

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE

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



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

Spedition Hamprecht
Neufelser Straße 33
74653 Künzelsau-Kemmeten

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

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

gz-se-sb / Az. 121586

13.10.2021

Künzelsau Kemmeten, Neubau Halle 02

hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber:

Spedition Hamprecht
Neufelser Straße 33
74653 Künzelsau-Kemmeten

Planung:

Architekturbüro Grups
Im Vogelsang 1
97996 Niederstetten

Ingenieurgeologische
Beratung und
Untersuchung:

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

INHALTSVERZEICHNIS

Textteil	Seite
1. Unterlagen	4
2. Vorgang und Lage.....	4
3. Bauvorhaben.....	4
4. Untergrund	5
4.1 Baugrundgeologische Situation.....	5
4.2 Stratigrafie.....	7
4.3 Wasserverhältnisse.....	7
4.4 Laborversuche	8
4.5 Geotechnische Kategorie.....	9
4.6 Homogenbereiche.....	9
4.7 Frostempfindlichkeit	12
4.8 Bodenkennwerte.....	12
5. Orientierende chemische Untersuchungen.....	14
5.1 Untersuchung nach BBodSchV	14
5.2 Untersuchung nach VwV Boden	14
6. Erdbebenzone	15
7. Konstruktive und gründungstechnische Maßnahmen	16
7.1 Lastabtragung	16
7.1.1 Fundamente.....	16
7.1.2 Bodenplatte.....	17
7.2 Sicherung der Baugrube und Wasserhaltung	18
7.3 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile.....	20
7.4 Arbeitsraumverfüllung.....	21
8. Abnahme und Haftung.....	22

Anlagen

Anlage 1.1:	Geologische Karte	M. 1 : 10.000
Anlage 1.2:	Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 bis B 8	M. 1 : 500
Anlage 2.1:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 1, B 3 und B 8	M. 1 : 75
Anlage 2.2:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 4, B 7 und B 15 (Az 114550)	M. 1 : 75
Anlage 2.3:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 2, B 5 und B 6	M. 1 : 75
Anlage 3.1:	Analyseergebnisse nach BBodSchV	
Anlage 3.2:	Analyseergebnisse nach VwV Boden	

1. Unterlagen

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

- Vorentwurf M. 1 : 200/500 vom 16.07.2021
- BFI Gutachten (Az 114550) vom 02.02.2016

Die Leitungsfreiheit der Bohrpunkte wurde bauseits angegeben.

2. Vorgang und Lage

Die Spedition Hamprecht beabsichtigt den Bau einer Logistik- und Produktionshalle in Künzelsau-Kemmeten. Das Bauvorhaben liegt an der Neufelser Straße auf dem Flurstück 75.

Das Gelände fällt nach den Ansatzhöhen der Bohrungen von 370,07 mNN auf 364,95 mNN nach Südosten ein.

Das BFI wurde von der Spedition Hamprecht mit der Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für den geplanten Neubau beauftragt.

3. Bauvorhaben

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um eine unterkellerte, 2-geschossige Halle.

Nach den vorliegenden Unterlagen misst die Halle im Grundriss ca. 62,30 m x 45,00 m.

Die RFB EG ist nach den Planunterlagen bei 371,06 mNN und RFB UG bei 365,80 mNN vorgesehen.

4. Untergrund

4.1 Baugrundgeologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 15.09.2021 auftragsgemäß acht Bohrungen (B 1 – B 8) bis in Tiefen zwischen 1,20 m und 8,00 m unter Gelände niedergebracht. Die Bohrung B 7 wurde aufgrund von Leitungen im Untergrund bei 1,20 m unter GOK abgebrochen.

Zudem wurde die Bohrung B 15 (Az 114550), die im Zuge der Bestandshalle angelegt wurde, mit herangezogen.

Da mit den Bohrungen der Anschnitt von Grundwasser zu erwarten war, wurde am 09.09.2021 eine wasserrechtliche Erlaubnis beim Landratsamt beantragt. Die wasserrechtliche Erlaubnis wurde vom Landratsamt mit Entscheidung vom 14.09.2021 unter Auflagen erteilt.

Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden auf die FFB des Bestandsgebäudes eingemessen, deren Höhe mit 370,10 mNN angegeben ist.

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

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

Bei den Bohrungen wurde zunächst ein ca. 0,20 m starker Mutterboden bzw. eine ca. 0,20 m bzw. 0,40 m starke Schotterschicht durchteuft.

Unter dem Schotter wurden lokal Auffüllungen aus Tonen und Kiesen mit Ziegelbruch aufgeschlossen.

Ab einer Tiefe zwischen 0,20 m und 1,80 m unter GOK stehen weiche bis steife, steife und halbfeste schluffige Tone und tonige Schluffe an.

Die Tone und Schluffe werden ab einer Tiefe zwischen 2,90 m und 7,20 m unter GOK von einem sehr mürben und mürben, lokal mäßig mürben und harten Ton-/ Sandstein unterlagert, der oberflächlich lokal noch zu Tonen entfestigt und zersetzt ist.

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 lokal schwanken.

Die Tiefen, in denen OK der mindestens sehr mürben Ton- und Sandsteine angetroffen wurde sind in nachfolgender Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1: OK Ton- und Sandstein, min. sehr mürb

Bohrung B	Ansatzhöhe [mNN]	OK Fels	
		[m u. GOK]	[mNN]
B 1	370,07	6,30*	363,77*
B 2	369,66	6,50	363,16
B 3	366,99	4,00*	362,99*
		5,80	361,19
B 4	365,90	3,20	362,70
B 5	364,95	2,10*	362,85*
		2,90	392,05
B 6	366,27	4,50*	361,77*
B 7	368,67	-	-
B 8	370,02	3,80*	366,22*
		7,20	362,82
B 15 (Az 114550)	369,59	3,80*	365,79*

- kein Fels bis zur Endtiefe angetroffen

* von bindigen Schichten unterlagert

4.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei den angetroffenen Ton- und Sandsteinen um die Erfurt-Formation (Lettenkeuper). Die auflagernden Tone und Schluffe sind deren quartäre Verwitterungsprodukte.

4.3 Wasserverhältnisse

In einigen Bohrungen wurden Wasserzutritte festgestellt. Bei dem angetroffenen Wasser handelt es sich um Schicht-/ Sickerwasser. Die angetroffenen Wasserzutritte sind in Tabelle 2 dargestellt:

Tabelle 3: Wasserzutritte am 15.09.2021

Bohrung B	Ansatzhöhe [m NN]	Wasserzutritte	
		[m u. GOK]	[m NN]
B 1	370,07	4,40	365,67
B 2	369,66	7,30	362,36
B 3	366,99	-	-
B 4	365,90	-	-
B 5	364,95	-	-
B 6	366,27	-	-
B 7	368,67	-	-
B 8	370,02	3,50	366,52
B 15 (Az 114550)	369,59	4,40	365,19

Bei dem Wasser handelt es sich um Schicht-/ Sickerwasser. Beim Einschneiden in das Gelände, insbesondere aber in die aufgewitterten Festgesteine muss daher in Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen lokal und temporär mit Wasserzutritten gerechnet werden.

Wasserstandsmessungen im offenen Bohrloch zeigen lediglich die Wasserstände an, die sich im Zeitraum zwischen dem Abteufen und dem Verschließen der Bohrlöcher eingestellt haben. In Abhängigkeit von der Porosität und der Klüftigkeit und somit der Durchlässigkeit der aufgeschlossenen Bodenschichten, können die Wasserstände jedoch im Bohrloch zeitverzögert ansteigen, so dass die Wasserstandsmessungen nicht zwangsläufig den Ruhewasserspiegel repräsentieren. Genaue Messungen des Ruhewasserspiegels und langfristige Beobachtungen der Grundwasserganglinie sind daher nur in Grundwassermessstellen, die in den Grundwasser führenden Schichten verfiltert sind, möglich.

4.4 Laborversuche

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 27 gestörte Proben entnommen, von denen 7 auf ihren natürlichen Wassergehalt nach DIN 18121 untersucht wurden. Dabei wurden die in Tabelle 3 aufgeführten Werte ermittelt.

Tabelle 3: Wassergehalte

Probe P	Bohrung B	Tiefe (m)	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt (Gew.-%)
1/3	1	2,30	T,u (st)	23,17
1/6	1	6,50	T/Tst	23,13
2/2	2	1,75	A : T,u,g' (w-st)	20,26
4/3	4	3,85	Tst	12,25
6/2	6	3,25	T,u (st)	36,67
8/3	8	2,50	T,u (hf-f)	12,19
8/4	8	5,25	T,u,g (w-st)	28,88

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 1

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** wurden die oberflächennah lokal angetroffenen Schotter dem **Homogenbereich 2** und die Auffüllungen dem **Homogenbereich 3** zugeordnet. Die anstehenden Tone und Schluffe wurden unter dem **Homogenbereich 4** zusammengefasst. Für den Übergangsbereich zu den Festgesteinen wurden die zu Tonen entfestigten und zersetzten Ton- und Sandsteine dem **Homogenbereich 5** zugeordnet. Die darunter anstehenden Ton- und Sandsteine 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 4 entnommen werden. Wo Erfahrungswerte durch Laborversuche belegt sind, wurden diese Werte mit einer ¹⁾ gekennzeichnet.

Für den Homogenbereich 5, der entfestigte und schichtweise zu Schluffen zersetzte Festgesteine zusammenfasst, werden sowohl Eigenschaften der Böden als auch die der Festgesteine angegeben.

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

Für Bohrarbeiten zur geotechnischen Erkundung wurden die Bodenarten nach **DIN 18301 - Bohrarbeiten** in der letzten Zeile der Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Homogenbereiche

Homogenbereich	2	3	4	5	6
Bezeichnung	Tragschicht-schotter	Auffüllungen	Tone und Schluffe	Felszersatz	Tonstein, Sandstein
Bodengruppe nach DIN 18196	GI, GW, GE, GU, GU*, GT, GT*	TA, TL, TM, GI, GW, GE, GU, GU*, GT, GT*	TA, TL, TM, UA, UL, UM	lokal Bodengruppen T, U und S	-
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 %	-
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	-	-	-	-	-
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	4 % – 15 %	4 % – 40 % (20,26 %) ¹⁾	10 % – 40 % (12,19 % - 36,367 %) ¹⁾	4 % – 40 % (23,13 %) ¹⁾	-

Homogenbereich	2	3	4	5	6
Bezeichnung	Tragschicht- schotter	Auffüllungen	Tone und Schluffe	Felsersatz	Tonstein, Sandstein
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/m ² - 600 kN/m ² (bindige Bereiche)	25 kN/m ² - 600 kN/m ²	25 kN/m ² - 600 kN/m ² (bindige Bereiche)	-
Kohäsion nach DIN 18137-1, 2, 3	-	0 – 15 kN/m ²	0 – 15 kN/m ²	-	-
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)	-	-	-
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, Sandstein	Tonstein, Sandstein
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	-	-	-	bis 80 MN/m ²	bis 120 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
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 drei Frostempfindlichkeitsklassen:

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

Nach dieser Einteilung sind die Auffüllungen und die Tone und Schluffe 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 und Anschüttungen:

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
Ton, sandig mit Bindemittel verbessert $D_{Pr} \geq 100 \%$	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	25	°
	cal c'	=	15-30	kN/m ² *

* in Abhängigkeit von Art und Menge des Bindemittels

Auffüllung:

Ton, schluffig, kiesig	cal γ	=	19	kN/m ³
steif, halbfest	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	23	° (Ersatzreibungswinkel)
 Kies, tonig, sandig	cal γ	=	20	kN/m ³
	cal γ'	=	12	kN/m ³
	cal ϕ'	=	32	° (Ersatzreibungswinkel)

Anstehend:

Ton, schluffig/ Schluff, tonig	cal γ	=	19	kN/m ³
weich, weich-steif	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	23	°
	cal c'	=	3	kN/m ²
 Ton, schluffig/ Schluff, tonig	cal γ	=	19	kN/m ³
steif, steif- halbfest	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal ϕ'	=	23	°
	cal c'	=	5	kN/m ²
 Ton/ Tonstein	cal γ	=	20	kN/m ³
entfestigt, halbfest	cal γ'	=	11	kN/m ³
	cal ϕ'	=	25	°
	cal c'	=	17	kN/m ²
 Ton-/ Sandstein	cal γ	=	22	kN/m ³
sehr mürb – mürb	cal γ'	=	13	kN/m ³
	cal ϕ'	=	35	°
	cal c'	=	25	kN/m ²
 Ton-/ Sandstein	cal γ	=	23	kN/m ³
mäßig mürb – mäßig hart	cal γ'	=	13	kN/m ³
	cal ϕ'	=	38	°
	cal c'	=	40	kN/m ²

Dabei sind:

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

5. Orientierende chemische Untersuchungen

5.1 Untersuchung nach BBodSchV

Der Mutterboden wurde auftragsgemäß an der Probe P 5/1 nach den Vorsorgewerten nach BBodSchV untersucht.

Die Ergebnisse sind in Anlage 3.1 dargestellt.

Demnach werden die Vorsorgewerte der BBodSchV für die untersuchte Probe P 5/1 eingehalten. Das Material kann daher, gemäß der vorliegenden Analyse innerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten uneingeschränkt verwertet werden.

5.2 Untersuchung nach VwV Boden

Aus den Auffüllungen und anstehenden Tonen wurde jeweils eine Mischprobe 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.

Die Analyseergebnisse sowie die Zusammensetzung der Mischprobe sind in Anlage 3.1 mit den Zuordnungswerten nach VwV Boden dargestellt.

Danach weisen die anstehenden Tone (**MP 2**) 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.

Bei den Auffüllungen (**MP 1**) wurde ein erhöhter PCB-Gehalt von 0,07 mg/kg festgestellt, der den Z 0-Zuordnungswert nach VwV Boden überschreitet. Das Material fällt daher in die Qualitätsstufe **Z 0*** nach VwV Boden. Das Material kann außerhalb von Wasserschutzgebieten der Zone IIIA, Heilquellschutzgebieten, Wasservorranggebieten und Karstgebieten in bodenähnlichen Anwendungen und zur Verfüllung von Abgrabungen außerhalb durchwurzelbarer Bodenschichten frei verwertet werden, wenn oberhalb der Verfüllung eine mindestens 2 m mächtige Abdeckung aus Bodenmaterial, welches die Vorsorgewerte nach BBodSchV einhält, aufgebracht wird.

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

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 Lastabtragung

7.1.1 Fundamente

Die RFB EG ist nach den Planunterlagen bei 371,06 mNN und RFB UG bei 365,80 mNN vorgesehen. Nach den Ergebnissen der Bohrungen liegen die Gründungssohlen in den weichen, steifen und halbfesten Tonen.

Bei der Bemessung der Fundamente kann auf dem mindestens steifen Ton ein **Bemessungswert für den Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ von 210 kN/m²** nach DIN 1054:2010-12 angesetzt werden (entspricht einem aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} von 150 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 0,60 m (OK Bodenplatte – UK Fundament) betragen.

Bei höheren Lasten sind die Fundamente einheitlich auf die sehr mürben und entfestigten Ton-/ Sandsteine zu führen. Hierzu erforderliche Fundamentvertiefungen können als lokale Plomben mit Magerbeton ausgeführt werden.

Bei der Bemessung der Fundamentvertiefungen kann auf dem entfestigten und sehr mürben Ton-/ Sandstein ein **Bemessungswert für den Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ von 490 kN/m²** nach DIN 1054:2010-12 angesetzt werden (entspricht einem aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} von 350 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.

Auf eine frostsichere Gründung der außenliegenden Fundamente $> 1,00$ m unter GOK ist zu achten. Wir empfehlen jedoch, aufgrund der Gefahr der Austrocknung die Einbindetiefe mit min. $1,20$ m zu wählen.

7.1.2 Bodenplatte

In Abhängigkeit von der Belastung sind nach „Betonböden im Industriebau“ auf der Tragschicht bzw. dem Planum folgende E_{v2} -Werte nachzuweisen.

Tabelle 5: Erforderlicher Verformungsmodul des Untergrundes bzw. des Bodenaustauschs und der Tragschicht unter Betonplatten

Belastung max. Einzellast Q in kN	Verformungsmodul E_{v2} in MPa	
	des Untergrundes	der Tragschicht
$\leq 32,5$	≥ 30	≥ 80
≤ 60	≥ 45	≥ 100
≤ 100	≥ 60	≥ 120
≤ 150	≥ 80	≥ 150
≤ 200	≥ 100	≥ 180

Der Verhältniswert E_{v2}/E_{v1} muss dabei $\leq 2,5$ sein.

Derzeit liegen keine Angaben zu den maximalen Einzellasten vor. Ausgehend von einer maximalen Einzellast von ≤ 60 kN ist auf Planum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MPa und auf OK Tragschicht von $E_{v2} \geq 100$ MPa nachzuweisen. Sofern die Annahme von den tatsächlichen Lasten abweicht, ist der Unterbau gegebenenfalls noch anzupassen.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen werden auf **Planum** weiche bis steife, steife und halbfeste Tone anstehen. Die auf dem Planum geforderten Verformungsmoduln werden insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen auf aufgefüllten Tonen erfahrungsgemäß nicht erreichbar sein.

Wir schlagen deshalb vor, einen ca. 0,40 m starken Bodenaustausch mit bindigkeitsarmem, gut abgestuftem und verdichtungsfähigem Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm, durchzuführen. Dabei ist sicher zu stellen, dass sich kein Niederschlagswasser in der Schotterpackung aufstaut und dann den darunter liegenden Boden aufweicht. Auf UK Austauschkörper ist daher eine Dränage vorzusehen, auf die ein Gefälle auszubilden ist.

Alternativ können die Tone auf einer Stärke von 0,40 m auch mit Bindemittel verbessert werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass es bei sulfathaltigen Böden zu Quellvorgängen und damit zu Schäden an Bauwerken kommen kann. Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Bindemittelart müssen im Vorfeld durch eine Sulfat- und Eignungsuntersuchung ermittelt werden.

Unter dem Hallenboden ist eine mindestens 0,30 m starke **Tragschicht** Baustoffgemisch 0/45 mm nach ZTV-SoB erforderlich.

Verdichtung und Tragfähigkeit von Planum und Tragschicht sind durch Plattendruckversuche zu überprüfen.

Die Tragschicht ist über Dränagen im Abstand von 15 m zu entwässern.

7.2 Sicherung der Baugrube und Wasserhaltung

Die Baugrube wird im Nordwesten lokal bis rund 5,50 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 und Schluffen sowie in den Auffüllungen ist die Böschungsneigung auf $\beta \leq 45^\circ$ abzuflachen. Im Bereich der Ton- und Sandsteine kann mit $\beta \leq 80^\circ$ geböscht 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.

Die Böschungen im Nordwesten, die $> 5,00$ m in das Gelände einschneiden sind gemäß DIN 4124 über einen Standsicherheitsnachweis zu prüfen. Dies kann durch das BFI erfolgen. Gegebenenfalls ist ein Verbau erforderlich.

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

Das Bauvorhaben schneidet nicht ins Grundwasser ein. Jedoch muss mit Tagwasser sowie mit temporären Schicht- und Sickerwasserzutritten gerechnet werden.

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 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile

Grundwasser wurde bei den Bohrungen nicht angetroffen. In Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch temporär mit Sickerwasserzutritten gerechnet werden. 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.

Über die Dränage findet keine permanente Absenkung des Grundwassers statt. Sie dient der Absicherung gegen temporär aufstauendes Sickerwasser bzw. zusickerndem Oberflächenwasser in der verfüllten Baugrube.

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**.

7.4 Arbeitsraumverfüllung

Die in den Bohrungen angetroffenen und beim Aushub anfallenden, mindestens steifen Tone und Schluffe 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.

8. Abnahme und Haftung

Voraussetzungen für die Haftung sind:

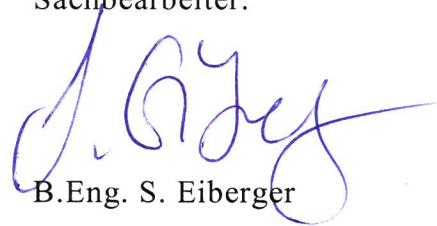
- die Zusendung der Ausführungspläne
- der rechnerische Nachweis für Böschungen > 5,00 m.
- die Abnahme der Gründungssohlen
- die Durchführung einer Sulfat- und Eignungsuntersuchung im Falle einer Bodenverbesserung
- die Abnahme von Planum und Tragschicht durch Plattendruckversuche

Für das BFI:



Dipl.-Ing. (FH) K. Deis

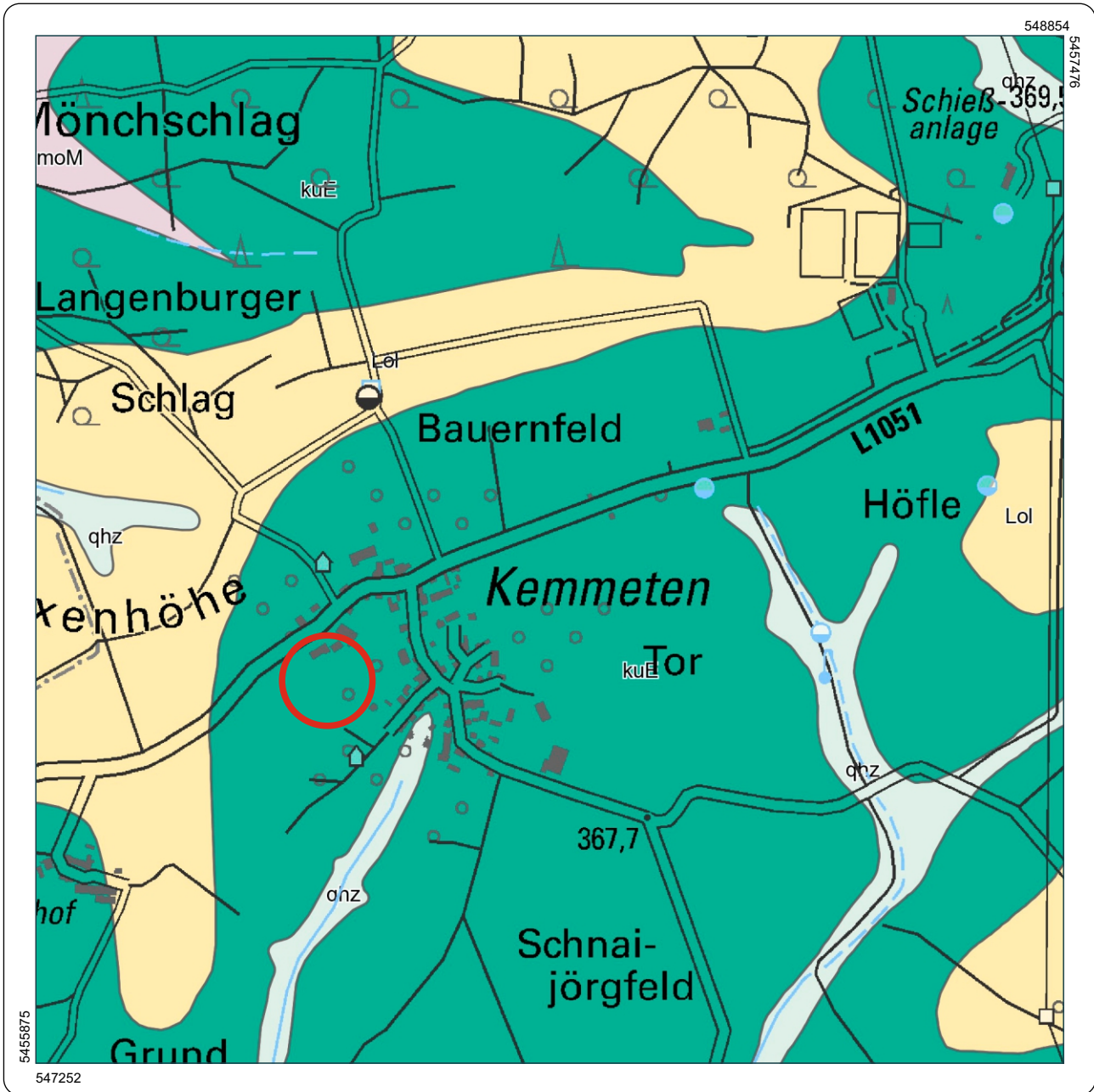
Sachbearbeiter:



B.Eng. S. Eiberger

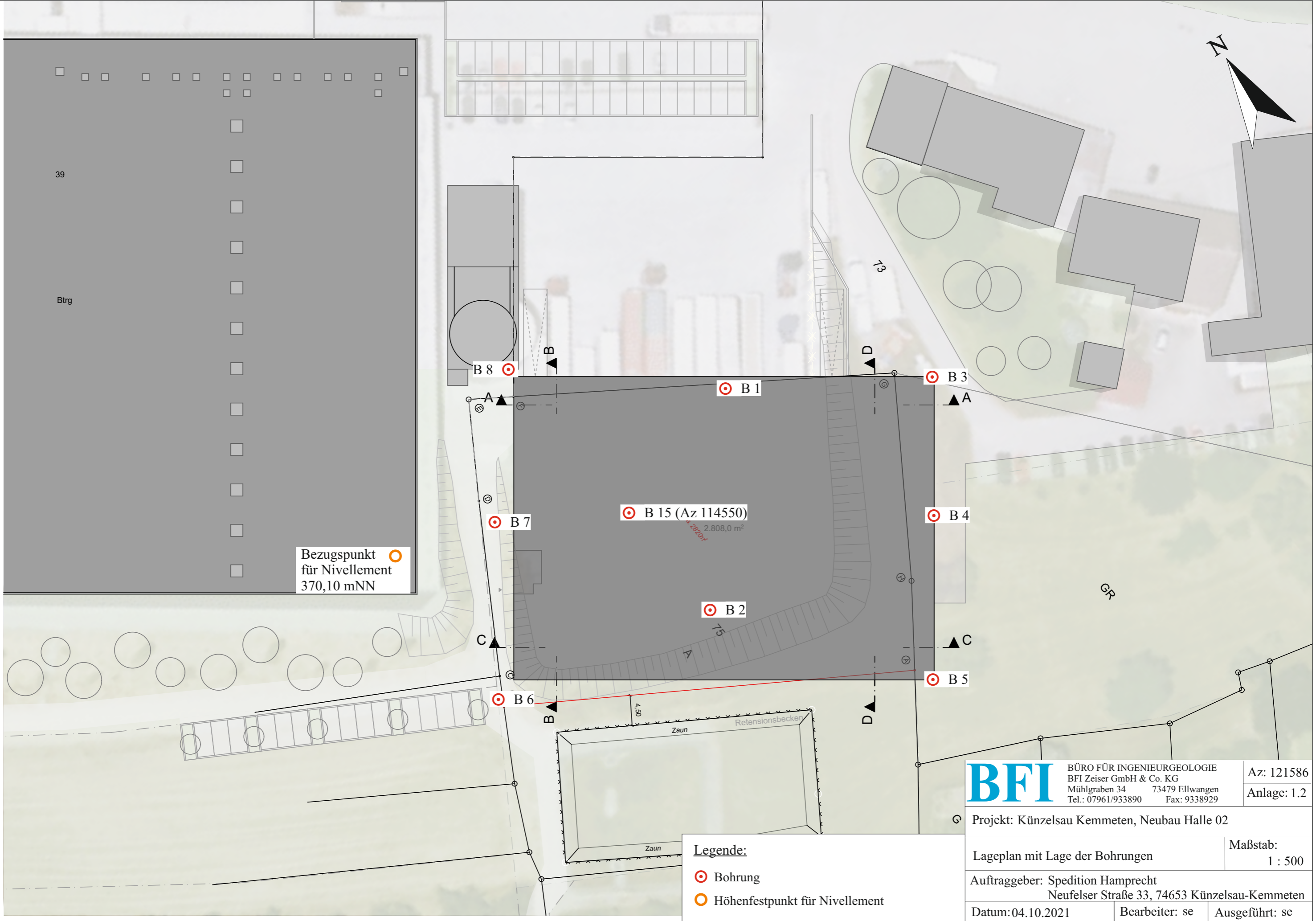
gez. Baumann

Dipl. Umweltwiss. S. Baumann



- GK50: Geologische Einheiten (Flächen)
 GeoLa Geologie: Geologische Einheiten (Flächen)
- Lösslehm (Lol)
 - Holozäne Abschwemmassen (qhz)
 - Auenlehm (Lf)
 - Erfurt-Formation (Lettenkeuper) (kuE)
 - Meißner-Formation (moM)
 - Mittlerer Muschelkalk (mm)

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121586
		Anlage: 1.1
Projekt: Künzelsau Kemmeten, Neubau Halle 02		
Geologische Karte		Maßstab: 1 : 10.000
Auftraggeber: Spedition Hamprecht Neufelser Straße 33, 74653 Künzelsau-Kemmeten		
Datum: 04.10.2021	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se



Bezugspunkt
für Nivellement
370,10 mNN

B 15 (Az 114550)
2.808,0 m²

- Legende:**
- Bohrung
 - Höhenfestpunkt für Nivellement

BFI BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
BFI Zeiser GmbH & Co. KG
Mühlgraben 34 73479 Ellwangen
Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929

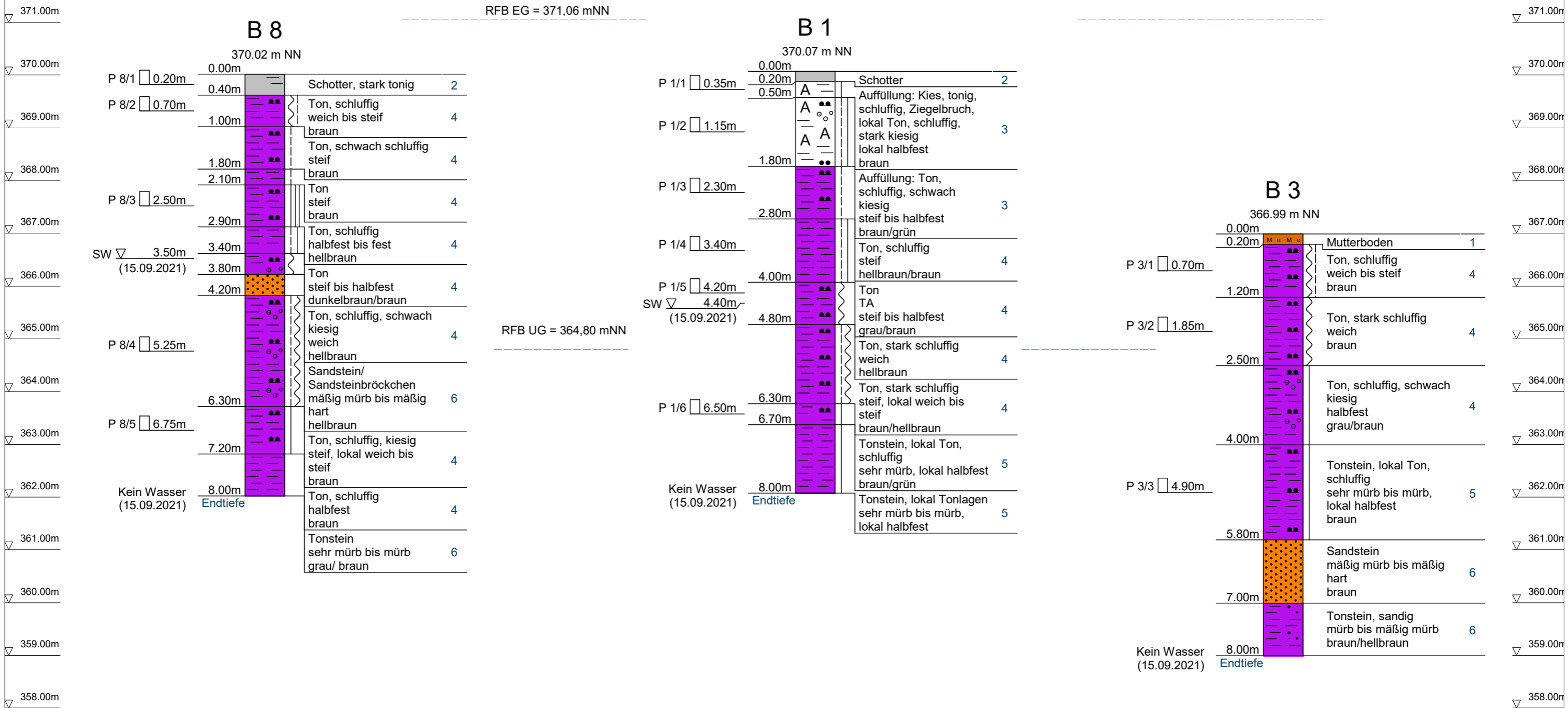
Az: 121586
Anlage: 1.2

Projekt: Künzelsau Kemmeten, Neubau Halle 02

Lageplan mit Lage der Bohrungen Maßstab:
1 : 500

Auftraggeber: Spedition Hamprecht
Neufelser Straße 33, 74653 Künzelsau-Kemmeten

Datum: 04.10.2021 Bearbeiter: se Ausgeführt: se

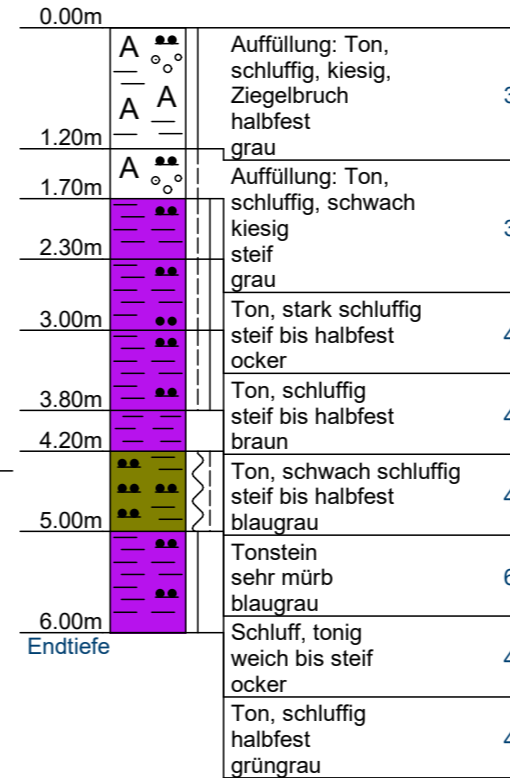


BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE		Az:	121586
BFI Zeiser GmbH & Co. KG		Anlage:	2.1
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen		Schnitt:	
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29		Maßstab:	1:75
bfi@bfi-zeiser.de		Datum:	13.10.2021
Internet: www.bfi-zeiser.de		aufgenommen:	15.09.2021, sb
Projekt: KÜN - Kemmeten, NB Halle O2			

RFB EG = 371,06 mNN

B 15 (Az 114550)

369.59 m NN



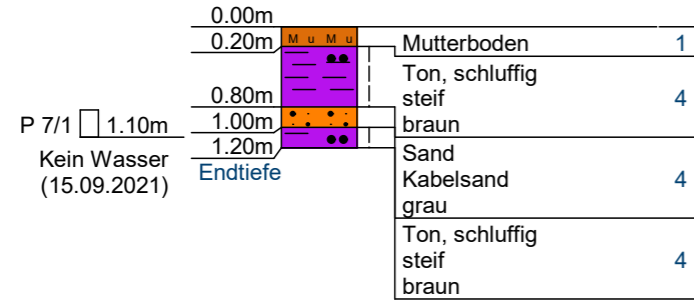
RFB UG = 364,80 mNN

SW ∇ 4.40m

Kein Wasser (20.10.2015)

B 7

368.67 m NN

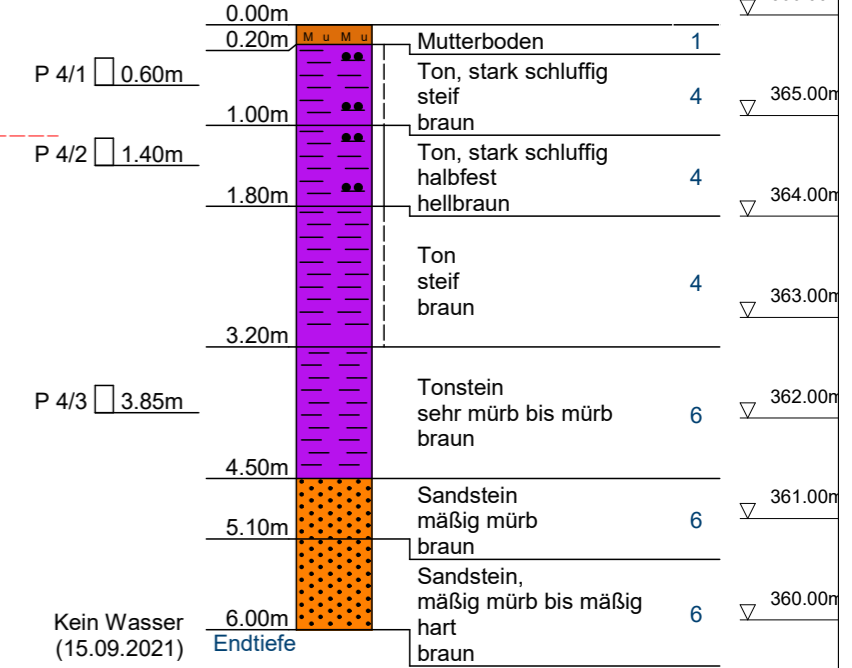


P 7/1 1.10m
Kein Wasser (15.09.2021)

Endtiefe

B 4

365.90 m NN



P 4/1 0.60m

P 4/2 1.40m

P 4/3 3.85m

Kein Wasser (15.09.2021)

Endtiefe

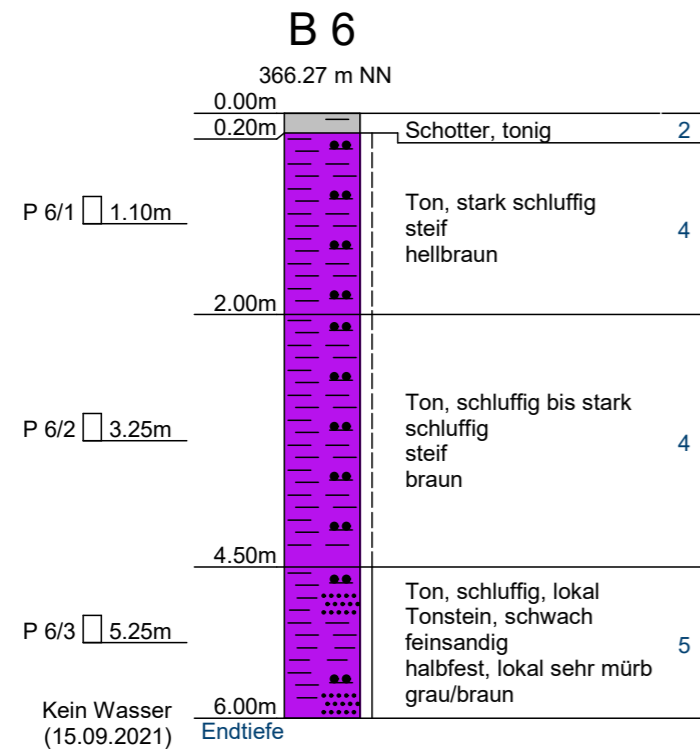
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
BFI Zeiser GmbH & Co. KG
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29
bfi@bfi-zeiser.de
Internet: www.bfi-zeiser.de

Az: 121586
Anlage: 2.2
Schnitt:
Maßstab: 1:75
Datum: 13.10.2021
aufgenommen: 15.09.2021, sb

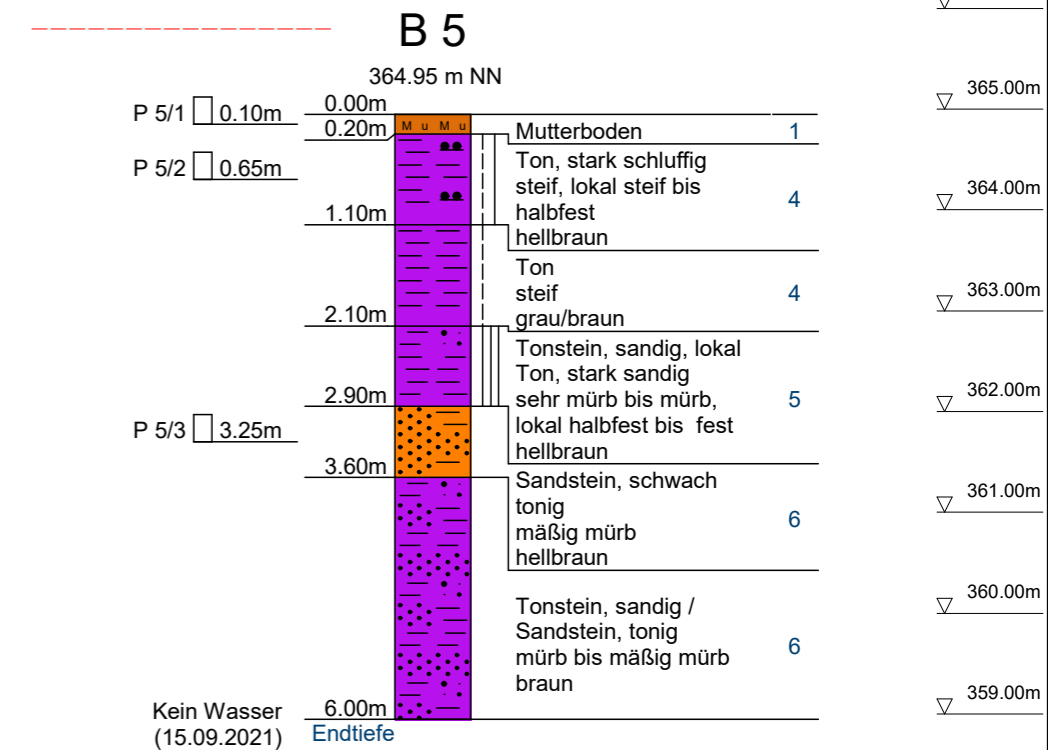
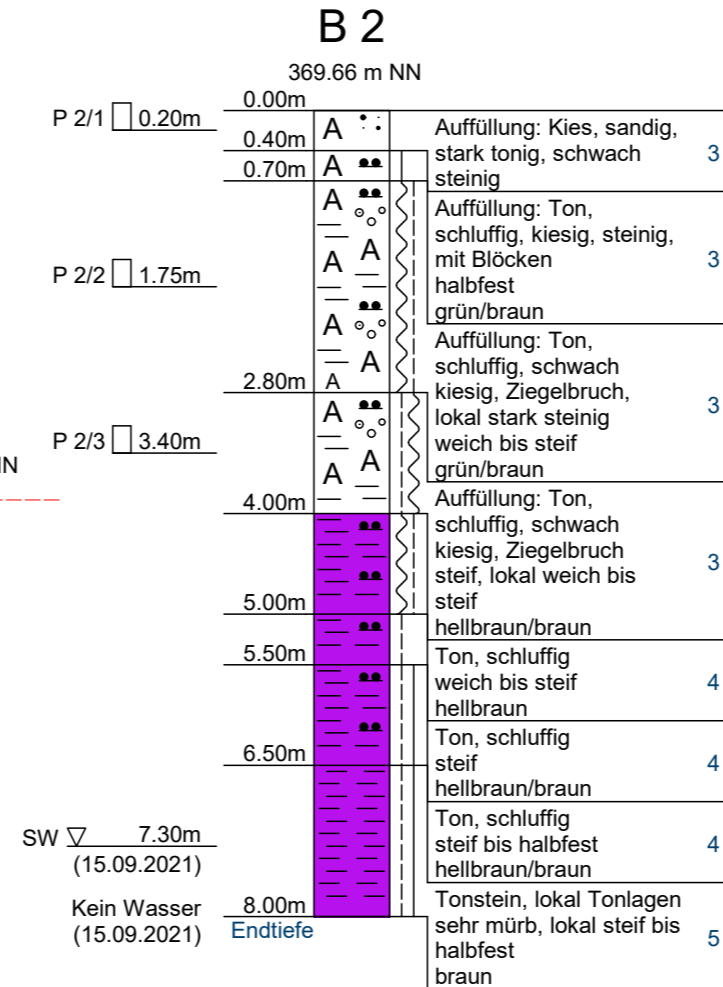
Projekt: KÜN - Kemmeten, NB Halle O2

RFB EG = 371,06 mNN

370.00m
369.00m
368.00m
367.00m
366.00m
365.00m
364.00m
363.00m
362.00m
361.00m
360.00m
359.00m
358.00m



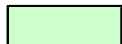
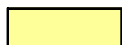
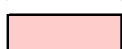
RFB UG = 365,80 mNN



370.00m
369.00m
368.00m
367.00m
366.00m
365.00m
364.00m
363.00m
362.00m
361.00m
360.00m
359.00m
358.00m

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 Projekt: KÜN - Kemmeten, NB Halle O2	Az:	121586
	Anlage:	2.3
	Schnitt:	
	Maßstab:	1:75
	Datum:	13.10.2021
	aufgenommen:	15.09.2021, sb

Probe-Nr.	P 5/1		Vorsorgewerte nach BBodSchV	
Material	Mutterboden			
Feinbodenart	TU3			
Fremdstoffanteil	ohne		Vorsorgewerte für Bodenart Ton bei Humusgehalt < 8 %	70 % der Vorsorgewerte für landwirtsch. Nutzung
Skelettanteil >2mm (%)	2,8			
Humusgehalt (Ma. -%)	5,6			
pH-Wert (CaI12) in <2mm	7,1			
Feststoffparameter in <2mm				
Summe PAK (15)	mg/kg	n.b.	3	2,1
-Benzo(a)pyren	mg/kg	n.b.	0,3	0,21
Summe PCB (6)	mg/kg	n.b.	0,05	0,035
Arsen	mg/kg	9,4	-	-
Blei	mg/kg	19	100	70
Cadmium	mg/kg	< 0,4	1,5	1,05
Chrom	mg/kg	25	100	70
Kupfer	mg/kg	15	60	42
Nickel	mg/kg	28	70	49
Quecksilber	mg/kg	< 0,07	1	0,7
Zink	mg/kg	52	200	140

	Vorsorgewerte eingehalten
	Überschreitung 70 % der Vorsorgewerte
	Überschreitung der Vorsorgewerte

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121586
	Anlage: 3.1	
Projekt: Künzelsau Kemmeten, Neubau Halle 02		
Analysenergebnisse nach BBodSchV		
Auftraggeber: Spedition Hamprecht Neufelser Straße 33, 74653 Künzelsau-Kemmeten		
Datum: 04.10.2021	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se

angewendete Vergleichstabelle: BFI: VwV Boden (14.03.2007)

Bezeichnung	Einheit	MP 1	MP 2	Z0 Ton	Z0* IIIA	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probnummer		Auffüllung	Ton						
Anzuwendende Klasse(n):		Z0*	Z0 (Ton)						
Anionen aus der Originalsubstanz									
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5				3	3	10
Elemente aus dem Königswasseraufschluss									
Arsen (As)	mg/kg TS	9,0	11,0	20	15	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	20	17	100	100	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	< 0,2	1,5	1	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	40	38	100	100	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	28	14	60	60	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	47	29	70	70	100	150	150	500
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	1	1	1	1,5	1,5	5
Thallium (Tl)	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	1	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Zink (Zn)	mg/kg TS	92	53	200	200	300	450	450	1500
Org. 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	< 40			200	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40	< 40	100	100	400	600	600	2000
BTEX und arom. KW 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	0,12	< 0,05	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS	1	0	3	3	3	3	9	30
PCB aus der Originalsubstanz									
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS	0,07	(n. b.)	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat									
pH-Wert		10,3	8,1	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat									
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	207	200	250	250	250	250	1500	2000
Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat									
Chlorid (Cl)	mg/l	< 1,0	< 1,0	30	30	30	30	50	100
Sulfat (SO4)	mg/l	32	6	50	50	50	50	100	150
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	< 5	5	5	5	5	10	20
Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat									
Arsen (As)	µg/l	5	< 1		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	2	< 1		12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	1,4	< 5		20	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	4,0	< 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
Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat									
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	µg/l	< 10	< 10	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
		P 2/1
	B 2	P 2/2
		P 2/3

Mischprobe	Bohrung	Probe
MP 2	B 1	P 1/3
		P 1/4
		P 1/5
		P 3/1
	B 3	P 3/2
		P 4/1
	B 4	P 4/2
		P 5/2
	B 6	P 6/1
		P 7/1
	B 7	P 8/2
		P 8/3
	B 8	P 8/4

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121586 Anlage: 3.2
	Projekt: Künzelsau Kemmeten, Neubau Halle 02	
Analysenergebnisse nach VwV Boden		
Auftraggeber: Spedition Hamprecht Neufelser Straße 33, 74653 Künzelsau-Kemmeten		
Datum: 04.10.2021	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se