



Weiß Projekt GmbH
Dalkinger Str. 53/1
73463 Westhausen

Baugrunduntersuchung
Altlastenerkundung
Standsicherheitsberechnungen
Bohrungen
Geothermie
Labor- und Feldversuche
Beweissicherung
Bauleitung
Mühlgraben 34
73479 ELLWANGEN

Telefon 0 79 61/9 33 89 0
Telefax 0 79 61/9 33 89 29
e-mail bfi@bfi-zeiser.de
Internet www.bfi-zeiser.de

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

gz-sr-sw/ Az. 116049

28.04.2016

Niederstotzingen, Neubau Nettomarkt

hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber:

Weiß Projekt GmbH
Dalkinger Str. 53/1
73463 Westhausen

Planung:

Architekturbüro
Paul Weiß
Dalkinger Str. 53/1
73463 Westhausen

Ingenieurgeologische
Beratung und Untersuchung:

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

INHALTSVERZEICHNIS

Textteil	Seite
1. Unterlagen.....	3
2. Allgemeines und Lage.....	3
2.1 Bauvorhaben.....	3
3. Untergrund	4
3.1 Baugrundgeologische Situation	4
3.2 Stratigrafie	5
3.3 Homogenbereiche.....	5
3.4 Frostempfindlichkeit.....	6
3.5 Geotechnische Kategorie	7
3.6 Wasserverhältnisse	7
3.7 Laborversuche	8
3.8 Schluckversuch	8
3.9 Betonaggressivität des Bodens	10
4. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen	11
4.1 Erdarbeiten.....	11
4.2 Gebäude	12
4.2.1 Lastabtragung Fundamente	12
4.2.2 Lastabtragung Bodenplatte	13
4.2.3 Trockenhaltung der ins Erdreich einschneidenden Bauteile	14
4.3 Verkehrsfläche	15
4.4 Bodenverbesserung	17
4.5 Bodenkennwerte	18
5. Abnahme und Haftung	20

Anlagen:

Anlage 1: Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 bis B 6	M. 1 : 500
Anlage 2.1: Schnitt, Bohrungen B 1 bis B 4	M. 1 : 50
Anlage 2.2 Schnitt, Bohrungen B 5 und B 6	M. 1 : 20

1. Unterlagen

Zur Ausarbeitung des Gutachtens wurden dem BFI folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

– Lageplan	M 1 : 500	vom 29.03.2016
– Grundriss	M 1 : 100	vom 29.02.2016
– Ansichten	M 1 : 100	vom 29.03.2016
– Schnitt A-A	M 1 : 100	vom 29.03.2016

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

2. Allgemeines und Lage

Die Weiß Projekt GmbH beabsichtigt den Neubau eines Nettomarktes im Westen von Niederstotzingen an der Oberstotzinger Straße.

Die für die Bebauung vorgesehene Fläche fällt nach den Ansatzhöhen der Bohrungen von 482,40 mNN im Süden auf 479,83 mNN im Nordosten ein.

Das BFI wurde von der Weiß Projekt GmbH mit der Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für die geplante Baumaßnahme beauftragt.

2.1 Bauvorhaben

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um ein nicht unterkellertes Gebäude. Nach dem Grundriss misst das Gebäude ca. 47,50 m x 38,30 m. Im Osten ist eine Laderampe vorgesehen. Der Bereich der Laderampe ist nach den Planunterlagen unterkellert.

EFH ist nach den Planunterlagen bei 481,70 mNN vorgesehen. RFB im Bereich der Laderampe ist bei 480,40 mNN vorgesehen.

3. Untergrund

3.1 Baugrundgeologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 04.03.2016 auftragsgemäß sechs Bohrungen (B 1 – B 6) bis in Tiefen zwischen 2,00 m und 6,50 m unter GOK angelegt.

Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden auf den Kanaldeckel in der Oberstotzinger Straße, dessen Höhe mit 481,18 mNN angegeben wurde, eingemessen.

Die Lage der Bohrungen und des Kanaldeckels kann dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

Anhand der Aufschlüsse (siehe Anlage 2) ergibt sich folgendes Bild vom Untergrund:

Der Mutterboden wurde mit einer Stärke zwischen 0,15 m und 0,20 m erkundet.

Unter dem Mutterboden stehen schluffige Tone in weicher und steifer Konsistenz an.

Ab einer Tiefe von 0,40 m bzw. 0,70 m unter GOK werden die Tone von einem tonigen, kiesigen Schluff unterlagert. Dieser steht sowohl in weichen, steifen und halbfesten Konsistenzen an.

Die Schluffe stehen bis zu den Endtiefen zwischen 2,00 m und 6,50 m unter GOK an. In der Bohrung B 2 wurde ab einer Tiefe von 4,90 m unter GOK ein harter Kalkstein aufgeschlossen.

3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch lassen sich die an der Basis der Bohrung B 2 angetroffenen Kalksteine dem Weißen Jura zuordnen. Die darüber anstehenden Tone und Schluffe sind Lössablagerungen.

3.3 Homogenbereiche

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenarten wurden zu Homogenbereichen zusammengefasst. Die Homogenbereiche (1 – 3) 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 Tone und Schluffe dem **Homogenbereich 2** zugeordnet. Der an der Basis der Bohrung B 2 angetroffene Kalkstein wurde unter dem **Homogenbereich 3** 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 1 entnommen werden. Wo Erfahrungswerte durch Laborversuche belegt sind, wurden diese Werte mit einer ¹⁾ gekennzeichnet.

Für Bohrarbeiten zur geotechnischen Erkundung wurden die Bodenarten nach **DIN 18301 - Bohrarbeiten** in der letzten Zeile der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Homogenbereiche

Bezeichnung	Homogenbereich	
	2 (Tone und Schluffe)	3 (Kalkstein)
Bodengruppe nach DIN 18196	TA, TL, TM, UM, UL, UA	-
Korngrößenverteilung nach DIN 18123	-	-
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	gering < 5 %	-
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	10 % – 40 % (22,58 % - 25,57 %) ¹⁾	-
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	weich – halbfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 %	-
undrÄnirierte Scherfestigkeit nach DIN 4094–4, DIN 18136, DIN 18137 und DIN EN ISO 14688-2	25 kN/m ² - 600 kN/m ²	-
organischer Anteil nach DIN 18128 und DIN EN ISO 14688-2	nicht vorhanden V _{GI} < 2 %	-
Lagerungsdichte nach DIN 18126, DIN EN ISO 14688-2	-	-
Dichte nach DIN 18125-2	1,55 g/cm ³ – 1,85 g/cm ³	2,50 g/cm ³ – 2,85 g/cm ³
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	-	sehr mürb bis hart < 1,25 MN/m ² bis > 50 MN/m ²
TrennflÄchen, DIN EN ISO 14689-1	-	sehr dünnbankig - dickbankig
Verwitterung DIN EN ISO 14689-1	-	frisch – mÄÄig verwittert
VerÄnderlichkeit DIN EN ISO 14689-1	-	verÄnderlich
Homogenbereiche fÄr Bohrungen zur geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach DIN 18301	bindige, nicht bindige oder organische BÄden	Fels oder Stufen des verwitterten Fels

¹⁾ durch Laborversuche belegt

3.4 Frostempfindlichkeit

Nach ZTVE-StB 09 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 anstehenden Tone und Schluffe der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

3.5 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 1

Hieraus ergibt sich aus baugrundgeologischer Situation eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie 1. Für die Bauwerke ist zu prüfen, ob die Einstufung eine höhere Geotechnische Kategorie erforderlich wird.

3.6 Wasserverhältnisse

In keiner der Bohrungen wurden während der Bohrarbeiten Grundwasserzutritte verzeichnet. In Abhängigkeit von jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch lokal und temporär mit Schicht- und Sickerwasserzutritten in den Deckschichten sowie an den Festgesteinen 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.

3.7 Laborversuche

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 14 gestörte Proben entnommen. Von den aus dem Boden entnommenen Proben wurden 6 auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht. Dabei wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Werte ermittelt.

Tabelle 2: Wassergehalte

Probe P	Bohrung B	Tiefe (m)	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt (Gew.-%)
1/1	1	0,40	T,u (st)	24,87
2/1	1	2,60	U,t (w-st)	29,28
1/2	2	2,50	U,t' (hf)	21,09
1/3	3	1,50	U,t (w)	24,15
1/4	4	0,40	T,u (w)	22,02
2/4	4	1,80	U,t' (st)	25,67

3.8 Schluckversuch

Um die Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswasser im Untergrund beurteilen zu können wurde in einer separaten Bohrung ein Schluckversuch durchgeführt.

Dazu wurde die Absenkung des Wasserspiegels in regelmäßigen Abständen gemessen.

Anhand der Geometrie des Bohrlochs (F), des hydraulischen Gefälles (i) und der Absenkung ($W_A - W_B$) wurde der Durchlässigkeitsbeiwert nach einer Ableitung aus dem Gesetz von Darcy bestimmt. Danach errechnet sich der k_f -Wert wie folgt:

$$k_f = \frac{F \cdot (W_A - W_E)}{i \cdot \Delta t \cdot \left(F + \left(U \cdot \left(W_E + \frac{(W_A - W_E)}{2} \right) \right) \right)}$$

Der für den Zeitraum ab Wassersättigung des Bodens ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert ist in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3: Ergebnis Schluckversuch

Schluckversuch	Absenkung [m]	Zeit [s]	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
SV 1	4,5	5400	$9,76 \times 10^{-7}$

Nach dem DWA Arbeitsblatt A 138, Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser, vom April 2005, liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich etwa zwischen k_f -Werten von $1,0 \times 10^{-3}$ bis $1,0 \times 10^{-6}$ m/s. Bei geringeren k_f -Werten stauen Sickeranlagen zu lange ein, so dass anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten können, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen können.

Gemäß den Ergebnissen des Schluckversuchs liegt die Durchlässigkeit des Untergrundes bis 4,50 m Tiefe, also im Bereich der Schluffe bei durchschnittlich $9,76 \times 10^{-7}$ m/s.

Die Sickerfähigkeit des Bodens liegt somit knapp unter dem nach DWA Arbeitsblatt A 138 geeigneten k_f -Wert-Bereich. Wir raten daher von einer Versickerung des

Niederschlagswassers ab. Soll dennoch eine Versickerung geplant werden, ist zu beachten, dass nur sehr geringe Wassermengen versickern. Gegebenenfalls ist ein Notüberlauf vorzusehen. Zudem ist darauf zu achten, dass anaerobe Verhältnisse auftreten können, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen können.

3.9 Betonaggressivität des Bodens

Aus der Bohrung B 3 wurde die Probe P 1/3 entnommen und auf betonangreifende Bestandteile untersucht.

Das Analyseergebnis liegt derzeit noch nicht vor und wird in einem Nachgang zum Gutachten nachgereicht.

4. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen

4.1 Erdarbeiten

Die für die Bebauung vorgesehene Fläche fällt nach den Ansatzhöhen der Bohrungen von 481,83 mNN auf 479,83 mNN ein.

Im Bereich des geplanten Gebäudes sowie der späteren Verkehrsfläche müssen nach den Planunterlagen Anschüttungen bis ca. 1,70 m vorgenommen werden. Aushub fällt beim geplanten Bauvorhaben nur in sehr geringen Mengen an.

Für die geplanten Anschüttungen sind daher geeignete Fremdmaterialien anzufahren. Tone und Schluffe sind für die Anschüttungen nur dann geeignet, wenn sie mit Bindemittel verbessert werden. Das Material muss dabei im Vorfeld auf Sulfat und seine Eignung untersucht und für den Einbau freigegeben werden. Bei zu hohen Sulfatgehalten ist eine Bodenverbesserung aufgrund von Quellhebungen nicht möglich. In den Schichten des Weißen Jura ist nicht mit erhöhten Sulfatgehalten zu rechnen.

Die erforderlichen Bindemittelmengen sind in Abhängigkeit von den aktuellen Wassergehalten unmittelbar vor der Verbesserung festzulegen.

Alternativ kann bindigkeitsarmes, gut abgestuftes Vorsiebmaterial, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm eingebaut werden.

Sofern für die Anschüttungen unterschiedliche Materialien genutzt werden, ist darauf zu achten, dass diese jeweils im gesamten Gebäudebereich in einer Schicht verbaut werden. Das Herstellen der Anschüttungen in einem Teilbereich nur mit Schotter, in einem anderen nur mit verbessertem, bindigem Boden ist nicht zulässig.

Überbaute Anschüttungen sind grundsätzlich in Lagen $\leq 0,40$ m mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ % einzubauen. Bei Einbau von bindigem Material (T- und U-Boden) ist dabei auf jeder Einbaulage ein E_{v2} -Wert ≥ 30 MN/m², bei einem Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$ durch Plattendruckversuche nachzuweisen. Bei Einbau von Baustoffgemischen wie Vorsiebschotter (GW-Boden), ist auf jeder

Einbaulage ein E_{v2} -Wert $\geq 100 \text{ MN/m}^2$, bei einem Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ durch Plattendruckversuche nachzuweisen.

Die sehr inhomogene Aufstandsfläche ist ebenfalls auf einer Stärke von 0,40 m mit Bindemittel zu verbessern.

4.2 Gebäude

4.2.1 Lastabtragung Fundamente

Die EFH ist nach den Planunterlagen bei 481,70 m NN vorgesehen im Bereich der Laderampen ist die RFB bei 480,40 mNN geplant.

Nach Auskunft von Herrn Weiß, Weiß Projekt GmbH, soll das Gebäude über Fundamente gegründet werden. Lasten liegen derzeit noch nicht vor.

Nach dem Ergebnis der Bohrungen liegen die Gründungssohlen der Fundamente bei einer frostsicheren Gründung $\geq 1,00$ unter geplanter GOK teilweise in den nach Kapitel 4.1 hergestellten Anschüttungen und lokal in den Tonen und Schluffen, die in weicher, steifer und halbfester Konsistenz anstehen.

Im Bereich UK Fundament ist der Untergrund sehr inhomogen. Um eine einheitliche lastverteilende Fläche zu erhalten, empfehlen wir, den Bereich bis 0,45 m unter UK Fundament auf einer Maschinenbreite ebenfalls mit Bindemittel zu verbessern.

Bei der Bemessung der Fundamente kann auf den verbesserten Tonen und Schluffen bzw. den entsprechend den Vorgaben des Kapitels 4.1 hergestellten Anschüttungen und Austauschmaßnahmen ein **Bemessungswert für den Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ von 168 kN/m^2** nach DIN 1054:2010-12 angesetzt werden (entspricht einem aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} von 120 kN/m^2 nach DIN 1054:2005-01). Ein größerer Sohlwiderstand ist aufgrund des bis in große Tiefen anstehenden, sehr inhomogenen Untergrunds nicht möglich.

Voraussetzung für den Ansatz der o. g. Pressung ist die Einhaltung einer Mindestbreite von 0,40 m bei Streifen- und 0,60 m bei Einzelfundamenten. Die Einbindetiefe (OK Bodenplatte – UK Fundament) muss mindestens 0,60 m betragen. Auf eine frostsichere Gründung der außen liegenden Fundamente, 1,00 m unter GOK, ist zu achten.

Sofern es sich um eine Setzungsempfindliche Konstruktion mit großen Lastunterschieden handelt, empfehlen wir weiterhin, die maximalen Setzungsdifferenzen durch eine Setzungsberechnung mittels Grenzwertbetrachtung zu ermitteln. Diese sind dann auf Bauwerksverträglichkeit zu prüfen.

4.2.2 Lastabtragung Bodenplatte

In Abhängigkeit von der Belastung sind bei faserbewehrten Bodenplatten 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 N/mm ² bzw. MN/m ²	
	des Untergrundes	der Tragschicht
≤ 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. Wir gehen daher von maximalen Einzellasten von $\leq 32,5\text{kN}$ aus. Auf Planum ist dann ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 30\text{MN/m}^2$ und auf OK Tragschicht von $E_{v2} \geq 80\text{MN/m}^2$

nachzuweisen. Sobald Lasten vorliegen, ist der Unterbau gegebenenfalls noch anzupassen.

Nach den Ergebnissen der Bohrungen werden auf **Planum** die Tone und Schluffe bzw. die Anschüttungen gemäß Kapitel 4.1 anstehen. Das Planum ist so herzustellen, dass ein Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 30 \text{ MN/m}^2$ erreicht wird. Im Bereich von Einschnitten muss daher ebenfalls eine 0,40 m starke Lage der bindigen Böden mit Bindemittel verbessert werden, oder es erfolgt ein 0,40 m starker Bodenaustausch mit einem bindigkeitsarmem, gut abgestuftem und verdichtungsfähigem Material, z.B. Baustoffgemisch 0/56 mm. Die auf Planum geforderten Tragfähigkeiten werden dann erreicht.

Unter dem Hallenboden ist eine mindestens 0,25 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. Wird ein Bodenaustausch durchgeführt, ist für die Bauzeit eine Entwässerung des Austauschkörpers vorzusehen, um einen Wasseraufstau in der Schotterpackung Baugrundes zu vermeiden.

4.2.3 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 Außenwände gemäß DIN 4095 eine Drainage einzubauen. Als Dränrohr empfiehlt sich ein geschlitztes PVC-Rohr, $\varnothing \geq 100 \text{ mm}$, 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 1) 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.

4.3 Verkehrsfläche

Nach den Ergebnissen der Bohrungen stehen auf Planum weiche und steife Tone und Schluffe der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 an. Lokal liegen die Verkehrsflächen auch in den neuen Anschüttungen.

Nach RStO bzw. ZTVE-StB 09 ist auf dem Planum bei frostempfindlichem Untergrund ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Der Verdichtungsgrad des Planums muss bei gemischt- und feinkörnigen Böden bis 0,50 m Tiefe $D_{Pr} \geq 97 \%$ und bei grobkörnigen Böden $D_{Pr} \geq 100 \%$ betragen. Nach ZTVE (Tabelle 9) kann dem Verdichtungsgrad von 100 % bei grobkörnigen Böden als Richtwert ein Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ zugeordnet werden. Nach ETV-StB-BW, Teil 1 kann zur Beurteilung des Verdichtungszustandes ergänzend zur Tabelle 9 bei feinkörnigen Böden von einem Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$ und bei gemischtkörnigen Böden von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ ausgegangen werden.

Um den auf dem Planum geforderten Wert zu erreichen, schlagen wir vor, das Planum auf einer Stärke von ca. 0,45 m mit Bindemitteln zu verbessern. Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Bindemittelart müssen im Vorfeld durch eine Eignungsuntersuchung ermittelt werden. Vorab kann in der Ausschreibung von den in Kapitel 4.4 angegebenen überschlägigen Bindemittelmengen ausgegangen werden.

Alternativ kann bis Planum ein 0,45 m starker Bodenaustausch mit bindigkeitsarmem, gut abgestuftem und verdichtungsfähigem Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm, auf einem Vlies der Klasse 2 vorgesehen werden. 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.

Angaben zu Belastungsklassen der Verkehrsflächen liegen derzeit nicht vor. Ausgehend von einer Zuordnung der durch LKW befahrenen Verkehrsflächen zu einer der Belastungsklassen 1,0 – 100 nach RStO (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen) wird auf der ungebundenen Tragschicht nach RStO, bzw. ZTV-SoB ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ nachzuweisen sein. Bei ausschließlich durch PKW genutzten, der Belastungsklasse 0,3 zugeordneten Flächen ist auf OK der ungebundenen Tragschicht ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verdichtungsverhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ nachzuweisen.

Wir empfehlen, die Gesamtstärke von Frostschutz- und Tragschicht bei den Belastungsklassen 1,0 bis 100 nicht unter 0,45 m und bei der Belastungsklasse 0,3 nicht unter 0,35 m zu wählen, um die auf OK Tragschicht geforderten Tragfähigkeiten zu erreichen.

Zur Herstellung eines frostsicheren Oberbaues sind darüber hinaus die erforderlichen Mindestdicken gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO zu berücksichtigen.

Im Übrigen sind bei Herstellung des Erdplanums, der Frostschutzschicht und der oberen Tragschicht die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“ (RStO), die "Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau" (ZTVE-StB) und die "Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau" (ZtV-SoB-Stb 04) zu beachten.

4.4 Bodenverbesserung

Die nachfolgenden Angaben gelten für Böden, die nach den noch ausstehenden Eignungsuntersuchungen und Sulfatbestimmungen für eine Bodenverbesserung freigegeben werden. Wird in sulfathaltigen Böden verbessert, muss mit gravierenden Bauwerksschäden infolge von Quellhebung gerechnet werden.

Ausgehend von den Laborversuchsergebnissen kann in der Ausschreibung von den in Tabelle 6 angegebenen Bindemittelmengen auf 100 Gew.-% des trockenen Bodens ausgegangen werden. Ausgehend von einer geschätzten Trockendichte der anstehenden, schluffigen Tone und tonigen Schluffe von im Mittel $1,65 \text{ t/m}^3$ ergeben sich folgende Bindemittelmengen:

Tabelle 6: Bindemittelmengen

Bereich	Gew.- %	[kg/m ³]	Frästiefe: 0,30 m [kg/m ²]	Frästiefe: 0,40 m [kg/m ²]
Planum und Aufstandsfläche	2 - 4	33,0 - 66,0	9,9 - 19,8	13,2- 26,4
Anschüttung	2 - 4	33,0 - 66,0	9,9 - 19,8	13,2- 26,4

Eine exakte Angabe über erforderliche Zugabemengen an Bindemittel und die Art des Bindemittels kann erst nach Durchführung einer Eignungsprüfung erfolgen.

In weichen Bereichen muss mit Mehrmengen an Bindemitteln gerechnet werden, um eine ausreichende Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit zu erzielen.

Für die Verbesserung eignet sich z.B. Bodenbinder 500 oder ein gleichwertiges Mischbindemittel. Als gleichwertig sind Bindemittel zu sehen, mit denen sich gleiche einaxiale Druckfestigkeiten bzw. E_{v2} -Werte bei gleicher Bindemittelmenge erzielen lassen.

Die Eignungsuntersuchung muss mindestens 4 Wochen vor der Verbesserung beauftragt werden.

Eine Bodenverbesserung mit Bindemitteln kann aufgrund nahe gelegener Wohnhäuser problematisch sein, da es infolge von Staubeentwicklung beim Einfräsen und Verdriftung der aggressiven Bindemittel durch den Wind zu Schäden an parkenden Fahrzeugen und angrenzenden Gebäuden kommen kann. Wir empfehlen daher bei einer Bodenverbesserung eine Fräse zu verwenden, die das Einbringen der Bindemittel unter einer Staubschutzschürze ermöglicht.

4.5 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Verfüllungen / Bodenaustausch:

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

Anstehend:

Ton, schluffig/ Schluff, tonig weich, weich-steif	cal γ = 19 kN/m ³
	cal γ' = 9 kN/m ³
	cal φ' = 23 °
	cal c' = 3 kN/m ²

Ton, schluffig/ Schluff, tonig steif, steif-halbfest	cal γ = 19 kN/m ³
	cal γ' = 9 kN/m ³
	cal φ' = 23 °
	cal c' = 5 kN/m ²

Ton, schluffig/ Schluff, tonig halbfest	$\text{cal } \gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\text{cal } \gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$ $\text{cal } \varphi' = 23^\circ$ $\text{cal } c' = 7 \text{ kN/m}^2$
Kalkstein hart	$\text{cal } \gamma = 23 \text{ kN/m}^3$ $\text{cal } \gamma' = 13 \text{ kN/m}^3$ $\text{cal } \varphi' = 38^\circ$ $\text{cal } c' = 40 \text{ kN/m}^2$

Dabei sind:

$\text{cal } \gamma$	=	Feuchtwichte
$\text{cal } \gamma'$	=	Wichte unter Auftrieb
$\text{cal } \varphi'$	=	Reibungswinkel
$\text{cal } c'$	=	Kohäsion

5. Abnahme und Haftung

Haftungsvoraussetzungen sind:

- die Zusendung der Ausführungspläne,
- die Abnahme der Gründungssohlen,
- die Überprüfung von Tragfähigkeit und Verdichtung von Anschüttungen, Planum und Tragschicht
- die Durchführung einer Eignungsuntersuchung im Falle einer Bodenverbesserung.

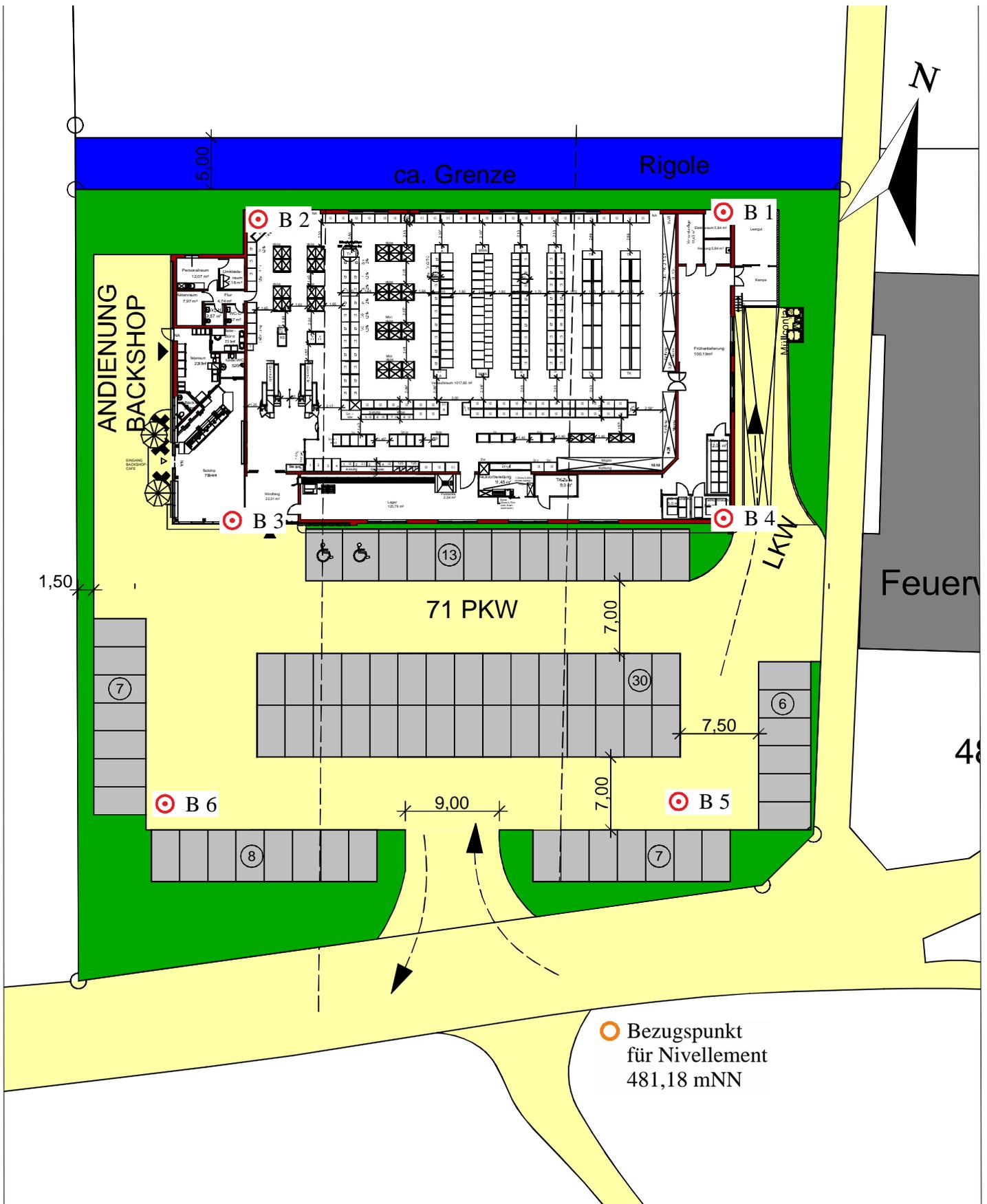
Für das BFI:

Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. G. Zeiser

B. Eng. S. Reeb

Dipl.-Geol. S. Wicht



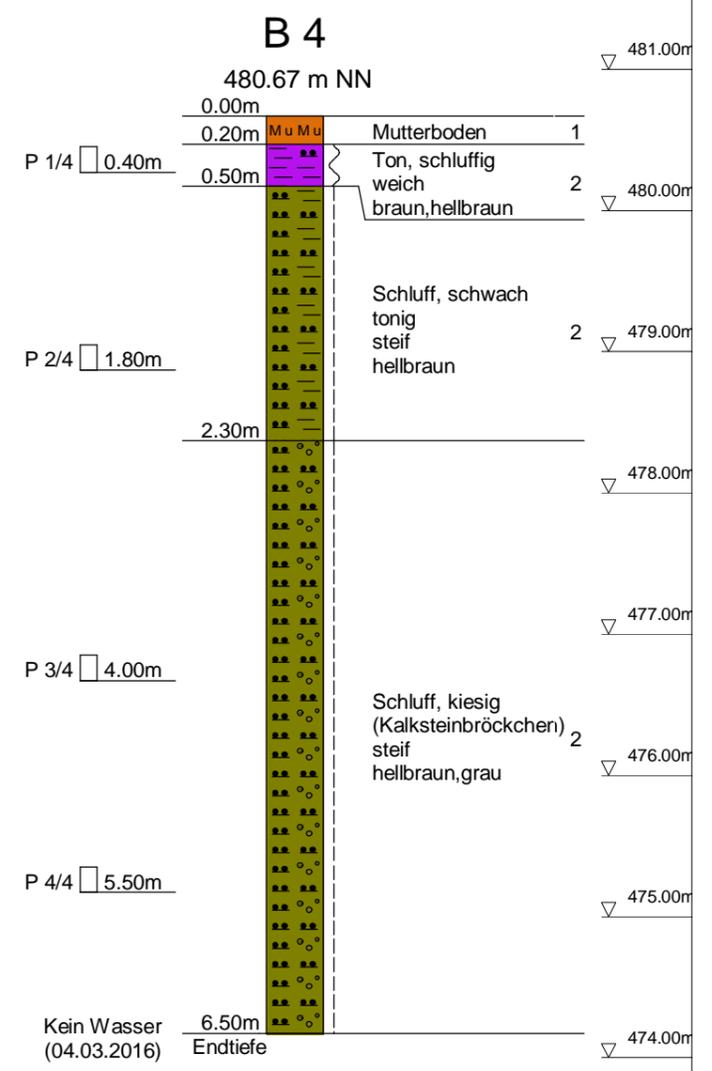
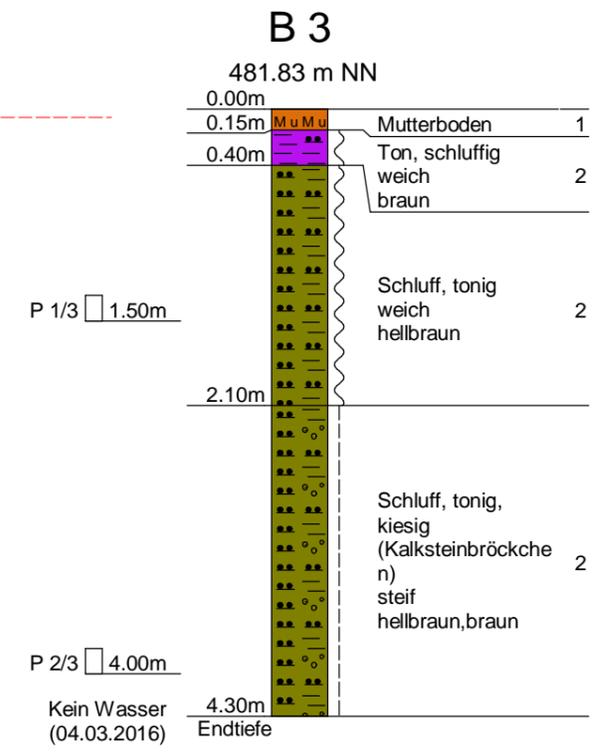
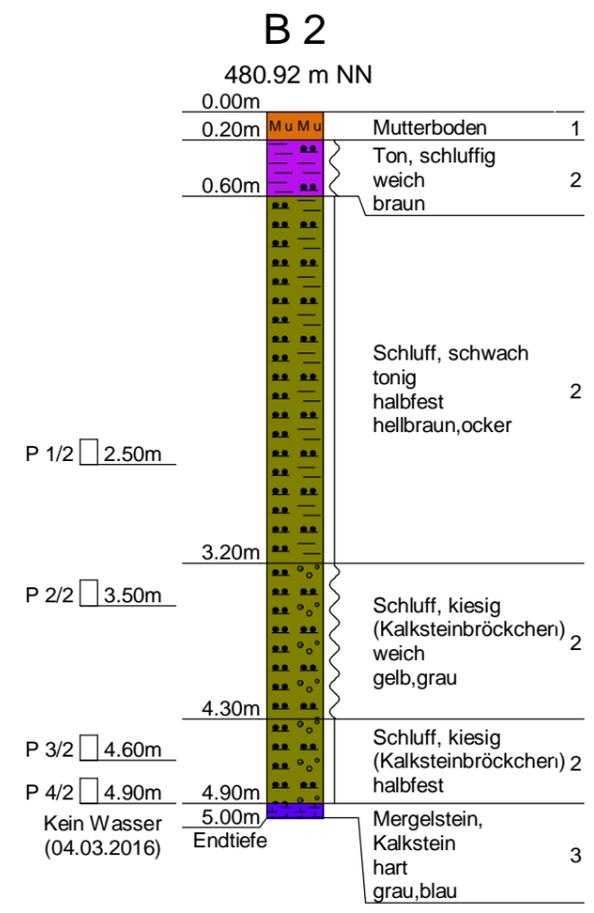
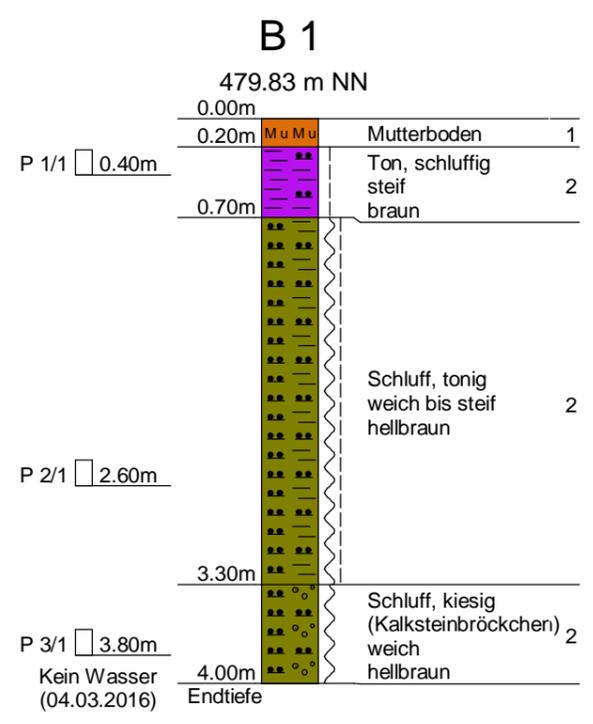
Legende:

- ⊙ Bohrung
- ⊙ Höhenfestpunkt für Nivellement

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 116049 Anlage:1
	Projekt: Niederstotzingen, Neubau Nettomarkt	
Lageplan mit Lage der Bohrungen		Maßstab: 1 : 500
Auftraggeber: Weiß Projekt GmbH Dalkinger Str. 53/1, 73463 Westhausen		
Datum: 22.04.2016	Bearbeiter: sr	Ausgeführt: sr

▽ 482.00m
 ▽ 481.00m
 ▽ 480.00m
 ▽ 479.00m
 ▽ 478.00m
 ▽ 477.00m
 ▽ 476.00m
 ▽ 475.00m
 ▽ 474.00m

EFH = 481,70 mNN



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az:	116049
BFI Zeiser GmbH & Co. KG	Anlage:	2.1
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Schnitt:	Gebäude
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29	Maßstab:	1:50
bfi@bfi-zeiser.de	Datum:	28.04.2016
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen:	04.03.2016, sw
Projekt: Niederstotzingen, Neubau Nettomarkt		

▽ 483.00m

▽ 482.00m

▽ 481.00m

▽ 480.00m

▽ 479.00m

▽ 483.00m

▽ 482.00m

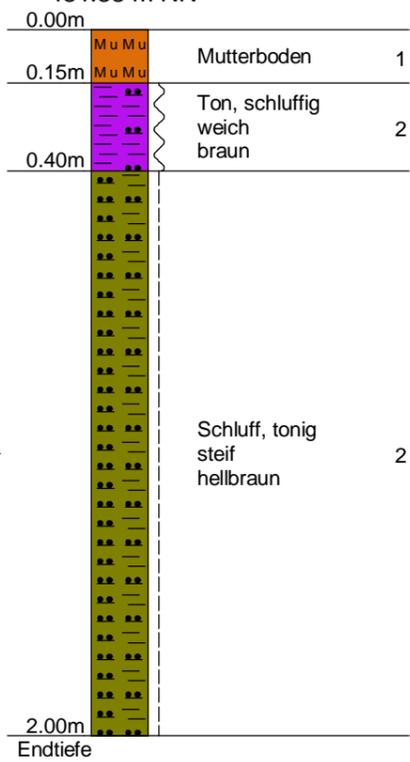
▽ 481.00m

▽ 480.00m

▽ 479.00m

B 5

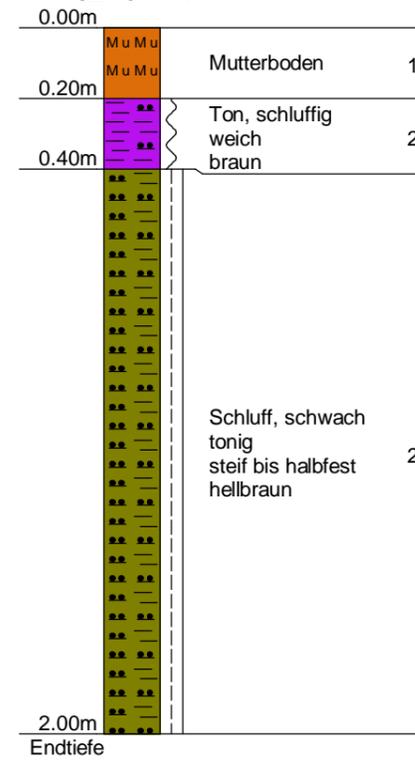
481.38 m NN



P 1/5 □ 1.20m

B 6

482.40 m NN



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:	116049
	Anlage:	2.2
	Schnitt:	Parkfläche
	Maßstab:	1:20
	Datum:	28.04.2016
	aufgenommen:	04.03.2016, sw
Projekt: Niederstotzingen, Neubau Nettomarkt		