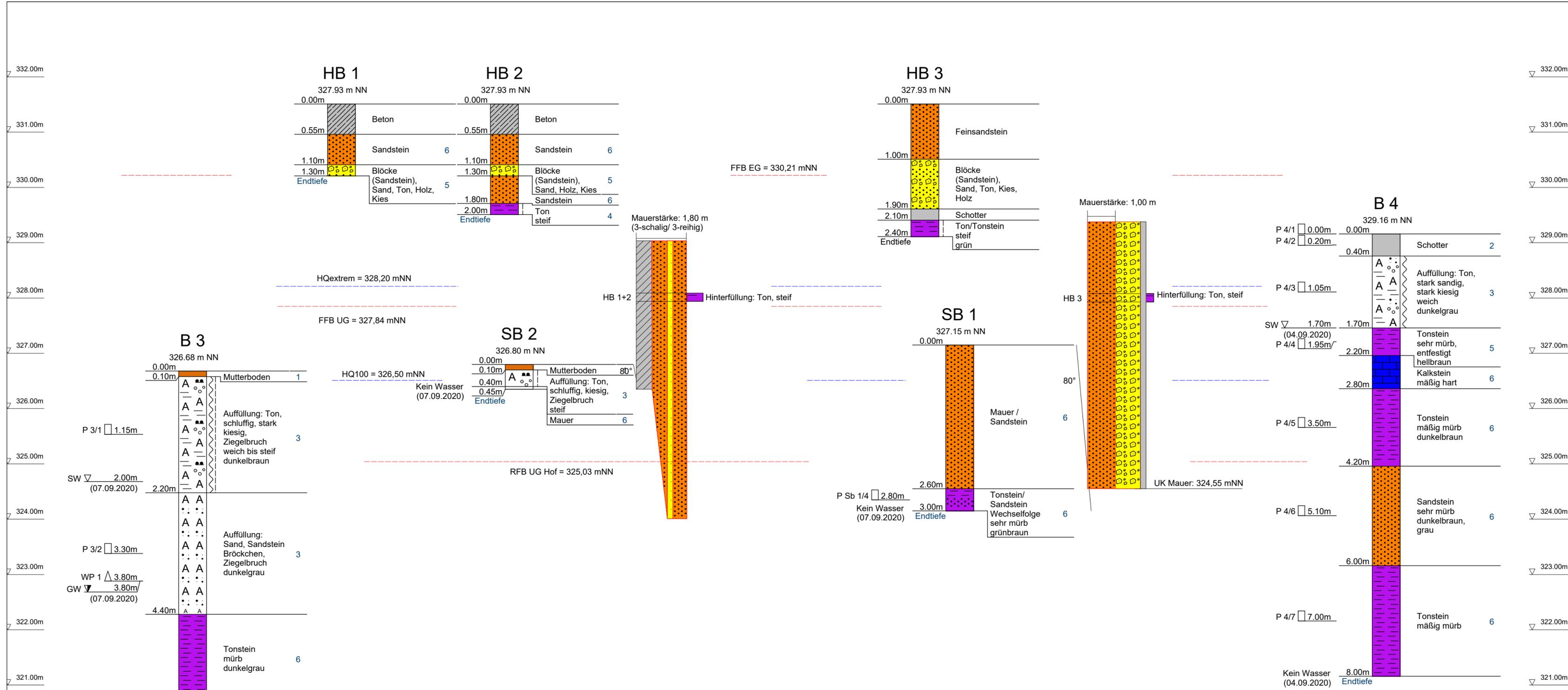


- Legende:**
- Bohrung
 - ▲ Schrägbohrung
 - horizontale Kernbohrung (durch Stadtmauer)

<h1 style="margin: 0;">BFI</h1>	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 120528 Anlage: 1.2
	Projekt: Gaillardorf, Quartierbebauung Bräuhaus	
Lageplan mit Lage der Aufschlüsse		Maßstab: 1 : 333
Auftraggeber: Schick GmbH Eisenweg 16, 74402 Gaillardorf		
Datum: 22.10.2020	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se

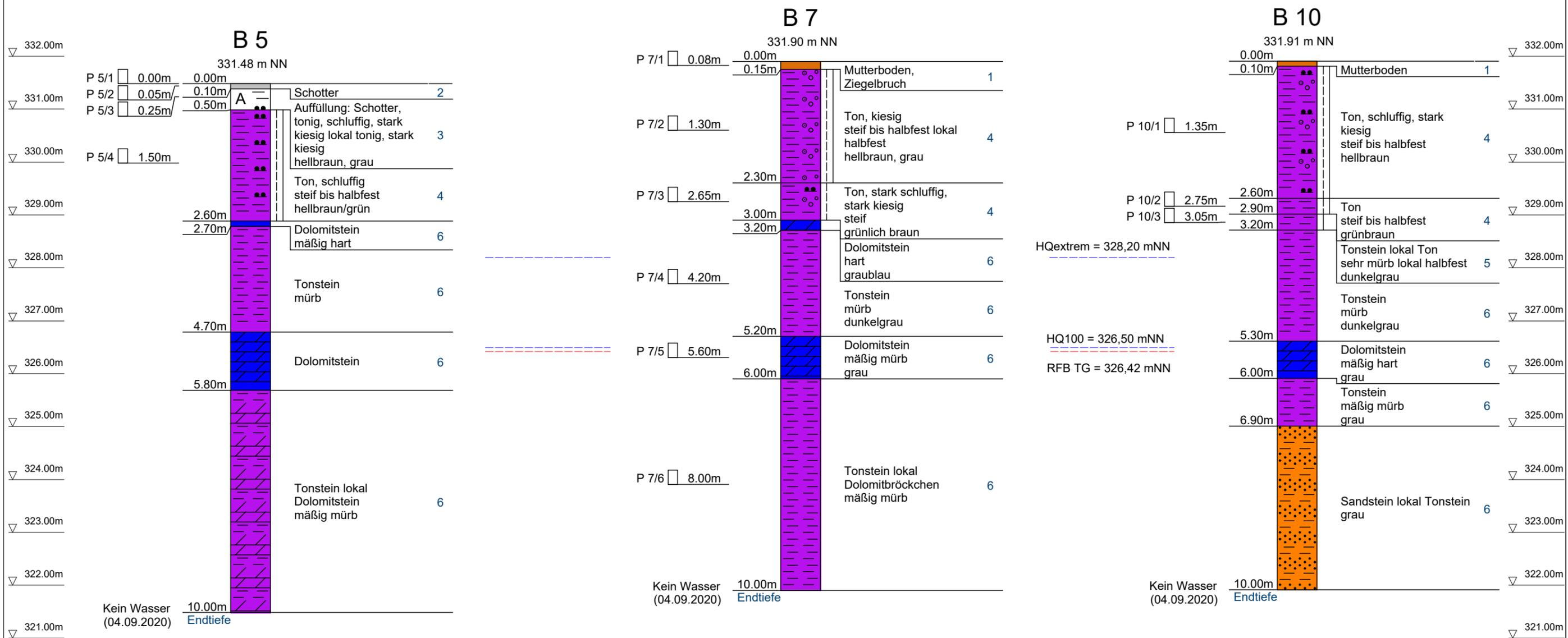


BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29 bfi@bfi-zeiser.de Internet: www.bfi-zeiser.de	Az:	120528
	Anlage:	2.1
	Schnitt:	Hotel
	Maßstab:	1:50
	Datum:	04.11.2020
	aufgenommen:	07.09.2020, aa
	Projekt:	Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus

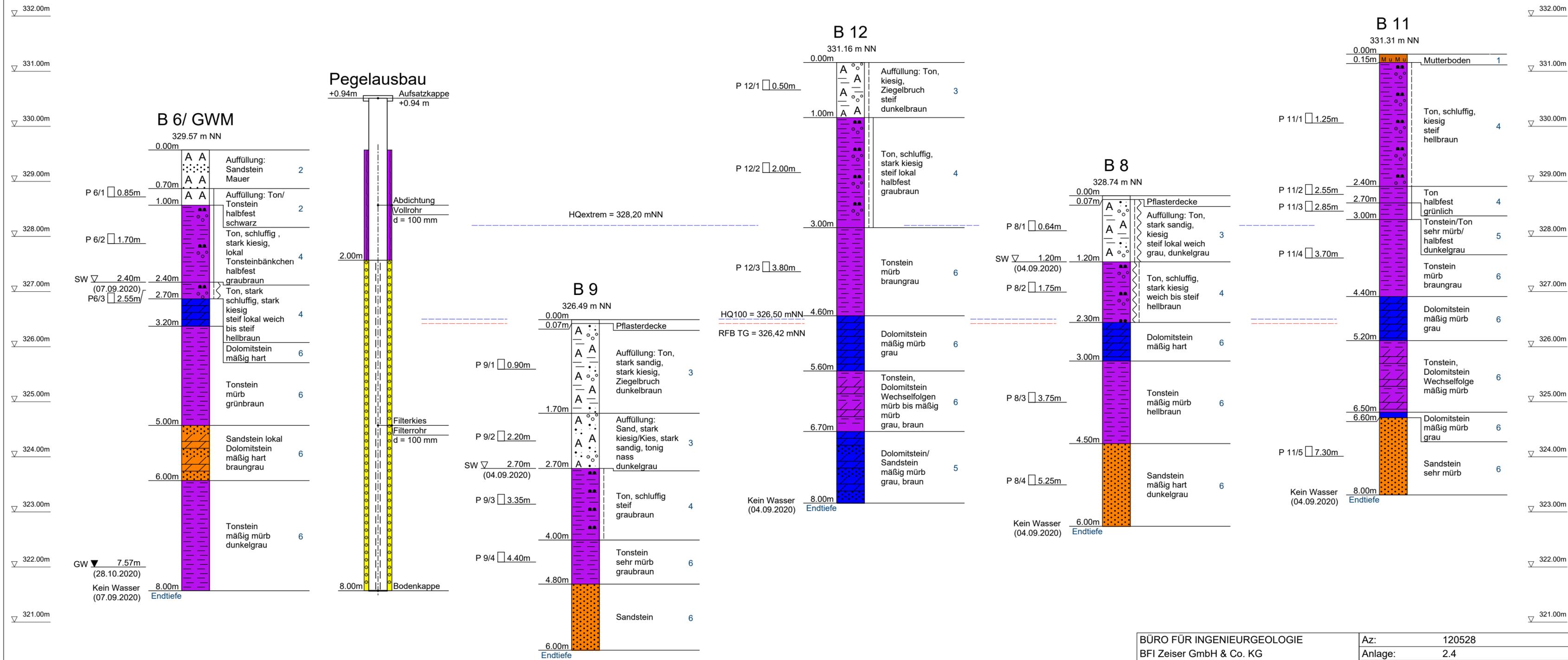


BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE		Az:	120528
BFI Zeiser GmbH & Co. KG		Anlage:	2.2
Mühlgraben 34 - 73479 Eilwangen		Schnitt:	Bräuhaus
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29		Maßstab:	1:50
bfi@bfi-zeiser.de		Datum:	04.11.2020
Internet: www.bfi-zeiser.de		aufgenommen:	04.-07.09.2020, aa

Projekt: Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus



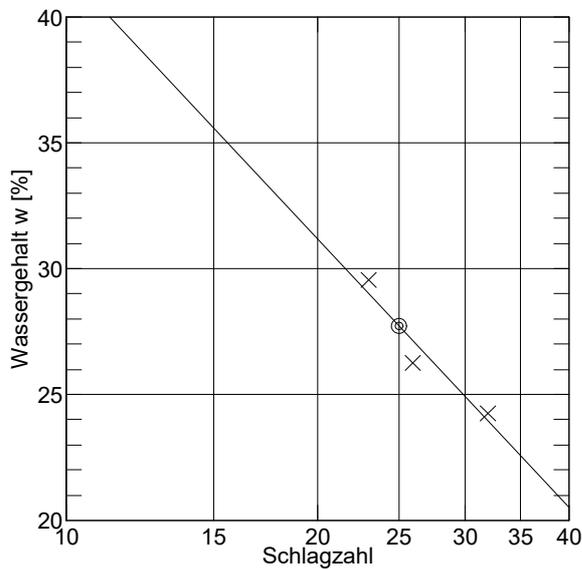
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29 bfi@bfi-zeiser.de Internet: www.bfi-zeiser.de	Az:	120528
	Anlage:	2.3
	Schnitt:	
	Maßstab:	1:75
	Datum:	04.11.2020
	aufgenommen:	04.09.2020, aa
Projekt: Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus		



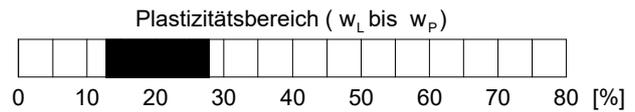
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29 bfi@bfi-zeiser.de Internet: www.bfi-zeiser.de	Az:	120528
	Anlage:	2.4
	Schnitt:	
	Maßstab:	1:50
	Datum:	04.11.2020
	aufgenommen:	04.-07.09.2020, aa
Projekt: Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus		

BFI	Projekt : Gaidorf, Quartierbebauung Bräuhaus
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Projektnr.: 120528
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Anlage : 3.1
Tel. 07961/565776-0 Fax 55603	Datum : 17.09.2020
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe Nr.: P 7/2
	Entnahmestelle: B 7
	Entnahmetiefe: 0,15 - 2,30 m
Ausgef. durch : aa	Bodenart: T _g

	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	23	09	86		22	14		
Behälter-Nr.	23	09	86		22	14		
Zahl der Schläge	32	26	23					
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	130.10	118.70	138.90		105.60	102.90		
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	122.80	114.00	128.20		104.50	101.80		
Behälter m_B [g]	92.70	96.10	92.00		96.20	92.80		
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	7.30	4.70	10.70		1.10	1.10		
Trockene Probe m_t [g]	30.10	17.90	36.20		8.30	9.00	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	24.3	26.3	29.6		13.3	12.2	12.7	



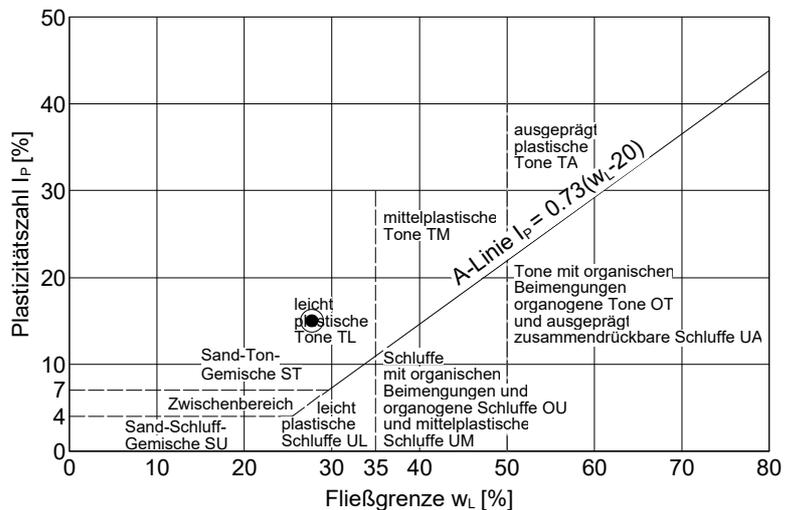
Wassergehalt $w_N = 12.7 \%$
 Fließgrenze $w_L = 27.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 12.7 \%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 15.0 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_P} = 0.000$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_P} = 1.000$



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE

Mühlgraben 34

73479 Ellwangen

Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

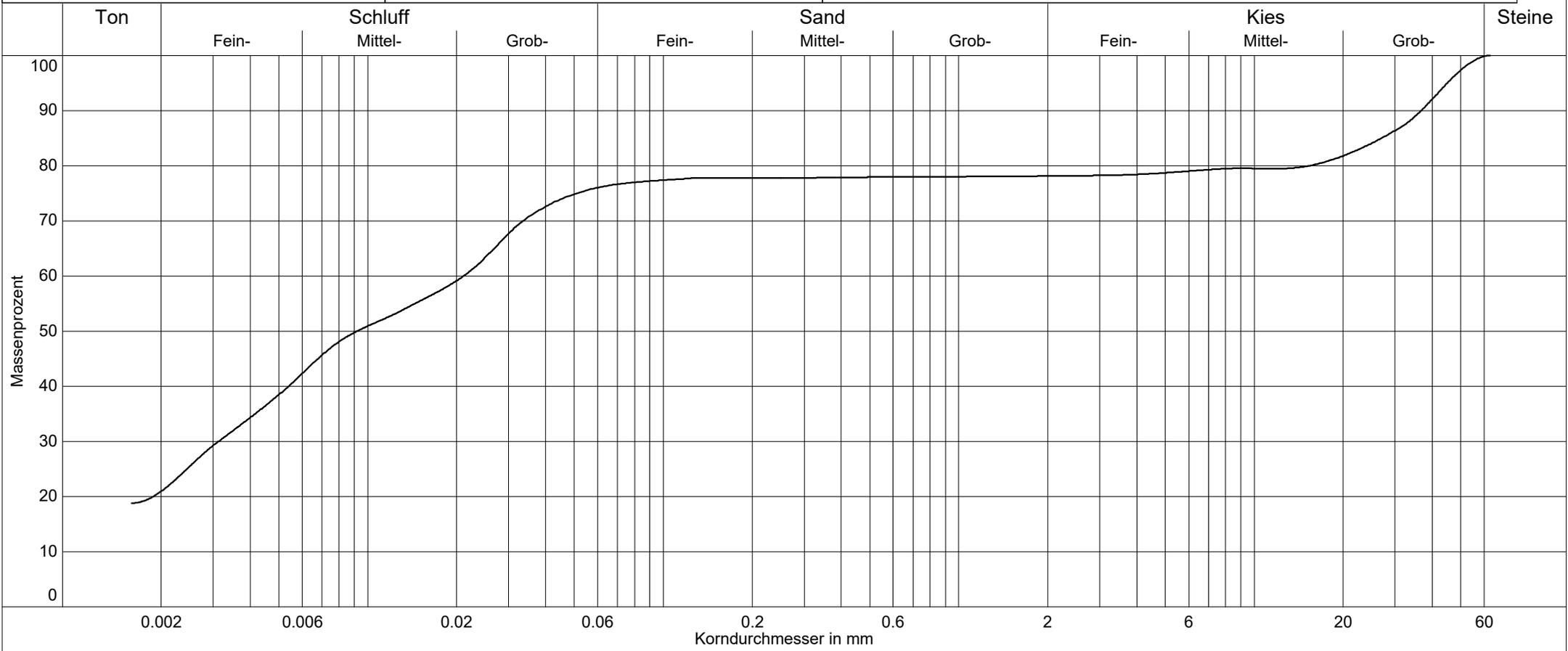
DIN 18 123-7

Projekt : Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus

Projektnr.: 120528

Datum : 17.09.2020

Anlage : 3.2



Siebung ——— P 7/2

Frostempfindl.klasse F3

Bodenart T,g

Bodengruppe TL

Kornfrakt. T/U/S/G/X 21.0/55.3/1.9/21.8 %

Anteil < 0.063 mm 76.3 %

angewendete Vergleichstabelle: BFI: VwV Boden (29.12.2017)

Bezeichnung	Einheit	MP 1	P 9/1	Z0 Lehm/Schluff	Z0 IIIA	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer		020185946	020185947						
Anzuwendende Klasse(n):		Z0 Lehm/Schluff	über Z2						
Anionen aus der Originalsubstanz									
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5				3	3	10
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 1									
Arsen (As)	mg/kg TS	9,2	5,7	15	15	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	60	51	70	100	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	1	1	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	25	12	60	100	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	22	22	40	60	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	29	13	50	70	100	150	150	500
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,12	0,11	0,5	1	1	1,5	1,5	5
Thallium (Tl)	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	0,7	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Zink (Zn)	mg/kg TS	44	41	150	200	300	450	450	1500
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz									
EOX	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	1	1	1	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	< 40	680			200	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40	870	100	100	400	600	600	2000
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz									
Summe BTEX	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	1	1	1	1	1	1
LHKW aus der Originalsubstanz									
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	1	1	1	1	1	1
PAK aus der Originalsubstanz									
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,09	80	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS	0,98	1420	3	3	3	3	9	30
PCB aus der Originalsubstanz									
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttel									
pH-Wert		8,8	8,7	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	175	270	250	250	250	250	1500	2000
Anionen aus dem 10:1-Schüttel eluat nach DIN EN 12457-4									
Chlorid (Cl)	mg/l	5,1	1,3	30	30	30	30	50	100
Sulfat (SO4)	mg/l	19	81	50	50	50	50	100	150
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	< 5	5	5	5	5	10	20
Elemente aus dem 10:1-Schüttel eluat nach DIN EN 12457-4									
Arsen (As)	µg/l	8	7		14	14	14	20	60
Blei (Pb)	µg/l	< 1	< 1		40	40	40	80	200
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3	< 0,3		1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (Cr)	µg/l	< 1	< 1		12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	< 5	< 5		20	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	< 1	< 1		15	15	15	20	70
Quecksilber (Hg)	µg/l	< 0,2	< 0,2		0,5	0,5	0,5	1	2
Zink (Zn)	µg/l	< 10	< 10		150	150	150	200	600
Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schüttel eluat									
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	µg/l	< 10	22	20	20	20	20	40	100

- n.b. : nicht berechenbar (Messwerte der Einzelsubstanzen sind < Bestimmungsgrenze)
- n.u. : nicht untersucht
- Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-, Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen
- Eine Überschreitung der Parameter pH-Wert und Leitfähigkeit allein ist kein Ausschlusskriterium

Zusammensetzung der Mischprobe:

Mischprobe	Bohrung	Probe
MP 1	B 1	P 1/2
	B 2	P 2/2
	B 3	P 3/1
		P 3/2
	B 4	P 4/3
	B 5	P 5/2
	B 6	P 6/1
	B 8	P 8/1
	B 12	P 12/1

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 120528 Anlage: 4.1
	Projekt: Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus	
Analyseergebnisse nach VwV Boden		
Auftraggeber: Schick GmbH Eisvogelweg 16, 74405 Gaildorf		
Datum: 21.10.2020	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se

angewendete Vergleichstabelle: BFI: DepV Dk0-III+Handlungshilfe BW						
Bezeichnung	Einheit	P 9/ 1	DK 0	DK I	DK II	DK III
Probennummer		020185947				
Anzuwendende Klasse(n):		DK III				
Phys.-chem. Kenngrößen aus der Originalsubstanz						
Trockenmasse	Ma.-%	88,1				
Org. Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz						
Glühverlust	Ma.-% TS	4,0	3	3	5	10
TOC	Ma.-% TS	2,7	1	1	3	6
Feststoffkriterien aus der Originalsubstanz						
Summe BTEX + Styrol + Cumol	mg/kg TS	(n. b.)	6	30	60	
Summe PCB (7)	mg/kg TS	(n. b.)	< 1	5	10	
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	680				
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	870	500	4000	8000	
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	mg/kg TS	1420	30	200	1000	
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz						
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	Ma.-% TS	0,42	0,1	0,4	0,8	4
Eluatkriterien nach DIN EN 12457-4						
pH-Wert		8,7	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	4,0	50	50	80	100
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	mg/l	0,022	0,1	0,2	50	100
Arsen (As)	mg/l	0,007	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei (Pb)	mg/l	< 0,001	0,05	0,2	1	5
Cadmium (Cd)	mg/l	< 0,0003	0,004	0,05	0,1	0,5
Kupfer (Cu)	mg/l	< 0,005	0,2	1	5	10
Nickel (Ni)	mg/l	< 0,001	0,04	0,2	1	4
Quecksilber (Hg)	mg/l	< 0,0002	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink (Zn)	mg/l	< 0,01	0,4	2	5	20
Chlorid (Cl)	mg/l	1,3	80	1500	1500	2500
Sulfat (SO4)	mg/l	81	100	2000	2000	5000
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	< 0,005	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	0,5	1	5	15	50
Barium (Ba)	mg/l	0,032	2	5	10	30
Chrom (Cr)	mg/l	< 0,001	0,05	0,3	1	7
Molybdän (Mo)	mg/l	0,006	0,05	0,3	1	3
Antimon (Sb)	mg/l	0,002	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen (Se)	mg/l	< 0,001	0,01	0,03	0,05	0,7
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	< 150	400	3000	6000	10000
LHKW aus der Originalsubstanz (gemäß Handlungshilfe Ba)						
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS	(n. b.)	2	10	25	

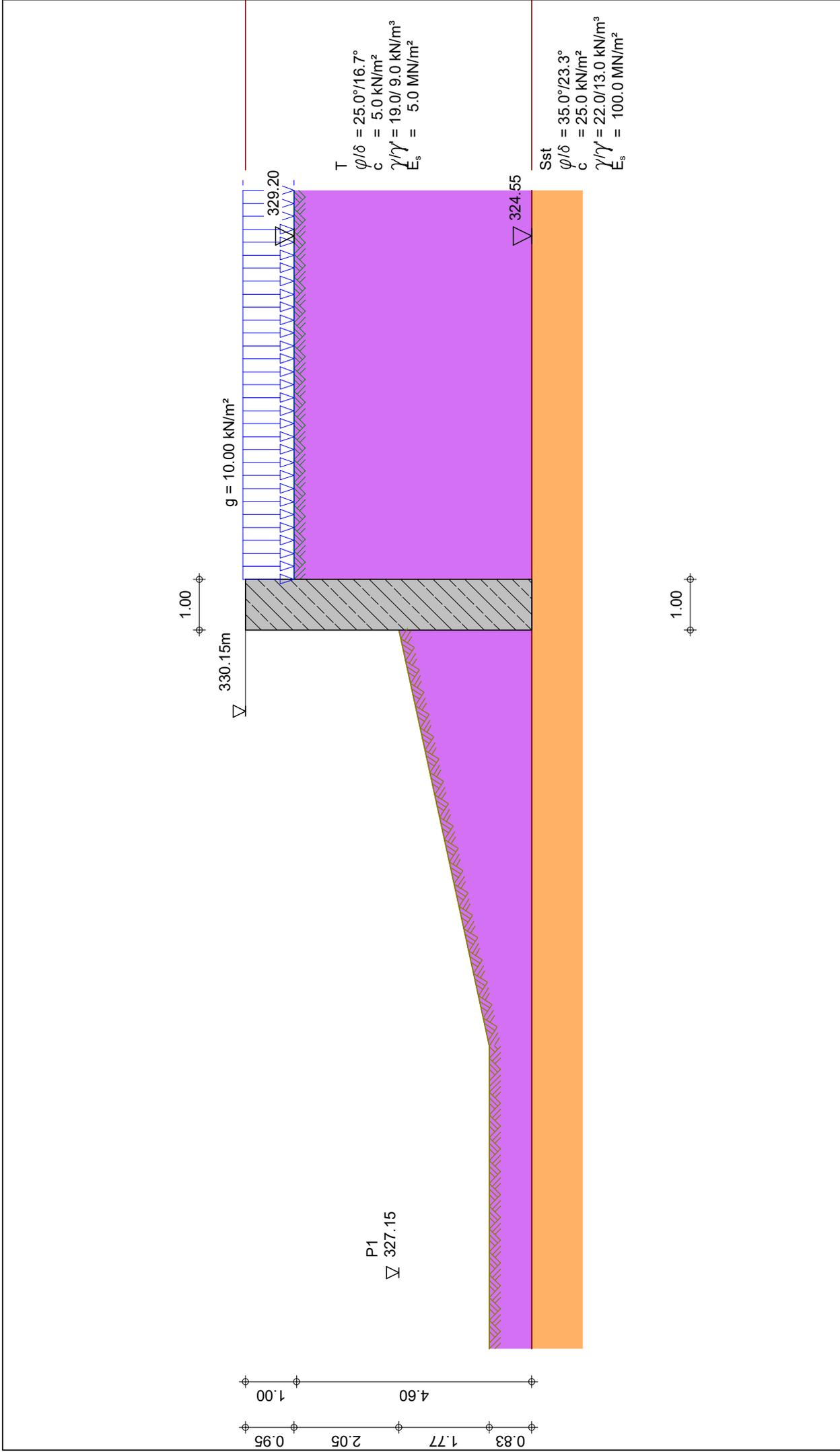
- n.b. : nicht berechenbar (Messwerte der Einzelsubstanzen sind < Bestimmungsgrenze)
- n.u. : nicht untersucht
- gemäß Fußnote Nr. 2 der DepV können Glühverlust und TOC gleichwertig angewandt werden. Es gilt somit der niedrigere Wert.
- Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-, Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen.

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 120528
		Anlage: 4.2
Projekt: Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus		
Analyseergebnisse nach DepV		
Auftraggeber: Schick GmbH Eisvogelweg 16, 74405 Gaildorf		
Datum: 21.10.2020	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se

angewendete Vergleichstabelle: BFI: Betonaggressivität Wasser (DIN 4030)						
Bezeichnung	Einheit	WP1	nicht angreifend	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
Probennummer		020185411				
Anzuwendende Klasse(n):		schwach angreifend				
Prüfungen auf Betonaggressivität von Wässern						
Färbung, qualitativ						
Trübung, qualitativ						
Geruch						
Geruch, angesäuert						
pH-Wert		7,2	> 6,5	> 5,5	> 4,5	> 4
Ammonium	mg/l	5,2	< 15	30	60	100
Ammonium	mg/l		15	30	60	100
Sulfat (SO4)	mg/l	220	< 200	600	3000	6000
Chlorid (Cl)	mg/l	290	< 500			
Sulfid, leicht freisetzbar	mg/l					
Magnesium (Mg)	mg/l	42	< 300	1000	3000	
Kalkaggressives Kohlendioxid	mg/l	< 5,0	< 15	40	100	
Gesamthärte	mmol/l	6,10				
Hydrogencarbonathärte	mg CaO/l	240				
Nichtcarbonathärte	mg CaO/l	100				
Permanganat-Verbrauch [KMnO4]	mg KMnO4/l	18				
Sulfid gelöst	mg/l					
Zusätzliche Messungen: Physikalisch-chemische Kenngrößen						
Färbung qualit.		braun				
Trübung, qualitativ		leicht				
Geruch (qualitativ)		ohne				
Geruch, angesäuert (qualitativ)		cht schlamm				
Temperatur pH-Wert	°C	22,7				
Zusätzliche Messungen: Anorganische Summenparameter						
Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	mmol/l	8,5				
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	°C	22,7				
Säurekapazität nach CaCO3-Zugabe	mmol/l	8,4				
Säurekapazität pH 8,2 (p-Wert)	mmol/l	< 0,1				
Temperatur Säurekapazität pH 8,2	°C	22,7				
Zusätzliche Messungen: Anorganische Summenparameter						
Gesamthärte	mg CaO/l	342				
Zusätzliche Messungen: Anionen						
Hydrogencarbonat (HCO3)	mmol/l	8,5				
Sulfid, leicht freisetzbar	mg/l	0,10				
Zusätzliche Messungen: Kationen						
Ammonium-Stickstoff	mg/l	4,1				
Zusätzliche Messungen: Elemente aus der filtrierten Probe						
Calcium (Ca)	mg/l	175				

-Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-, Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 120528
		Anlage: 4.3
Projekt: Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus		
Analyseergebnisse nach DIN 4030		
Auftraggeber: Schick GmbH Eisvogelweg 16, 74405 Gaildorf		
Datum: 21.10.2020	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se



BFI BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 73479 Ellwangen Mühlgraben 34 Tel. 07961/93389-0 Fax: 07961/9338929
 Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus

Anlage	5
AZ	120528
Übersicht	
Maßstab :	1 : 100

Programm DC-Winkel *** Copyright 2004-2020 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München ***

Eingabedatei: \\theta\Buero\dc-bosch-win\daten\boes-20\120528\Schnitt 1.dbm

Berechnung einer Winkelstützmauer nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

Systemwerte

Wandkopf: frei beweglich
 Erddruckart: aktiver Erddruck
 Bodenart: nicht bindiger Boden
 Geländeoberkante auf 330.15 m
 1. Geländeböschung: von 0.00 m bis 0.00 m, Höhe = -0.95 m
 Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017
 Ersatzreibungswinkel: 40.0°

Wandgeometrie

Wandhöhe 1.00 m
 Wanddicke 1.00 m

Schichtdaten

		T	Sst
Schichthöhe Δh	[m]	5.60	94.40
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[°]	25.00	35.00
Wandreibung aktiv δ_a	[°]	16.67	23.33
Wandreibung passiv δ_p	[°]	-16.67	-23.33
Kohäsion $\text{cal } c_a'$	[kN/m ²]	5.00	25.00
Wichte Boden γ	[kN/m ³]	19.00	22.00
Wichte unter Auftrieb γ'	[kN/m ³]	9.00	13.00
Steifemodul E_s	[MN/m ²]	5.00	100.00

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert K_{agh}	(aktiv)	0.346	0.224
Beiwert Auflast K_{aph}	(aktiv)	0.346	0.224
Kohäsionsbeiwert K_{ach}	(aktiv)	1.043	0.813
Erdwiderstandsbeiwert K_{pgh}	(passiv)	3.908	9.147
Beiwert Auflast K_{pph}	(passiv)	3.908	9.147
Kohäsionswid.beiwert K_{pch}	(passiv)	5.180	10.104

Erddruckbeiwerte mit Wandneigung α

		T	T	Sst
Abschnittshöhe Δh	[m]	1.00	4.60	94.40
Wandneigung α_A	[°]	0.00	0.00	0.00
Wandneigung α_p	[°]	0.00	0.00	0.00
Erddruckbeiwert K_{agh}	(aktiv)	0.346	0.346	0.224
Beiwert Auflast K_{aph}	(aktiv)	0.346	0.346	0.224
Kohäsionsbeiwert K_{ach}	(aktiv)	1.043	1.043	0.813
Erdwiderstandsbeiwert K_{pgh}	(passiv)	3.908	3.908	9.147
Beiwert Auflast K_{pph}	(passiv)	3.908	3.908	9.147
Kohäsionswid.beiwert K_{pch}	(passiv)	5.180	5.180	10.104

Wand- und Auflasten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Lastfall	BS-Typ
1	BS-P

Streckenlasten auf das Gelände (g = ständige, p = veränderliche Last)

Lastfall	q [kN/m ²]	x _A [m]	x _E [m]	Tiefe [m]	Typ	γ	ψ
1 g	10.00	0.00	999.00	0.95	-	1.350	1.000

Teilsicherheitsbeiwerte für Gleichgewicht (EQU)

γ -	G, stb	G, dst	Q, dst
BS-P	0.900	1.100	1.500
BS-T	0.900	1.050	1.250
BS-A	0.950	1.000	1.000
BS-T/A	0.925	1.025	1.125

Teilsicherheitsbeiwerte für hydraulischen Grundbruch (HYD)

γ -	G, stb	Q, dst	H (ungünstiger Untergrund)
BS-P	0.950	1.500	1.900
BS-T	0.950	1.300	1.900
BS-A	0.950	1.000	1.450
BS-T/A	0.950	1.150	1.675

Teilsicherheitsbeiwerte für Schnittgrößen (STR), für Gleitsicherheitsnachweis (GEO), für Grundbruchnachweis (GEO)

γ -	G	E0g	W	L	E0I	Q	Qv	Ep	Wg	φ	c	R,h	R,v
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.200	1.500	1.500	1.400	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.100	1.300	1.300	1.300	1.000	1.000	1.000	1.100	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.000	1.100	1.100	1.200	1.000	1.000	1.000	1.100	1.200
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.050	1.200	1.200	1.250	1.000	1.000	1.000	1.100	1.250

Teilsicherheitsbeiwerte für Geländebruchnachweis (GEO)

γ -	G	E0g	W	L	E0I	Q	Qv	Ep	Wg	φ	c
BS-P	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.300	1.300	1.000	1.000	1.250	1.250
BS-T	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200	1.200	1.000	1.000	1.150	1.150
BS-A	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100
BS-T/A	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.000	1.000	1.125	1.125

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
H	Strömungsdruck
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G, dst	ungünstige ständige Einwirkungen
Q, dst	ungünstige veränderliche Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruchdruck aus Bodeneigengewicht
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	ständige Lasten (außer aus Ruhedruck)
E0I	Erdruchdruck aus ständigen Lasten
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
φ	Reibungsbeiwert tanφ
c	Kohäsion c
R,h	Gleitwiderstand
R,v	Grundbruchwiderstand

Lastfall 1

Erd- und Wasserdrücke charakteristisch (ohne Sicherheiten)

Erddruckverlauf für Wandbelastung ab Wandkopf

Tiefe z [m]	e _h -Summe [kN/m ²]	e _h -Boden+Großfl. [kN/m ²]	e _n -Begr.Auflast [kN/m ²]
0.00	0.000	0.000	0.000
0.95	0.000	0.000	0.000
0.95	3.456	3.456	0.000
1.00	3.626	3.626	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit $\varphi_{Ers} = 40.0^\circ$ berücksichtigt.

Erddruckverlauf für Standsicherheitsuntersuchung ab GOK = 0.00 m

Tiefe z [m]	e _h -Summe [kN/m ²]	e _h -Boden+Großfl. [kN/m ²]	e _n -Begr.Auflast [kN/m ²]
0.00	0.000	0.000	0.000
0.95	0.000	0.000	0.000
0.95	3.456	3.456	0.000
1.00	3.626	3.626	0.000
2.59	9.032	9.032	0.000
5.60	28.779	28.779	0.000

Phase P1

Bauphase: Tiefe = 2.60 m über FUK

Berme vor dem Wandfuß: $x_1 = 0.00$ m, $x_2 = 8.20$ m, $dh = 1.77$ m

Passiver Erddruck für Wandbemessung

Tiefe z [m]	e _{ph,k,mob} [kN/m ²]
0.000	0.000
1.000	0.000

Summe E_{ph} = 0.000 kN/m

Passiver Erddruck für Standsicherheit

Tiefe z [m]	e _{ph,k,mob} [kN/m ²]
0.000	0.000
3.000	0.000
3.000	-8.843
4.770	-49.024
5.600	-67.866

Summe E_{ph} = -99.722 kN/m

Auflasten aus Wandbestandteilen (je m Wand)

Eigengewicht der Wand: 140.00 kN

Belastung und Schnittgrößen der Wand (charakteristisch)

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

(Verformungen ohne Neigung aus Setzungen, da keine Setzungswerte vorhanden)

Tiefe z [m]	H-Druck h _k [kN/m]	Verformung w [mm]	Moment M _k [kNm]	Querkraft V _k [kN]
0.000	0.00	0.1	0.00	0.00
0.794	0.00	0.1	0.00	0.00
0.950	0.00	0.1	0.00	0.00
0.950	3.46			
1.000	3.63	0.1	0.02	-0.18

Phase P1	max. M	0.02	zug. V	-0.18	max. V	0.00	zug. M	0.00
	min. M	0.00	zug. V	0.00	min. V	-0.18	zug. M	0.02
	max. w	0.1 mm						

Längsbelastung der Wand

Tiefe z [m]	Längsbel. n_k [kN/m]	Normalkraft N_k [kN]
0.000	25.00	0.00
0.794	25.00	-19.85
0.950	25.00	-23.75
0.950	26.03	
1.000	26.09	-25.05

Schnittgrößen in der Sohlfuge

(berechnet mit Erddruck für Standsicherheitsuntersuchung)

 $N_k = -130.24$ kN, $V_k = 32.61$ kN, $M_k = 12.17$ kNmAusmitte $e_k = -0.09$ m**Bodenpressung unter der Sohle** $\sigma_{1d} = 77.224$ kN/m², $\sigma_{2d} = 274.412$ kN/m², Breite der Druckzone: 1.00 mSohlnormalspannung $\sigma_{0r,d} = 216.238$ kN/m² < Bemessungswert Sohlwiderstand $\sigma_{Rd} = 700.000$ kN/m²

Bodenpressung unter der Sohle für Wandbemessung

 $\sigma_{1d} = 77.224$ kN/m², $\sigma_{2d} = 274.412$ kN/m², Breite der Druckzone: 1.00 m**Nachweis gegen Kippen**

Schnittgrößen in der Sohlfuge

 $N = -130.24$ kN, $M = 12.17$ kNmSohldruckkraft im Kern: $e = 0.09$ m $\leq 0.167 \cdot b = 0.17$ m

*** Nachweis erfüllt ***

Ausnutzungsgrad: 0.56

Nachweis der Lagesicherheit im GZ EQU $E_{d,dst} = 97.37$ kNm $\leq E_{d,stb} = 226.96$ kNm

*** Nachweis erfüllt ***

Ausnutzungsgrad: 0.43

Nachweis der Gleitsicherheit im Nachweisverfahren 2

	Charakteristisch	Bemessungswerte
Belastung T	= 67.11 kN	90.59 kN
Erdwiderstand E_p ($\delta_p = 0$)	= 188.34 kN	134.53 kN
Belastung V	= 145.02 kN	
Reibungswinkel Sohle δ	= 23.33 °	
Gleitwiderstand R_t	= 62.56 kN	56.87 kN
Nachweis: $T_d / (R_{t,d} + E_{p,d})$	= 0.47 < 1.0	*** Nachweis erfüllt ***

Nachweis der Grundbruchsicherheit im Nachweisverfahren 2

Böschung von 0.00 m bis 8.20 m, Höhe -1.77 m

Belastung		Charakteristisch	Bemessungswerte
Auflast P	=	1519.49 kN	2051.31 kN
Horizontallast H (mit 50% E_p , $\delta_p = 0$)	=	172.81 kN	233.30 kN
Moment M	=	545.33 kNm	736.19 kNm
Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H/V$	=	0.11	
Lastrichtung zur Querrichtung ω	=	90.00 °	

Abmessungen

Böschungsneigung β (verändert, siehe Hinweis)	=	12.18 °
Einbindetiefe d (einschl. Auflast aus Böschung)	=	2.62 m
Ersatzbreite b'	=	0.28 m
Ersatzbreite quer a'	=	10.00 m

Ergebnisse

Breite der Grundbruchfigur	=	1.54 m	
Tiefe der Grundbruchfigur	=	0.44 m	
Maßgebende Bodenkennwerte:	γ oberhalb Gründungssohle	=	19.00 kN/m ³
	γ unterhalb Gründungssohle	=	22.00 kN/m ³
	Reibungswinkel φ	=	35.00 °
	Kohäsion c	=	25.00 kN/m ²
Tragfähigkeitsbeiwerte N_{c0}, N_{d0}, N_{b0}	=	46.12 33.30 22.61	
Lastneigungsbeiwerte i_c, i_d, i_b	=	0.78 0.79 0.70	
Formbeiwerte ν_c, ν_d, ν_b	=	1.02 1.02 0.99	
Geländeneigungsbeiwerte $\lambda_c, \lambda_d, \lambda_b$	=	0.73 0.63 0.50	

Grundbruchspannung p_d	=	1113.39 kN/m ²
Bemessungswert Grundbruchwiderstand R_d	=	3142.24 kN
Bemessungswert Beanspruchung N_d	=	2051.31 kN

Nachweis: $N_d / R_d = 0.65 < 1.0$

***** Nachweis erfüllt *****

Hinweis: Die Böschungsneigung wurde iteriert wegen begrenzter Böschungsbreite.
(Iteration zwischen -5.78° und 12.18°)

Bestimmung der Sicherheit gegen Geländebruch nach Krey-Bishop im Nachweisverfahren 3

Maßgebender Gleitkreis: $x_M = -0.79, z_M = 0.84, R = 6.49$ m

Gleitkörper von $x = -5.22$ m bis 5.45 m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen-gewicht	Auflast	Wasser-auflast	Reibungs-winkel φ_k	Kohäsion c_k	Neigungs-winkel ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m ²]	[°]
-4.27	0.03	0.57	0.00	0.00	25.00	5.00	-32.33
-4.13	0.25	5.00	0.00	0.00	25.00	5.00	-30.87
-3.88	0.25	5.94	0.00	0.00	25.00	5.00	-28.33
-3.63	0.25	6.80	0.00	0.00	25.00	5.00	-25.85
-3.38	0.25	7.60	0.00	0.00	25.00	5.00	-23.43
-3.13	0.25	8.34	0.00	0.00	25.00	5.00	-21.04
-2.88	0.25	9.03	0.00	0.00	25.00	5.00	-18.70
-2.63	0.25	9.66	0.00	0.00	25.00	5.00	-16.38
-2.38	0.25	10.24	0.00	0.00	25.00	5.00	-14.10
-2.13	0.25	10.77	0.00	0.00	25.00	5.00	-11.83
-1.88	0.25	11.25	0.00	0.00	25.00	5.00	-9.59
-1.63	0.25	11.67	0.00	0.00	25.00	5.00	-7.36
-1.38	0.25	12.09	0.00	0.00	35.00	25.00	-5.14

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	Reibungs- winkel φ_k	Kohäsion c_k	Neigungs- winkel ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m ²]	[°]
-1.13	0.25	12.44	0.00	0.00	35.00	25.00	-2.92
-0.88	0.25	0.26	0.00	0.00	35.00	25.00	-0.72
-0.63	0.25	0.25	18.56 *	0.00	35.00	25.00	1.49
-0.38	0.25	0.19	40.80 *	0.00	35.00	25.00	3.70
-0.13	0.25	0.07	63.05 *	0.00	35.00	25.00	5.91
0.13	0.25	23.13	2.50	0.00	25.00	5.00	8.14
0.38	0.25	21.81	2.50	0.00	25.00	5.00	10.37
0.63	0.25	21.57	2.50	0.00	25.00	5.00	12.62
0.88	0.25	21.28	2.50	0.00	25.00	5.00	14.89
1.13	0.25	20.94	2.50	0.00	25.00	5.00	17.19
1.38	0.25	20.54	2.50	0.00	25.00	5.00	19.51
1.63	0.25	20.10	2.50	0.00	25.00	5.00	21.87
1.88	0.25	19.59	2.50	0.00	25.00	5.00	24.27
2.13	0.25	19.02	2.50	0.00	25.00	5.00	26.72
2.38	0.25	18.39	2.50	0.00	25.00	5.00	29.21
2.63	0.25	17.69	2.50	0.00	25.00	5.00	31.77
2.88	0.25	16.92	2.50	0.00	25.00	5.00	34.41
3.13	0.25	16.06	2.50	0.00	25.00	5.00	37.13
3.38	0.25	15.12	2.50	0.00	25.00	5.00	39.95
3.63	0.25	14.07	2.50	0.00	25.00	5.00	42.89
3.88	0.25	12.90	2.50	0.00	25.00	5.00	45.98
4.13	0.25	11.60	2.50	0.00	25.00	5.00	49.25
4.38	0.25	10.13	2.50	0.00	25.00	5.00	52.76
4.63	0.25	8.45	2.50	0.00	25.00	5.00	56.58
4.88	0.25	6.49	2.50	0.00	25.00	5.00	60.82
5.13	0.25	4.11	2.50	0.00	25.00	5.00	65.73
5.35	0.20	1.12	1.96	0.00	25.00	5.00	71.08

* = Auflast aus Bodenpressung unter dem Fundament

x_M	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^*$
[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
-4.27	2.93	-1.99
-4.13	24.00	-16.67
-3.88	25.97	-18.29
-3.63	27.68	-19.25
-3.38	29.18	-19.62
-3.13	30.50	-19.45
-2.88	31.67	-18.79
-2.63	32.71	-17.69
-2.38	33.63	-16.19
-2.13	34.45	-14.34
-1.88	35.18	-12.16
-1.63	35.80	-9.70
-1.38	78.44	-7.03
-1.13	78.78	-4.12
-0.88	33.52	-0.02
-0.63	100.29	3.17
-0.38	179.12	17.17
-0.13	256.97	42.21
0.13	67.71	23.55
0.38	64.55	28.41
0.63	64.08	34.15
0.88	63.58	39.68
1.13	63.06	44.97
1.38	62.52	49.98
1.63	61.95	54.65

x_M	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
1.88	61.34	58.95
2.13	60.69	62.82
2.38	59.99	66.20
2.63	59.24	69.03
2.88	58.41	71.24
3.13	57.50	72.74
3.38	56.48	73.43
3.63	55.32	73.21
3.88	53.99	71.91
4.13	52.43	69.35
4.38	50.53	65.28
4.63	48.15	59.33
4.88	44.96	50.95
5.13	40.32	39.14
5.35	26.29	18.90
Wandbelastung an Fundament-Hinterkante ($e > b/2$): $V = 1.24 \text{ kN}$	4.43	0.99

Summen: 2308.35 1066.12

Ansatz des Erdwiderstandes bei $x = -4.28 \text{ m}$:

Kraft E_p	Hebelarm	M rückhaltend
[kN/m]	[m]	[kNm/m]
30.11	5.10	153.55

Einwirkungen $E_d = 1066.12 \text{ [kN/m]}$

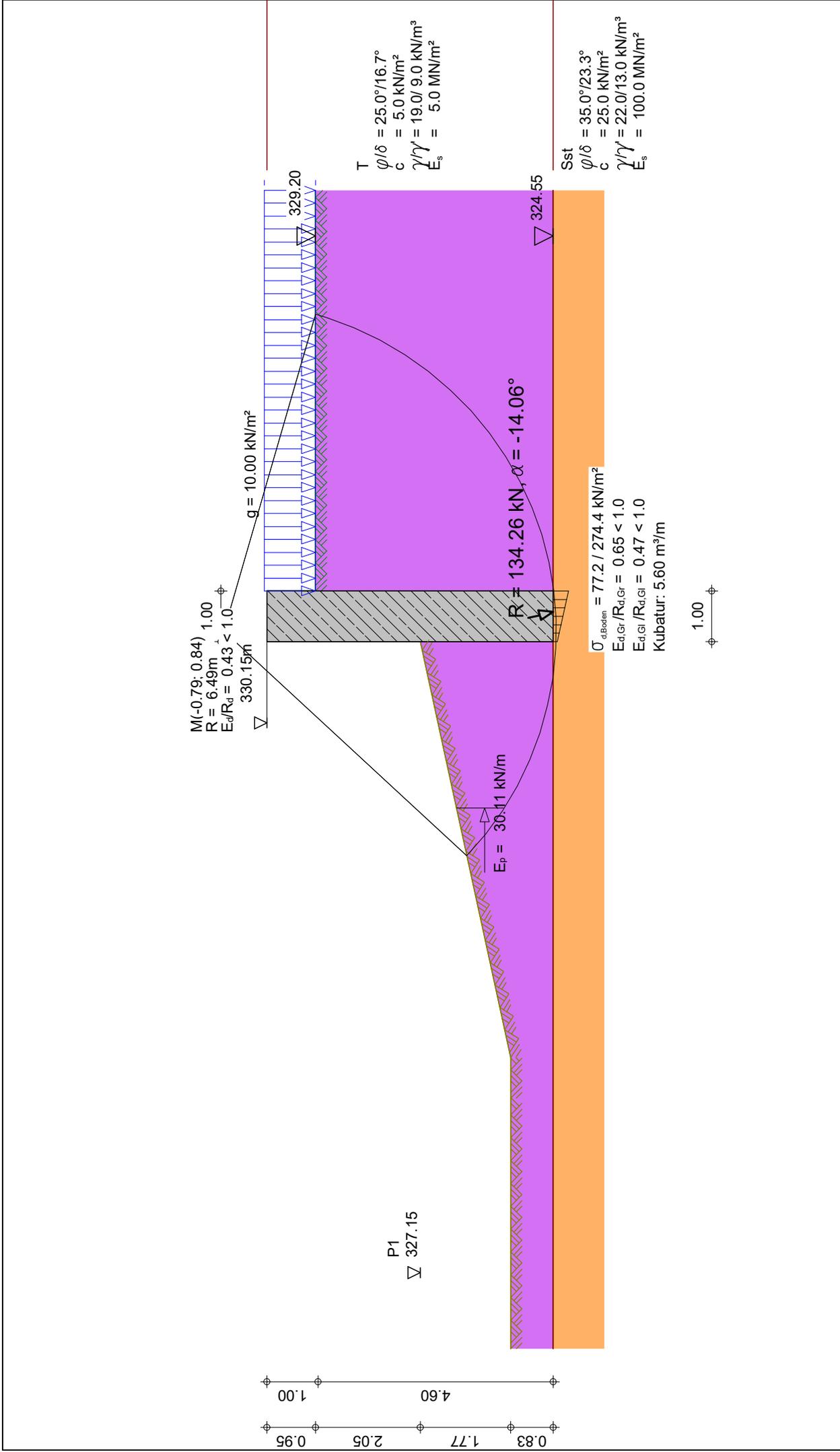
Widerstände $R_d = 2461.90 \text{ [kN/m]}$

$E_d/R_d = 0.43 < 1.0$

***** Nachweis erfüllt *****

Wandkubatur

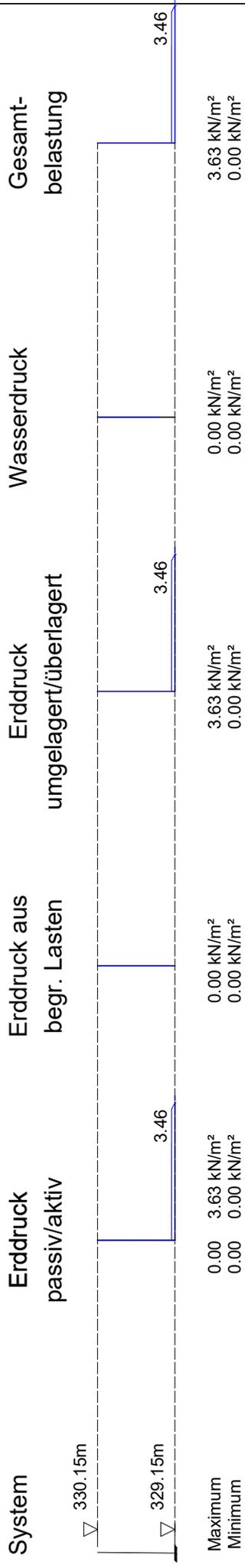
Kubatur Wand: $5.60 \text{ m}^3/\text{m}$



BFI BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 73479 Ellwangen Mühlggraben 34 Tel. 07961/93389-0 Fax: 07961/9338929
 Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus

Anlage	5
AZ	120528
Lastfall	1
Maßstab :	1 : 100

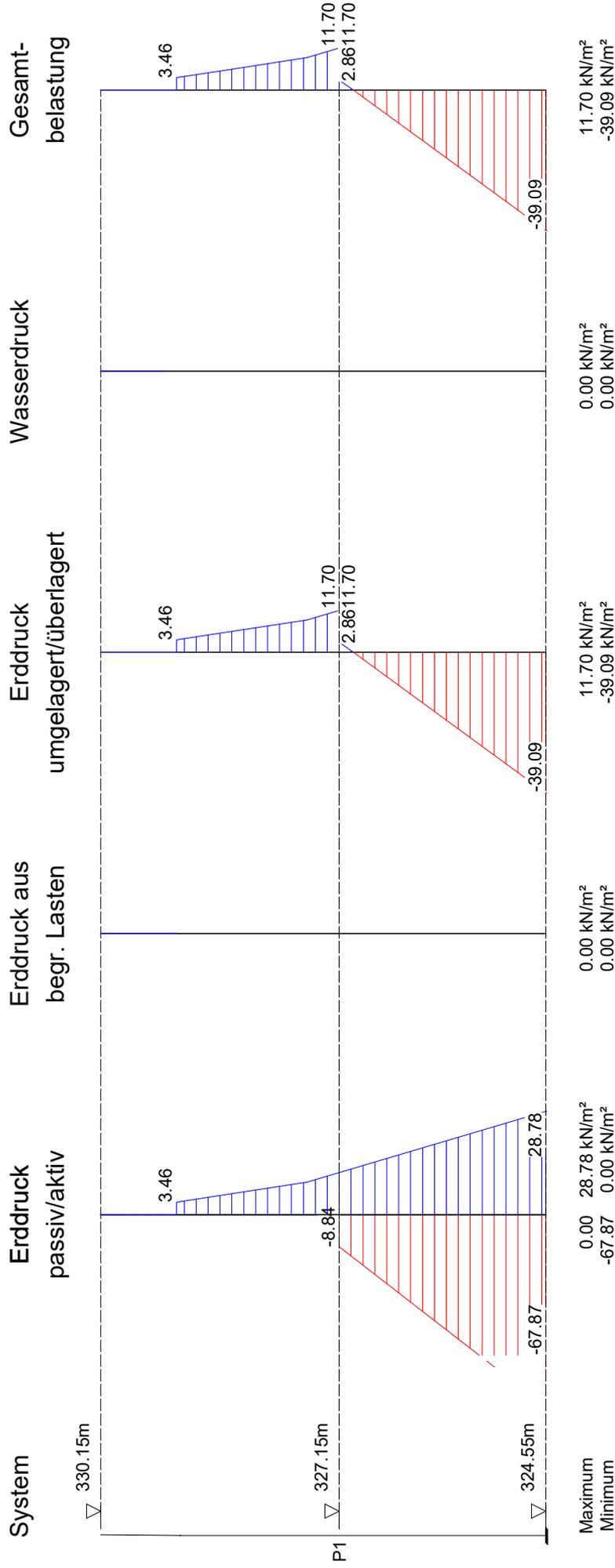
Erddruck auf die Wand (charakteristisch)



BFI BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 73479 Ellwangen Mühlgraben 34 Tel. 07961/93389-0 Fax: 07961/9338929
 Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus

Anlage	5
AZ	120528
Lastfall	1
Maßstab :	1 : 75

Erddruck für Standsicherheit (charakteristisch)



BFI BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE

73479 Ellwangen Mühlgraben 34 Tel. 07961/93389-0 Fax: 07961/9338929

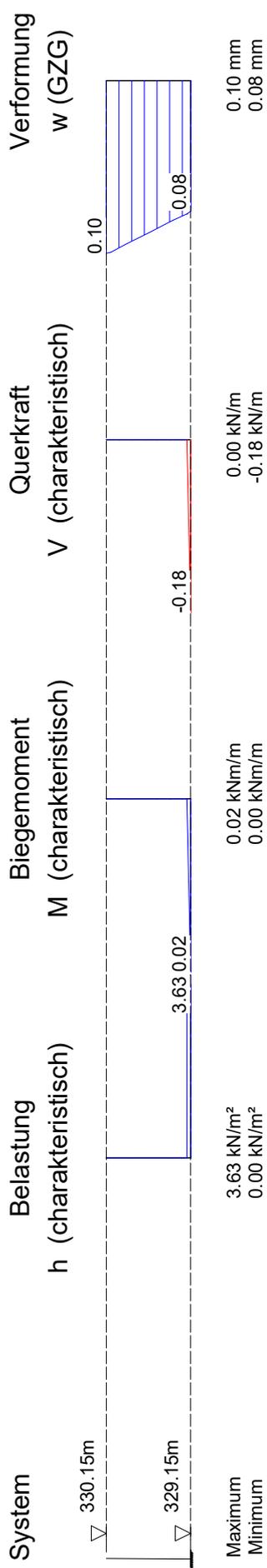
Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus

Anlage 5

AZ 120528

Lastfall 1

Maßstab : 1 : 75



BFI BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 73479 Ellwangen Mühlggraben 34 Tel. 07961/93389-0 Fax: 07961/9338929
 Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus

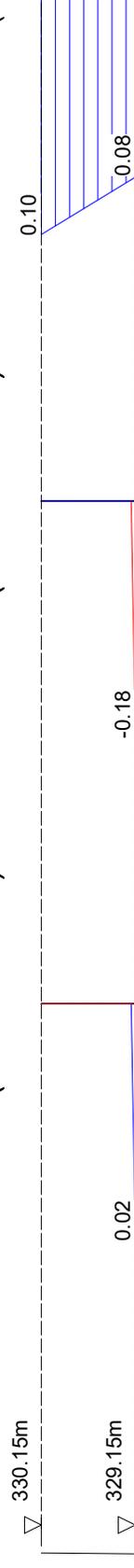
Anlage	5
AZ	120528
Lastfall	1
Maßstab :	1 : 75

System

Biegemoment
M (charakteristisch)

Querkraft
V (charakteristisch)

Verformung
w (GZG)



Maximum
Minimum

0.02
0.00
0.00 kNm/m
0.00 kNm/m

0.00
-0.18
0.00 kN/m
0.00 kN/m

0.10
0.08

BFI BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
73479 Ellwangen Mühlggraben 34 Tel. 07961/93389-0 Fax: 07961/9338929
Gaildorf, Quartierbebauung Bräuhaus

Anlage	5
AZ	120528
Einhüllende	
Maßstab :	1: 75

Stahlbetonbemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
für Widerstände: $\gamma_R = 1.50$ (Beton), 1.15 (Stahl)

Bemessungsschnittgrößen

maßg. Moment	max. $M_d =$	0.03 kNm/m
	zug. $N_d =$	-33.82 kN/m
	bei $z =$	1.00 m
maßg. Moment	min. $M_d =$	0.00 kNm/m
	zug. $N_d =$	0.00 kN/m
	bei $z =$	0.00 m
maßg. Querkraft (bis Abstand d)	max. $V_d =$	0.00 kN/m
	zug. $M_d =$	0.00 kNm/m
	zug. $N_d =$	-1.69 kN/m
	bei $z =$	0.05 m

Materialwerte: Beton C20/25 Bewehrung: 500 (B)

Randabstand Bewehrungsachse $d = 5.0$ cm**Maximale Bewehrung**bei max. M ($z = 1.00$ m): erf. A_S Luftseite = 8.58 cm²/m * (0.00)bei min. M ($z = 0.00$ m): erf. A_S Erdseite = 8.58 cm²/m * (0.00)bei max. V ($z = 0.05$ m): erf. Schubbewehrung $A_{SBü} = 0.00$ cm²/m²(Druckstrebenneigung $\vartheta = 18.4^\circ$, $V_{Rd,c} = 187.34$ kN, $V_{Rd,max} = 2180.25$ kN)(für Schubbemessung angesetzte Längsbewehrung: erf. A_S im Schnitt)**Abschnittsweise Bemessung der Wand**

Tiefe [m]	Moment M_d [kNm/m]	Normalkraft N_d [kN/m]	Querkraft V_d [kN/m]	Biegebewehrung $A_{S,L}/A_{S,E}$ [cm ² /m]	Schubbewehrung [cm ² /m ²]
0.00	0.00 / 0.00	0.00 / 0.00	0.00	(0.00) 8.58* / 8.58* (0.00)	0.00
0.05	0.00 / 0.00	-1.69 / -1.69	0.00	(0.00) 8.58* / 8.58* (0.00)	0.00
0.25	0.00 / 0.00	-8.44 / -8.44		(0.00) 8.58* / 8.58* (0.00)	
0.50	0.00 / 0.00	-16.88 / -16.88		(0.00) 8.58* / 8.58* (0.00)	
0.75	0.00 / 0.00	-25.31 / -25.31		(0.00) 8.58* / 8.58* (0.00)	
1.00	0.03 / 0.03	-33.82 / -33.82		(0.00) 8.58* / 8.58* (0.00)	

* = Mindestbewehrung maßgebend

(Werte in Klammern: statisch erforderliche Bewehrung ohne Mindestbewehrung)

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt.