



SfG GmbH · Guntherstraße 61 · 90461 Nürnberg

Stadt Lauf a.d. Pegnitz
Rathaus - Bauamt
Urlastraße 22
91207 Lauf a.d. Pegnitz

Büro Nürnberg

Guntherstraße 61
90461 Nürnberg
Tel. 0911 / 9411808-0
Fax. 0911 / 9411808-20
info@sv-geo.de
www.sv-geo.de

HRB 22165 Nürnberg

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Ingolf Schuhmacher ¹⁾

¹⁾ Qualifikationen:

- Öbuv Sachverständiger der IHK Nürnberg für Mittelfranken für Grundbau und Bodenmechanik und Standsicherheit von Böschungen und Hängen.
- Verantwortlicher Sachverständiger für Erd- und Grundbau nach Art. 90, Abs. 6, BayBO i.V. mit §§ 18 f. SVBau.
- Beratender Ingenieur nach Art. 3 und 33, BaylKBauG.
- Bauvorlageberechtigt nach Art. 90, BaylKBauG und Art. 68, Abs. 2 Nr. 2, BayBO.

BV.: Lauf, Erbsenbodenstraße, Neubau Wohnanlage

16-089/is

26. September 2016

Geotechnischer Bericht

1. Bericht - Baugrundgutachten

Bauherr: Stadt Lauf a.d. Pegnitz
Urlastraße 22
91207 Lauf a.d. Pegnitz

Statik: Planungsgemeinschaft Bräutigam / Tippl
Am Bitterbach 17
91207 Lauf a.d. Pegnitz

INHALTSVERZEICHNIS	Seite
1 VORGANG UND BAUVORHABEN	3
2 UNTERSUCHUNGEN	6
2.1 Allgemeines	6
2.2 Untergrundverhältnisse	6
2.3 Grundwasserverhältnisse	8
2.4 Laborversuchsergebnisse	8
2.4.1 Grundwasseranalysen	8
2.4.2 Bodenmechanische Laborversuche	8
3 BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION	10
4 BAUTECHNISCHE FOLGERUNGEN	11
4.1 Allgemeine Baugrundbeurteilung	11
4.2 Gründungsbeurteilung für die aufgehende Konstruktion	12
4.3 Flachgründung auf Bodenaustausch	14
4.3.1 Allgemeines	14
4.3.2 Kennwerte, Setzungen	15
4.4 Schutz der Gebäude gegen Grundwasser	16
4.5 Bauausführung	17

Verzeichnis der Anlagen:

- Anlage 1: Lageplan, M = 1 : 500
Anlage 2: Bodenaufschlüsse - Bodenprofile / Sondierdiagramme, M = 1 : 50
Anlage 3: Ergebnis Grundwasseranalyse
Anlage 4: Ergebnisse bodenmechanische Laborversuche

1 VORGANG UND BAUVORHABEN

Die Stadt Lauf a.d. Pegnitz plant in Lauf, auf dem westlich der Erbsenbodenstraße, den Neubau einer Wohnanlage. Mit Schreiben vom 05.09.2016 erteilte uns der Bauherr den Auftrag, Baugrunduntersuchungen für dieses Bauvorhaben auszuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen. Grundlage der Beauftragung ist unser Kostenangebot vom 09.08.2016.

Zur Gutachtenerstellung wurden uns vom Planer folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [U1] Übersichtslageplan mit Gebäudeanordnung, M 1 : 500, Stand 08.04.2016
- [U2] Pläne Geländeschritte „A-A ... D-D“, M 1 : 250, Stand 08.04.2016

Das geplante Bauvorhaben liegt nordwestlich des Stadtzentrums von Lauf, westlich des Künigundenbergs. Das Gelände wird im Westen von der Beethovenstraße, im Norden von der Telemannstraße bzw. einem Fußweg sowie im Osten von der Erbsenbodenstraße begrenzt und hat eine Längenausdehnung von rd. 135 m in West-Ost-Richtung und von bis zu rd. 85 m senkrecht dazu. Die ungefähre Lage des Baubereiches zeigt der folgende Ausschnitt aus der topographischen Karte im Bild 1. Die genaue Lage ist, mit der Anordnung der geplanten Bebauung, aus dem in der Anlage 1 beigefügten Lageplan ersichtlich.



Bild 1: Ausschnitt aus der topographischen Karte

Das Gelände liegt derzeit auf Höhen zwischen etwa 355,5 ... 359,5 müNN im Norden und etwa 354 ... 356,5 müNN im Süden. In Nord-Süd-Richtung ist eine Höhendifferenz von bis etwa 3 m vorhanden. Der Gesamthöhenunterschied im Baubereich liegt bei rd. 5,5 m.

Das Baugrundstück ist derzeit unbebaut und wird als Wiese genutzt. Im nordöstlichen Bereich finden sich auch ein Baum- und Strauchbestand.

Als Bebauung sind zahlreiche 2 ... 3-geschossige Gebäude vorgesehen (Doppelhaushälften, Einzelgebäude mit Grundflächenabmessungen von ca. 23 m · 9 m, eine größere Demenz-Wohngemeinschaftsanlage sowie im östlichen Baubereich auch einer Tiefgarage zwischen den Gebäuden). Die Gebäude sind meist einfach unterkellert vorgesehen. Lediglich das 1-geschossige Demenzgebäude sowie der östlich Teil des auf der Westseite anschließenden Wohngebäudes sollen nicht unterkellert ausgeführt werden.

Die Lage der Gebäude im Baubereich ist aus der Anlage 1 sowie dem Bild 2 ersichtlich.



Bild 2: Gebäudeanordnung im Baugelände

Entsprechend Bild 3 wird die Höhenlage der Gebäude insgesamt leicht dem Geländeverlauf angepasst. Dabei kann im südwestlichen Baubereich bei den dort teils nicht bzw. teilunterkellerten Gebäuden auch eine leichte Geländeauffüllung erforderlich werden.

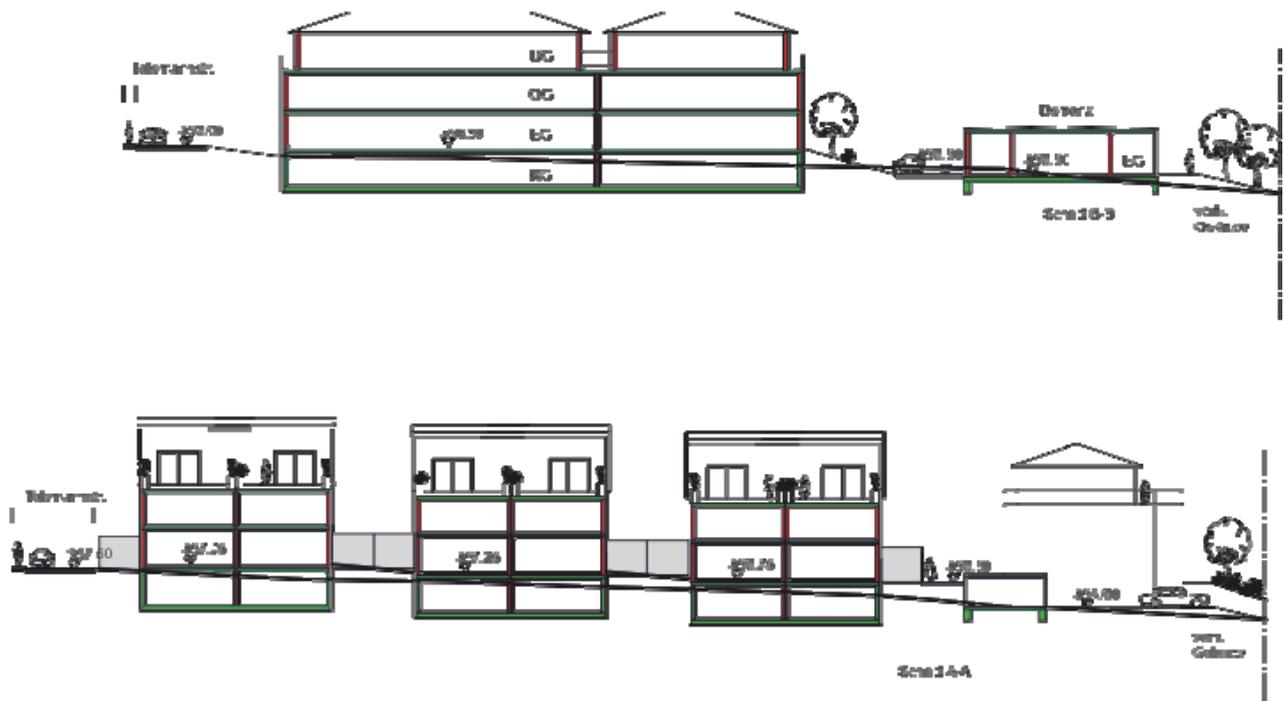


Bild 3: Gebäudeanordnung im Baugelände

Weiter ist im östlichen Baubereich eine Tiefgarage zwischen den Häusern vorgesehen, deren Ein-/Ausfahrt von/zur Erbsenbodenstraße hin erfolgt.

Die Gründung der Gebäude soll planmäßig auf Fundamentplatten erfolgen. Maßgebende, auf die Platten wirkende Lastgrößen liegen noch nicht vor.

2 UNTERSUCHUNGEN

2.1 Allgemeines

Im Zeitraum 20./21.09.2016 wurden zur Baugrunderkundung insgesamt 17 Erkundungsbohrungen abgeteuft und 12 Sondierungen mit der schweren Rammsonde "DPH" nach DIN EN ISO 22476-2 ausgeführt. Die Bohrungen sind mit B1 ... B17, die Sondierungen mit S1 ... S12 bezeichnet.

Die Lage der Untersuchungspunkte zeigt der Lageplan der Anlage 1. Auf Anlage 2/1 und 2/2 sind die Untersuchungsergebnisse grafisch in Form von Bodenprofilen und Sondierdiagrammen dargestellt. Bei den Sondierungen ist die Anzahl der Schläge (n_{10}) für 10 cm Eindringung der Sondenspitze aufgetragen.

Höhenmäßig wurden die Ansatzpunkte der Bohrungen und Sondierungen mittels GPS auf müNN eingemessen.

2.2 Untergrundverhältnisse

Nach der Geologischen **Karte von Bayern**, M 1 : 25.000, Blatt Nr. 6433, Lauf a.d. Pegnitz, sind im Bereich des geplanten Bauvorhabens die Ablagerungen des Feuerletten (Ton, ggf. mit Konglomerat und Sandstein) zu erwarten.

Die **Bohrungen** ergaben folgende, generelle Bodenschichtung:

- Mutterboden bzw. künstliche Auffüllungen
- Tone (Verwitterungsprodukte des Feuerletten), lokal Sande, Kiese
- Ton / Tonstein (Verwitterungszone des Feuerletten)

Folgend ist der angetroffene Untergrundaufbau im Extrakt beschrieben. Im Detail ist der Aufbau den Profilen der Anlage 2 zu entnehmen.

Eine **Mutterbodendeckschicht** wurde in allen Bohrungen in einer Stärke von etwa 0,1 ... 0,3 m festgestellt. In den Bohrungen B1, B3, B4, B11, B12, B16 und B17 ist der Mutterboden

künstlich aufgefüllt. Darunter folgt eine **weitere künstliche Auffüllung**, meist in Form von schluffigen Tonen mit einem variierenden Anteil an sandigen und kiesigen Beimengungen. Die Bohrung B12 zeigt demgegenüber eine aufgefüllte Sandschicht mit schwach schluffigen und schwach tonigen Beimengungen und die Bohrung B16 eine aufgefüllte, bindige, sandige Kiesschicht mit Ziegel- und Metallresten. Die tonigen Auffüllungen besaßen zum Untersuchungszeitpunkt eine meist halbfeste, teils auch halbfest/feste bzw. feste Konsistenz. Die Schichtbasis der künstlichen Auffüllungen wurde in Tiefen zwischen etwa 0,3 m (B4, B11, B16) und 0,7 m (B1) unter GOK angetroffen.

Unterhalb des Mutterbodens bzw. der künstlichen Auffüllungen zeigen alle Bohrungen im Wesentlichen **gewachsene Tone** mit einem variierenden Anteil an schluffigen sandigen und kiesigen Beimengungen. Die Konsistenz der Tone ist meist halbfest, teils auch steif bis halbfest bzw. halbfest ... fest und nur örtlich auch weich ... steif. Es handelt sich hierbei um die Verwitterungsprodukte der veränderlichen Festgesteine des Feuerletzens. Nur örtlich (B2, B1, B4, B14) wurden auch Sand- bzw. Kies-Ton-Gemenge bzw. in der Bohrung B1 auch eine Sandlage angetroffen. Die Schichtbasis der Tone ist in Tiefen zwischen 2,0 m (B17, B4) und 3,6 m (B8) unter GOK angetroffen worden. In den Bohrungen B1, B4, B5, B7, B13 und B14 wurde die Schichtbasis bis zur jeweiligen Bohrendtiefe zwischen 2,0 m und 4,4 m nicht erreicht. Die Bohrungen wurden in diesen Tiefen abgebrochen, da mit dem eingesetzten kleineren Rammkernbohrgerät kein weiterer Bohrfortschritt mehr erzielt werden konnte.

Bei den Bohrungen **B2, B3, B6, B8, B9 ... B12, B15 ... B17** folgt auf die vor beschriebenen Tone der Verwitterungshorizont der veränderlichen Festgesteine des Feuerletzens in Form einer **Ton/Tonstein-Zone** mit meist halbfester ... fester Konsistenz bzw. sehr mürber Festigkeit der Tonsteinrelikte. Die Bohrungen enden in Tiefen zwischen 2,8 m (B17) ... 4,3 m (B8) in der Verwitterungszone konnten, aufgrund der zunehmenden Festigkeit (evtl. auch wegen dünner Sandsteinzwischenlagen im Ton/Tonstein) mit dem eingesetzten kleineren Rammkernbohrgerät nicht tiefer abgeteuft werden.

Die Rammsondierungen zeigen demgegenüber, teils ab etwa der Höhe der Bohrendtiefen, teils auch darunter, mit höheren Schlagzahlen einen mindestens festen Ton bzw. sehr mürben bis mürben Tonstein, oder evtl. auch Sandsteinzwischenlagen und wurden in Tiefen von 4,6 m (S6) bis 9,0 m (S3) in diesem Schichtkomplex abgebrochen.

2.3 Grundwasserverhältnisse

Grundwasser wurde nur in den Bohrungen B5, B8 und B17 in folgenden Tiefen angetroffen.

Bohrung	Datum	Wasserstand bezogen auf		Bemerkung
		m unter GOK	müNN	
B5	21.09.2016	2,82	353,17	SW angetroffen
B8	21.09.2016	1,66	356,22	SW angetroffen
B17	21.09.2016	2,65	355,81	SW angetroffen

Es handelt sich dabei um lokales Schichtwasser in durchlässigeren Partien innerhalb der Verwitterungszone des Feuerlettings. Der eigentliche, flächige Grundwasserspiegel ist deutlich tiefer zu erwarten.

Erfahrungsgemäß ist davon auszugehen, dass, abhängig von Jahreszeit und Witterung, auch in anderen Bereichen des Baugebietes und in unterschiedlichen Tiefenlagen weitere Schichtwasserhorizonte möglich sind.

2.4 Laborversuchsergebnisse

2.4.1 Grundwasseranalysen

Aus der Bohrung B8 wurde vom Schichtwasser eine Probe entnommen und zur Analyse in das AIR GmbH, Nürnberg verbracht. Nach dem Analyseprotokoll ist die untersuchte Probe als **nicht betonangreifend** einzustufen. Die einzelnen Analyseparameter sind der Anlage 3 zu entnehmen.

2.4.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Abschätzung bodenmechanischer Kennwerte wurden im bodenmechanischen Labor an insgesamt 3 gestörten Boden- und Kernproben aus den Bohrungen BK1/16 und BK2/16 folgende Versuche durchgeführt:

- 3 Bestimmungen der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
- 2 Bestimmungen der Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Auf Anlage 4/1 und 4/2 finden sich die detaillierten Ergebnisse der Korngrößenverteilungen und auf Anlage 4/3 ... 4/45 die der Konsistenzgrenzenbestimmungen. Die jeweiligen Ergebnisse sind in die Bodenprofil Darstellungen der Anlage 2 eingearbeitet. Dabei hat sich gezeigt, dass die betreffenden Laborversuche relativ gut mit der Ansprache der fachtechnischen Bohrkernaufnahme übereinstimmen.

Zu beachten ist, dass die Versuchswerte nicht die in situ auftretenden entsprechenden Grenzwerte darstellen.

3 BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION

Unterhalb des aufgefüllten bzw. gewachsenen Mutterbodens können dem angetroffenen Untergrund für erdstatische Berechnungen erfahrungsgemäß folgende charakteristische Kennwerte zugrunde gelegt werden:

Bodenart	Wichten	Scherfestigkeit		Steifemodul	Bodenklasse nach DIN 18300*
	γ_k / γ'_k (kN/m ³)	φ'_k (°)	c'_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (MN/m ²)	
Künstl. Auffüllungen, Tone, halbfest ... fest	19 ... 20 / 9 ... 10	17,5 ... 22,5	10 ... 20	< 8 ... 20	4 ... 6
Sande, mitteldicht gelagert	18 ... 19 / 10 ... 11	32,5	0	25 ... 35	3 + 4
Sand/Kies-Ton-Gemenge, halbfest ... fest	18 ... 20 / 8 ... 11	32,5**		10 ... 20	4 ... 6
Ton, weiche ... steife Konsistenz	18 ... 19 / 8 ... 9	17,5 ... 20	0 ... 5	3 ... 6	4 + 5
Ton, steife ... halbfeste Konsistenz	19 ... 20 / 9 ... 10	17,5 ... 20	5 ... 10	6 ... 10	4 + 5
Ton/Tonstein, halbfest ... fest bzw. entfestigt bis mürbe	20 ... 21 / 10 ... 11	20 ... 22,5	10 ... 20	12 ... 20	5 + 6

Dabei bedeuten:

- γ_k / γ'_k = charakt. Wichte des feuchten Bodens / des Bodens unter Auftrieb
- φ'_k = charakt. Wert des Reibungswinkels, effektiv
- c'_k = charakt. Wert der Kohäsion, effektiv
- $E_{s,k}$ = charakt. Wert des Steifemoduls
- * = Ausgabe 2012-09
- ** = Ersatzreibungswinkel

Die jeweiligen Schichtgrenzen sind den Aufschlüssen auf Anlage 2 zu entnehmen. Für die Beseitigung von evtl. gröberem Auffüllungen etc., ist im LV eine gesonderte Regelung zu treffen. Dabei ist auch zu beachten, dass für die „Entsorgung“ von Aushubmaterial eine entsprechende Deklaration erforderlich ist und das Material vorab auf Mieten gelagert und entsprechend beprobt werden muss.

4 **BAUTECHNISCHE FOLGERUNGEN**

4.1 **Allgemeine Baugrundbeurteilung**

Die angetroffenen **aufgefüllten Tone** mit halbfester ... fester Konsistenz sind als höher scherfest zu beurteilen. Da die Auffüllungen jedoch vermutlich nicht kontrolliert verdichtet eingebaut worden sind, kann, zumindest bereichsweise, eine stärkere Zusammendrückbarkeit vorhanden sein. Konventionelle Bauwerkslasten sollten daher können nicht unmittelbar in diesen Bereich eingeleitet werden, da sich Bauwerksschäden bei den sonst zu erwartenden Setzungen/Setzungsdifferenzen nicht auszuschließen lassen.

Demgegenüber sind die **meist halbfesten gewachsenen Tone** als höher scherfest und mäßig zusammendrückbar zu beurteilen. Sollen konventionelle Bauwerkslasten in diesen Bereich eingeleitet werden, muss die Systemverträglichkeit der zu erwartenden Setzungen/Setzungsdifferenzen mit der Konstruktion rechnerisch nachgewiesen werden. Dabei sind auch die teils vorhandenen Sand/Kies-Ton-Gemische sowie lokal evtl. vorhandenen Sandlagen in die Betrachtung mit einzubeziehen. Bereiche mit nur weicher ... steifer Konsistenz sind hingegen nicht für den Abtrag der zu erwartenden Bauwerkslasten geeignet.

Der Verwitterungshorizont der veränderlichen Festgesteine in Form von **Ton/Tonstein** mit halbfester ... fester Konsistenz bzw. sehr mürber Festigkeit der Tonsteinrelikte ist als mäßig ... gut tragfähig und mäßig ... geringer zusammendrückbar zu bezeichnen. Konventionelle Bauwerkslasten können in diesem Bereich abgetragen werden. Hier gilt jedoch ebenfalls, dass die Systemverträglichkeit der zu erwartenden Setzungen/Setzungsdifferenzen mit der Konstruktion rechnerisch nachzuweisen ist.

Die Tone sind weiter, abhängig von ihrer Plastizität, als sehr schwach durchlässig und gering bis sehr frost- und mäßig ... sehr witterungsempfindlich sowie sehr schwach durchlässig ... (baupraktisch) nahezu undurchlässig zu beurteilen. Bei Wasserzutritt und mech./dyn. Beanspruchung (z.B. während des Baubetriebs) verschlechtern sie, insbesondere bei nicht ausgeprägter Plastizität, schnell ihre Konsistenz. Weiter zu beachten ist die Eigenschaft der Feuerlettentone bei Wassergehaltsänderungen. Bei Austrocknung weisen diese eine relativ starke Schrumpfung auf, was zu entsprechenden (unterschiedlichen) Setzungen darüber befindlicher Baukörper etc. führt.

Im Gegensatz hierzu neigen die Feuerlettentone bei Wasseraufnahme, ab einer steif/halbfesten Konsistenz, zum Quellen. Dabei können dann erhebliche Quelldrücke auftreten und darüber angeordnete Baukörper etc. entsprechend belasten.

Die v.g. Angaben gelten sinngemäß für den Ton/Tonstein-Bereich, wobei hier die Durchlässigkeit gegenüber den Tonen höher sein kann, wenn in entsprechenden Bereichen der Tonsteinanteil mit entsprechend hydraulisch wirksamer Trennflächenstruktur überwiegt. Die beschriebenen Böden sind i.d.R. nicht für qualifizierte Auffüll- bzw. Hinterfüllarbeiten zu verwenden.

Sandzwischenlagen sind, abhängig vom Feinkornanteil, durchlässig ... schwach durchlässig und entsprechend frost- und witterungsempfindlich. Aufgrund ihres meist höheren Feinkornanteils, des vermutlich nur geringen Umfangs etc., dürften sie hier für qualifizierte bautechnische nicht von Bedeutung sein. Auch bei den Sanden mit entsprechendem Feinkornanteil ist zu beachten, dass es bei Wasserzutritt und mech./dyn. Beanspruchung (z.B. während des Baubetriebs) schnell ein „Aufweichen“ entsteht.

4.2 Gründungsbeurteilung für die aufgehende Konstruktion

Die planmäßige Gründung der Gebäude und der Tiefgarage ist auf einer Fundamentplatte vorgesehen. Auf Anlage 2 sind die geplanten Höhenlagen der OKFF-KG bzw. OKFF-EG in die Aufschlussprofile mit eingetragen.

Danach sind in Höhe der geplanten Fundamentplatten unterschiedliche Untergrundverhältnisse zu erwarten. Dies reichen vom Verwitterungshorizont der Ton/Tonsteine über halbfeste Tone und steife ... halbfeste Tone bis zu künstlichen Auffüllungen. Im Bereich des nicht unterkellerten „Demenzgebäudes“ bzw. des nach Westen anschließenden nicht unterkellerten Teil des Nachbargebäudes liegt die Fundamentplatte teilweise über dem derzeitigen Gelände bzw. im oberen Bereich mit zumindest zum Teil nur gering tragfähigen Böden.

Im Bild 5 sind die vor beschriebenen Verhältnisse nochmals visuell dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass es sich hier nur um eine sehr grobe Darstellung zur grundsätzlichen Veranschaulichung handelt und die Verhältnisse vor Ort mehr oder weniger stark von der Darstellung abweichen werden.



Bild 4: Sehr grobe Darstellung der Untergrundverhältnisse in UK Fundamentplatte

Maßgebend für die Gründung der geplanten Gebäude ist hier, neben der unterschiedlichen Tragfähigkeit der im Einflussbereich der Gründungen anstehenden Böden, insbesondere auch das unterschiedliche Setzungsverhalten dieser Böden.

Grundsätzlich halten wir jedoch die Gründung der geplanten Gebäude und der Tiefgarage auf Fundamentplatten für ausführbar, wenn, abhängig von den im Grundflächengereich anstehenden unterschiedlich zusammendrückbaren Böden ein Tragschichtpolster aus Mineralbeton 0/56 eingebaut wird und folgende Maßnahmen/Randbedingungen beachtet werden:

- Die erforderliche Dicke v.g. Tragschichtpolsters ist nach setzungstechnischen Randbedingungen festzulegen. Die UK Polster muss jedoch im mindestens halbfesten Ton liegen.
- In diesem Zusammenhang ist grundsätzlich ist bei jedem Bauwerk rechnerisch zu überprüfen, ob die Konstruktion mit den zu erwartenden Setzungen/Setzungsdifferenzen ver-

träglich ist. Hierzu sind für jedes Bauwerk entsprechende Setzungsberechnungen mit den „wirklichen Lasten“ auszuführen.

- Kellergeschosse sind ggf. als „starrer Kasten“ auszubilden, um ein möglichst „gleichartiges“ Setzungsverhalten zu erzielen.
- Im Abschnitt 4.3 wird die Flachgründung über Fundamentplatten auf einer Mineralbetontragschicht näher beschrieben. Die dort gemachten weiteren Angaben sind ebenfalls einzuhalten.
- In Bereichen in denen die Gründung über dem derzeitigen Gelände liegt (Süden/Südwesten) ist die Auffüllung mit dem Tragschichtschotter auszuführen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Frostsicherheit gewährleistet ist und Niederschlagswasser nicht ungehindert in das Auffüllmaterial eindringen kann.

4.3 Flachgründung auf Bodenaustausch

4.3.1 Allgemeines

Zur Gründung der Gebäude und der Tiefgarage ist, zur Reduzierung und Vergleichmäßigung der bei den vorliegenden Verhältnissen zu erwartenden Setzungen/Setzungsdifferenzen, unter den bereits planmäßig vorgesehenen Fundamentplatten ein lastverteilendes Polster aus gut kornabgestuftem Schotter (Tragschichtmaterial 0/56) anzuordnen. Die Mindestdicke des Polsters beträgt 35 cm, unabhängig von der Setzungsabschätzung nach Abschn. 4.3.2. Die UK Polster muss im mindestens halbfesten Ton liegen.

Das Tragschichtmaterial ist auf $D_{pr} \geq 1,0$ zu verdichten und auf einer Fläche anzuordnen, die eine Lastausbreitung unter 45° berücksichtigt. Im OK Polster sind ein E_{v2} -Wert $\geq 100 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältniswert $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$ nachzuweisen.

Der Einbau des Tragschichtpolsters hat lagenweise zu erfolgen. Die Dicke der Einbaulagen ist abhängig vom verwendeten Verdichtungsgerät, darf 40 cm jedoch nicht überschreiten.

Die genaue erforderliche Stärke des Bodenaustausches lässt sich im Vorwege nicht angeben und ist vor Ort durch den Baugrundgutachter festlegen zu lassen. Im Abschnitt 4.3.2 sind diesbezüglich grobe Angaben auf Basis einer Setzungsabschätzung gemacht.

Evtl. in Höhe UK Polster anstehende Tone mit schlechterer nur weicher ... steifer Konsistenz oder „aufgeweichte“ Sande mit nur geringer Tragfähigkeit sind weiter auszuräumen und ebenfalls durch das O.g. Polstermaterial zu ersetzen.

Rechtzeitig zu Beginn der Maßnahme ist durch Probefelder zu überprüfen, ob die geforderten Kennwerte bei der angegebenen Tragschichtdicke erreicht werden.

Bei ungünstigen Setzungsprognosen empfiehlt es sich, dass Kellergeschoss als sogenannter „steifer Kasten“ auszubilden.

Die Sohlrücke sind auf das im Abschn. 4.3.2 genannte Maß zu begrenzen.

4.3.2 Kennwerte, Setzungen

Bei Beachtung der v.g. Angaben kann hier die Dimensionierung der Fundamentplatten nach einem Verfahren der elastischen Bettung (Bettungs-, Steifemodulverfahren, ...) erfolgen. Zu beachten ist dabei, dass das Steifemodulverfahren die Wechselwirkung zwischen Baugrund und Bauwerk üblicherweise besser als das Bettungsmodulverfahren wiedergibt.

Hinweis: Der Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante, sondern u. a. von der Größe der Lastfläche und dem Spannungsniveau abhängig.

Die maßgebenden Steifemoduln sind der entsprechenden Kennwerttabelle im Abschn. 3 zu entnehmen. Für das Tragschichtmaterial aus Mineralbeton kann, bei Nachweis der geforderten Einbaudaten, mit einem mittleren Steifemodul E_s von 45 MN/m^2 und einer mittleren Wichte γ_k/γ'_k von $20/12 \text{ kN/m}^3$ gerechnet werden.

Soll hier dennoch das Bettungsmodulverfahren angewendet werden, empfiehlt es sich, die jeweils maßgebenden Bettungsmoduln mit den „wirklichen“ Bauwerkslasten und Gründungsflächen über eine Setzungsberechnung festzulegen.

Für eine sehr grobe „Vordimensionierung“ wird die Größenordnung des Bettungsmodulbereichs für eine Lastfläche von rd. $8 \cdot 12 \text{ m}^2$, eine Plattendicke von 35 cm und eine mittlere flächig verteilte Belastung von 45 kN/m^2 (einschl. Gewicht der Fundamentplatte) für folgende Randbedingungen abgeschätzt:

Untergrund1: UK Fundamentplatte im Bereich des Ton/Tonsteins auf einer Mineralbeton-Tragschicht mit der Mindeststärke von 35 cm.

Untergrund2: UK Fundamentplatte auf einer Mineralbeton-Tragschicht mit der Mindeststärke von 35 cm auf der einen und von 100 cm auf der anderen Seite.

Untergrund	Stärke Bodenaustausch	Bettungsmodul (MN/m ³)	Plattensetzung (cm)
Typ 1	ca. 0,35 m	ca. 1,5 ... 3 (Feldbereich) ca. 5 ... 8 (Außenwandbereich)	ca. 0,5 ... 1,5
Typ 2	ca. 0,35 ... 1,0 m	ca. 2 ... 4 (Feldbereich) ca. 6 ... 9 (Außenwandbereich)	ca. 0,7 ... 1,5

Die Bodenpressungen (Sohldruck) unter der Bodenplatte ist dabei auf 100 kN/m² zu begrenzen. Nach Vorliegen eines genauen Lastenplans ist die Abschätzung der Bettungsmoduln ggf. neu durchzuführen.

4.4 Schutz der Gebäude gegen Grundwasser

Entsprechend Abschn. 2.3 wurde Schichtenwasser nur in 3 der 17 Bohrung in unterschiedlichen Tiefen zwischen rd. 1,7 m und rd. 2,8 m unter derzeitiger GOK angetroffen. Weiter ist nach Abschn. 2.3 davon auszugehen, dass, abhängig von Jahreszeit und Witterung, auch in anderen Bereichen des Baugebietes und in unterschiedlichen Tiefenlagen weitere Schichtwasserhorizonte möglich sind. Darüber hinaus kann Niederschlagwasser in die ehemaligen Arbeitsräume eintreten und sich dort aufstauen.

Kellergeschosse (auch Lichtschächte) sind daher gegen drückendes Wasser abzudichten und zu dimensionieren. Die Abdichtung kann z.B. als „Weiße Wanne“ nach DIN 1045 oder mittels Dichtungsbahnen nach DIN 18195/6 (Schwarze Wanne) erfolgen.

Sind keine anderen gesicherten Werte bekannt, wird für die Bemessung empfohlen, den Bemessungswasserspiegel nicht tiefer als 0,7 m unter derzeitiger GOK anzusetzen.

Ggf. kann eine Begrenzung des Anstiegs auch durch eine Dränung erfolgen, wenn hierzu eine wasserrechtliche Genehmigung vorliegt.

Die Arbeitsräume sind im oberen Bereich mit gut durchlässigem Material zu verfüllen, um einen raschen Ausgleich des Wasserspiegels zu gewährleisten. Im untersten Bereich sind die Arbeitsräume mit gering wasserdurchlässigem Material so zu verfüllen, dass nicht ungehindert Wasser in den Feuerletten eindringen kann und hier ggf. zu Quellerscheinungen führt.

Darüber hinaus ist die GOK im Bereich der ehemaligen Baugrube so auszubilden, dass Niederschlagswasser nicht ungehindert in die verfüllten Arbeitsräume eintreten kann. Dabei sollte auch eine entsprechende Geländeneigung ausgeführt werden.

4.5 Bauausführung

Zur Herstellung der Kellergeschosse bzw. der Tiefgarage sowie zur Ausführung des erforderlichen Bodenaustausches werden Baugruben mit Tiefen (bezogen auf die derzeitige GOK) von voraussichtlich bis etwa 3,5 m erforderlich.

Aus geotechnischer Sicht ist hier die Ausführung einer geböschten Baugrube möglich, da die Platzverhältnisse ausreichend sein dürften (vom Planer nochmals zu überprüfen). Ist dies in Randbereichen zu Straßen- und Wegen teilweise nicht der Fall, ist dort ggf. ein Verbau auszuführen. Bei Bedarf machen wir hierzu gerne nähere Angaben.

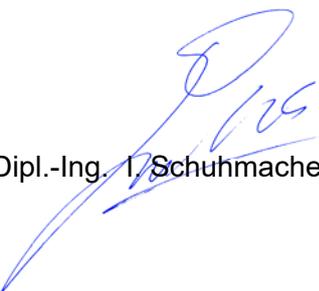
Bei den anstehenden Böden können die Baugrubenböschungen im Bereich weicher bis steifer bzw. sandig/kiesiger Böden mit einem zulässigen Böschungswinkel von 45° frei abgeböschet werden. Dabei sind die Randbedingungen der DIN 4124 zu beachten. Im Bereich des mindestens halbfesten Tons (dürfte hier in größerem Umfang zutreffen) kann die Neigung auf 60° versteilt werden.

Besondere Wasserhaltungsmaßnahmen sind hier voraussichtlich nicht erforderlich. Es dürfte lediglich eine konventionelle offene Wasserhaltung zur Ableitung von Schichten- und Tagwasser zur Trockenhaltung der Baugrube erforderlich sein. Bei der offenen Wasserhaltung ist darauf zu achten, dass alle Elemente filterstabil zum umgebenden Boden ausgebildet sind. Ggf. ist dies durch das Einlegen eines entsprechenden Geotextils zu realisieren.

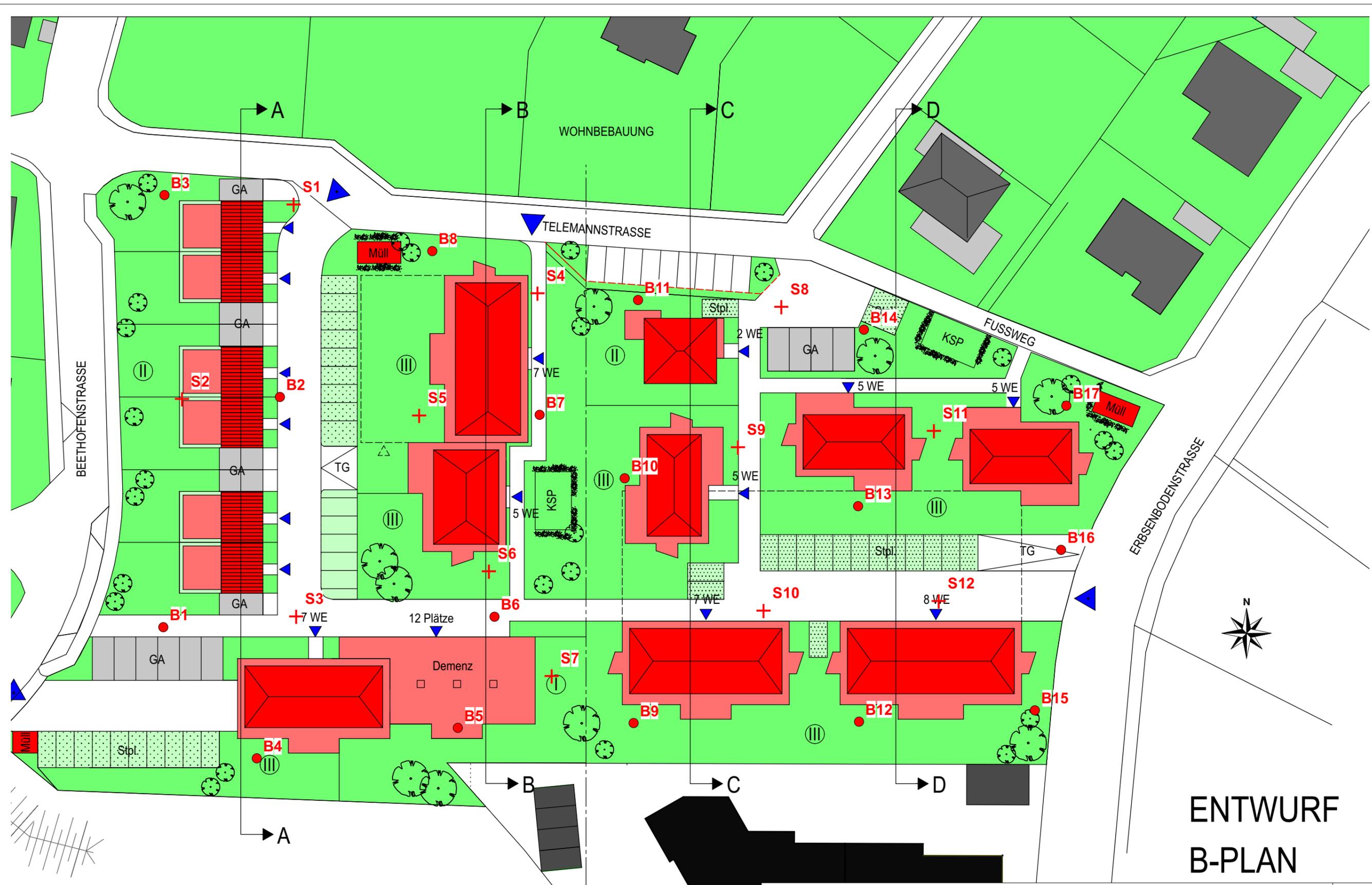
Nochmals hinzuweisen ist auf die Witterungsempfindlichkeit und Aufweichgefährdung der ange-
troffenen bindigen, insbesondere in Verbindung mit dem Baubetrieb.

Freigelegte Aushubflächen sind umgehend mit dem beschriebenen Tragschichtmaterial zu über-
bauen. Dabei ist eine rückwärtsschreitende Arbeitsweise vorzusehen. In diesem Zusammenhang
ist sicherzustellen, dass Flächen nur in solchem Umfang freigelegt werden, wie sie auch umge-
hend wieder überbaut werden können. Ein längeres Offenstehen (z.B. auch über das Wochenende)
ist nicht zulässig. In diesem Zusammenhang wird nochmals darauf hingewiesen, dass, entspre-
chend Abschn. 4.4, im untersten Bereich der Arbeitsräume die Verfüllung mit ausreichend tragfä-
higem, jedoch nur gering wasserdurchlässigem Material erfolgen soll, damit nicht ungehindert
Wasser in den Feuerletten eindringen kann und hier ggf. zu Quellerscheinungen führt.

Für weitere Fragen stehe ich gerne zur Verfügung.



Dipl.-Ing. I. Schuhmacher



ENTWURF B-PLAN

THW
gesamt 57 Wohneinheiten und
12 Plätze Demenz-Wohngemeinschaft

Sachverständigeninstitut für Geotechnik GmbH
Guntherstraße 61 · 90461 Nürnberg · Tel. 0911 / 9411808-0 Fax. 9411808-20

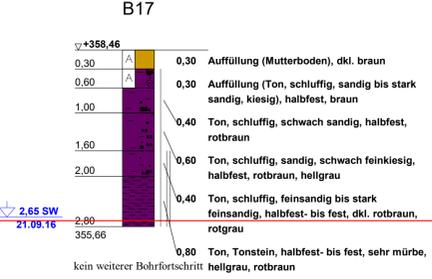
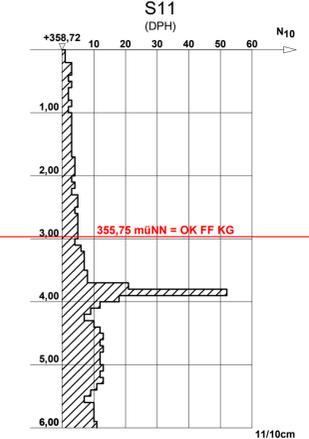
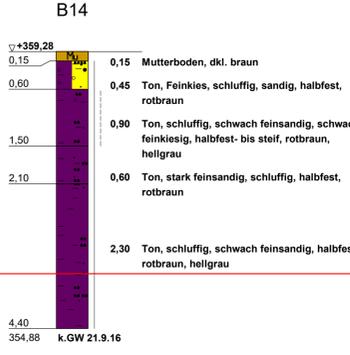
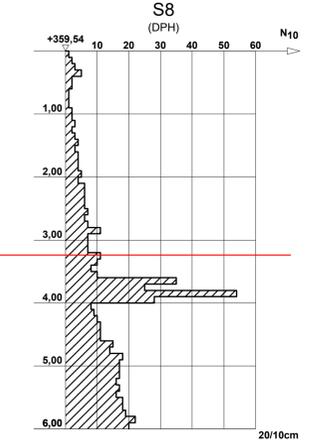
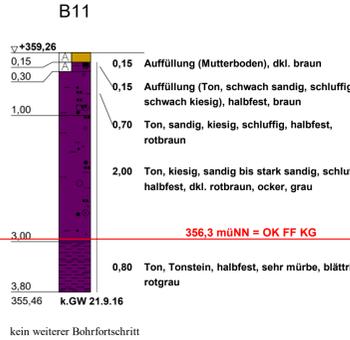
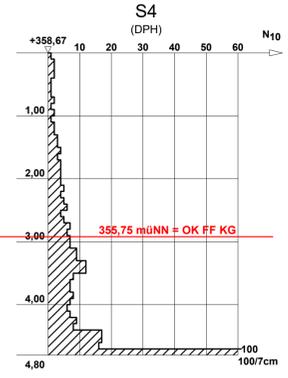
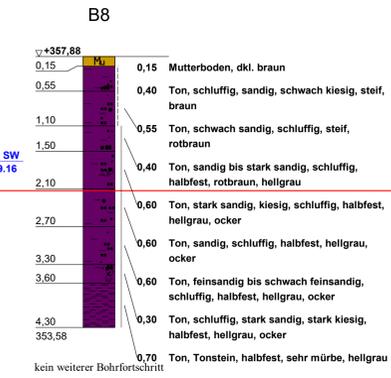
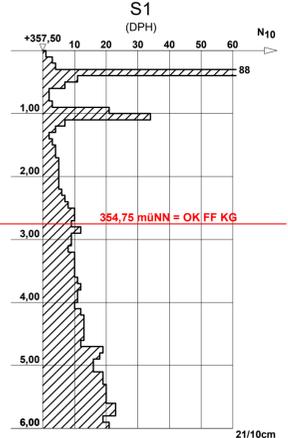
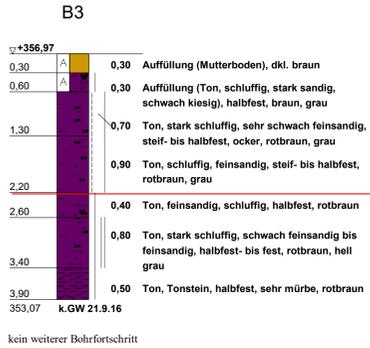


Lauf, Erbsenbodenstraße
Neubau einer Wohnanlage
Lageplan Baugrundausschlüsse

M 1 : 500

16-096
Anlage 1

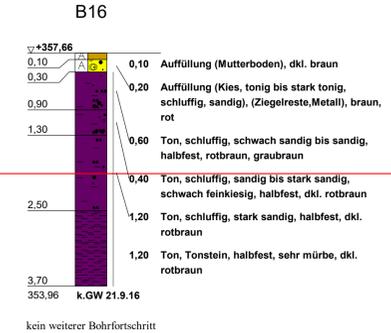
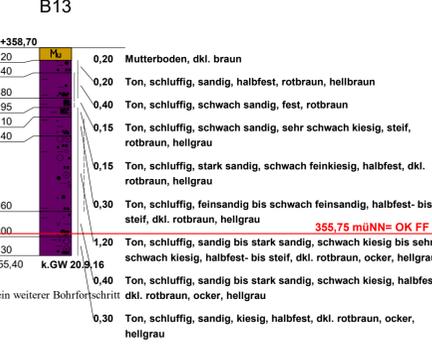
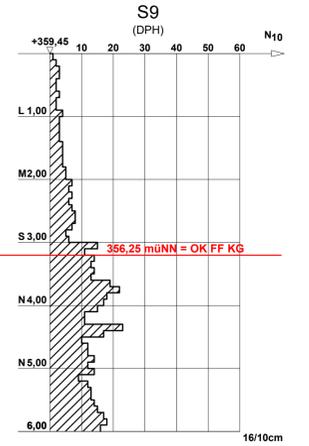
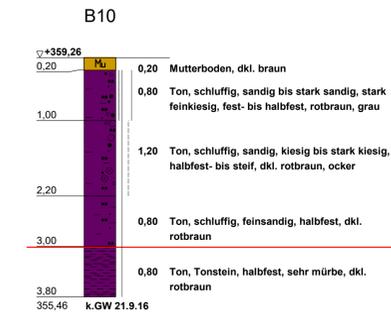
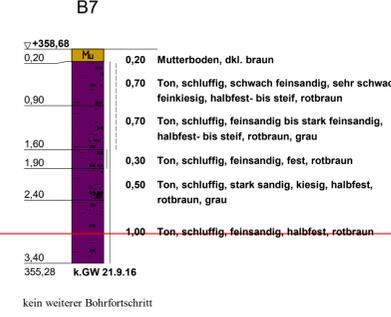
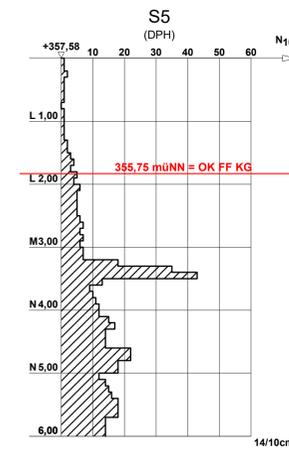
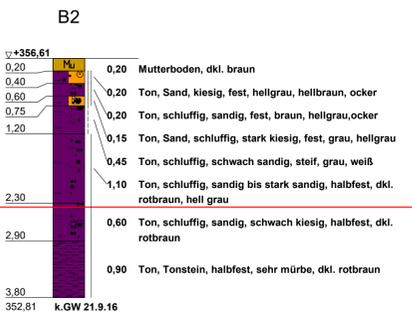
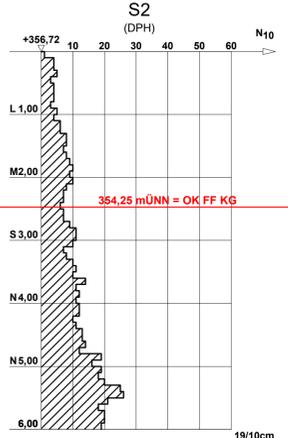
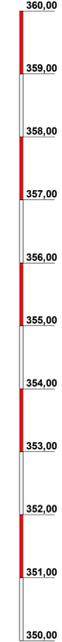
müNN



müNN



müNN



müNN



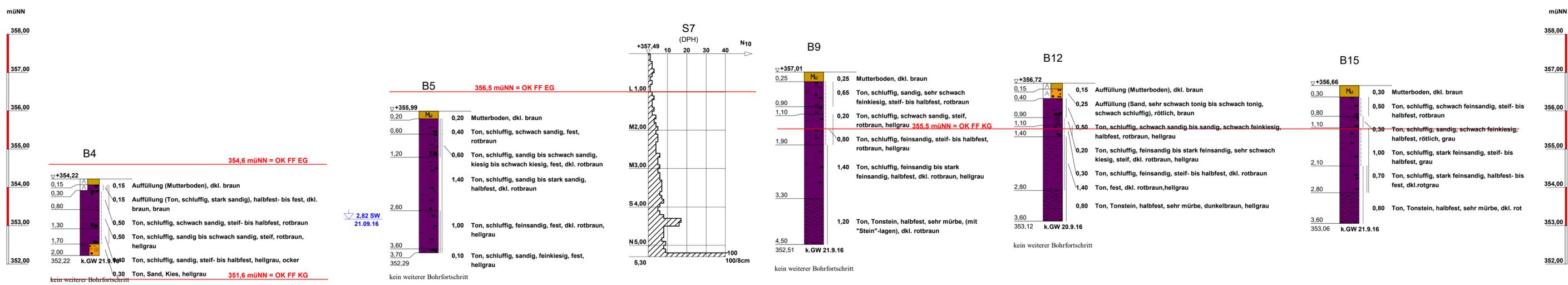
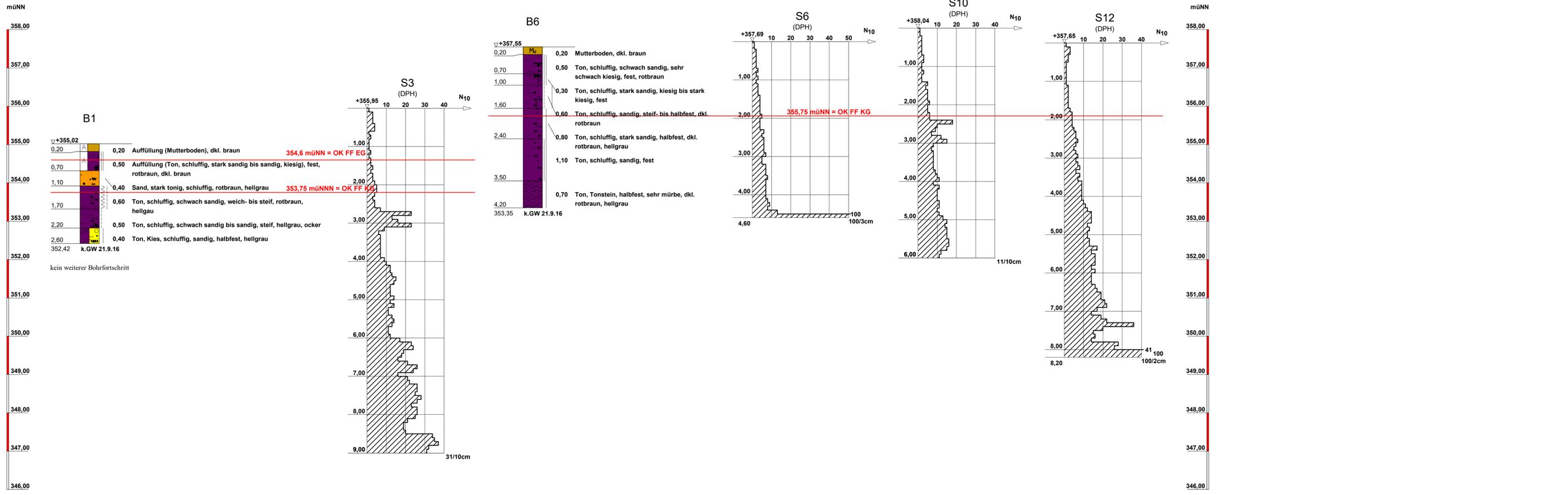
ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

Legend for soil types and symbols. Includes categories: BODENARTEN (Auffüllung, Kies, Mutterboden, Sand, Schluff, Ton), FELSARTEN (Tonstein), KORNGRÖßENBEREICH (f, m, g), KONSISTENZ (stf, fst, hfst, halfest), HÄRTE (smü, sm, bl, blättrig), and BOHRER/SONDIERUNG (Schlagbohrer, Sondierbohrer, etc.).

Bauvorhaben: Lauf, Erbsenbodenstraße
Neubau einer Wohnanlage
Planbezeichnung: Bodenaufschlüsse
Bohrungen B2, B3, B7, B8, B10, B11, B13, B14, B16, B17
Sondierungen S1, S2, S4, S5, S8, S9, S11

Table with project details: Anlage-Nr. 2/1, Maßstab: 1:50, Sachverständigeninstitut für Geotechnik GmbH, Guntherstraße 61, 90461 Nürnberg, Tel.: 0911/9411808-0, Fax: 0911/9411808-20, Mitarbeiter: is, Gezeichnet: jm, Geändert: , Gesehen: , Datum: 06.10.16, 20.10.16, 480/1300, Projekt-Nr: 16-096

Copyright © by: DAT GmbH 1994 - 2016 - S:\PROJEKTE\2016\16-096 LAUF, ERBSENBDENSTRASSE\16-096 LAUF, ERBSENBDENSTRASSE - GA.VAN.2\B.01



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

PROBENTYPNAME UND GRUNDWASSER
 Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab. 1
 Schichtwasser angebohrt
 k.GW kein Grundwasser

BODENARTEN		FELSARTEN	
Auffüllung	A	Tonstein	Tst
Kies	G g		
Mutterboden	Mu		
Sand	S s		
Schluff	U u		
Ton	T t		

KORNGRÖßENBEREICH: f fein, m mittel, g grob

NEBENANTEILE: schwach (< 15%), stark (ca. 30-40%), sehr schwach, sehr stark

KONSISTENZ: wch weich, hfst halbfest, stf steif, fst fest

HÄRTE: smü sehr mürbe

RAMMSONDERUNG NACHEN ISO 22476-2: Schlagschere für 10 cm Erdringgröße, Licht, mit Scherkeil, schwer

BOHROCHRAMMSONDERUNG NACH DIN 4094-2: Bohrer Ø 13 Sch./30cm, offene Spitze, geschlossene Spitze

Bauvorhaben:
 Lauf, Erbsenbodenstraße
 Neubau einer Wohnanlage

Planbezeichnung:
 Bodenaufschlüsse
 Bohrungen B1, B4, B5, B6, B9, B12, B15
 Sondierungen S3, S6, S7, S10, S12

Anlage-Nr.: 2/2	Maßstab: 1:50
Bearbeiter: is	Datum: 20.10.16
Gezeichnet: jm	
Geändert:	
Gesehen: 480/1100	
Projekt-Nr.: 16-096	

Sachverständigeninstitut
 für Geotechnik GmbH
 Guntherstraße 61
 90461 Nürnberg
 Tel.: 0911/9411808-0
 Fax: 0911/9411808-20



Analytik Institut Rietzler GmbH | Schnorrstraße 5a | 90471 Nürnberg

Sachverständigeninstitut für Geotechnik GmbH
Herr Schuhmacher
Guntherstr. 61
90461 Nürnberg

Analytik Institut Rietzler GmbH
Laborstandort Nürnberg
Schnorrstraße 5a
90471 Nürnberg

Telefon 0911 86 88-20
Telefax 0911 86 88-222

labor-nuernberg@rietzler-analytik.de
www.rietzler-analytik.de

PRÜFBERICHT AB1609964/SFGNUE21-hk

Auftraggeber: Sachverständigeninstitut für Geotechnik GmbH
Auftraggeber Adresse: Guntherstr. 61, 90461 Nürnberg
Probenahmeort: Lauf, Erbsenbodenstraße
Probenehmer: Auftraggeber
Probenahmedatum: 23.09.2016
Probeneingangsdatum: 23.09.2016
Prüfzeitraum: 23.09.2016 - 28.09.2016

Betonaggressivität nach DIN 4030 **Untersuchungsergebnis Grundwasser**

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Proben. | Die Akkreditierung gilt für die im Prüfbericht mit * gekennzeichneten Prüfverfahren.

Zugelassen nach
AbfKlärV, BioAbfV, DüngeV
Untersuchungsstelle nach
§15 Abs. 4 TrinkwV

Untersuchungsstelle nach
§18 BBodSchG
Messstelle nach
§§26, 28 BImSchG

Gegenprobensachverständige
nach § 43 LFGB
Zertifiziert nach
AQS-Leitstelle Bayern

Akkreditiert nach
DIN EN ISO/IEC 17025



Geschäftsführer
Arthur Hofmann

Sparkasse Nürnberg
Kto. 444 33 33 | BLZ 760 501 01
IBAN: DE42 7605 0101 0004 4433 33
SWIFT-BIC: SSKNDE77XXX

Gewerbekbank Ansbach
Kto. 141 577 | BLZ 765 600 60
IBAN: DE25 7656 0060 0000 1415 77
SWIFT-BIC: GENODEF1ANS

Amtsgericht Nürnberg
HRB 21251
USt.-IdNr. DE238074111
Steuer-Nr. 241/121/53183

Untersuchungsergebnis Grundwasser

Probenbezeichnung			Bohrung B8
Labornummer			AP1640371
Probenahmedatum			23.09.2016
Probenahmeort			Lauf
Parameter	Methode	Einheit	
Färbung, qualitativ	Sensorik		braun
Geruch	DEV B1/2*		ohne
pH-Wert	DIN 38 404-C5*		7,43
Messtemperatur pH	DIN 38 404-C4-1*	°C	23,7
Gesamthärte	DIN 38 409-H6*	°dH	23,3
Hydrogencarbonathärte	DEV D8	°dH	7,73
Nichtcarbonathärte	DEV D8	°dH	15,6
Ammonium	DIN 38 406-E5-1*	mg/l	0,17
aggres. Kohlensäure	DIN 4030 Teil 2**	mg/l	<2
Anionen			
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1*	mg/l	11
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1*	mg/l	43
Sulfid, gesamt	DIN 38 405-D27*	mg/l	<0,05
Metalle			
Magnesium	DIN EN ISO 17294-2 (E29)*	mg/l	35
Org. Summenparameter			
Permanganat-Index	DIN EN ISO 8467 (H5)*	mg/l	2,62

Bewertung nach DIN 4030 (06-2008) - Betonaggressivität:

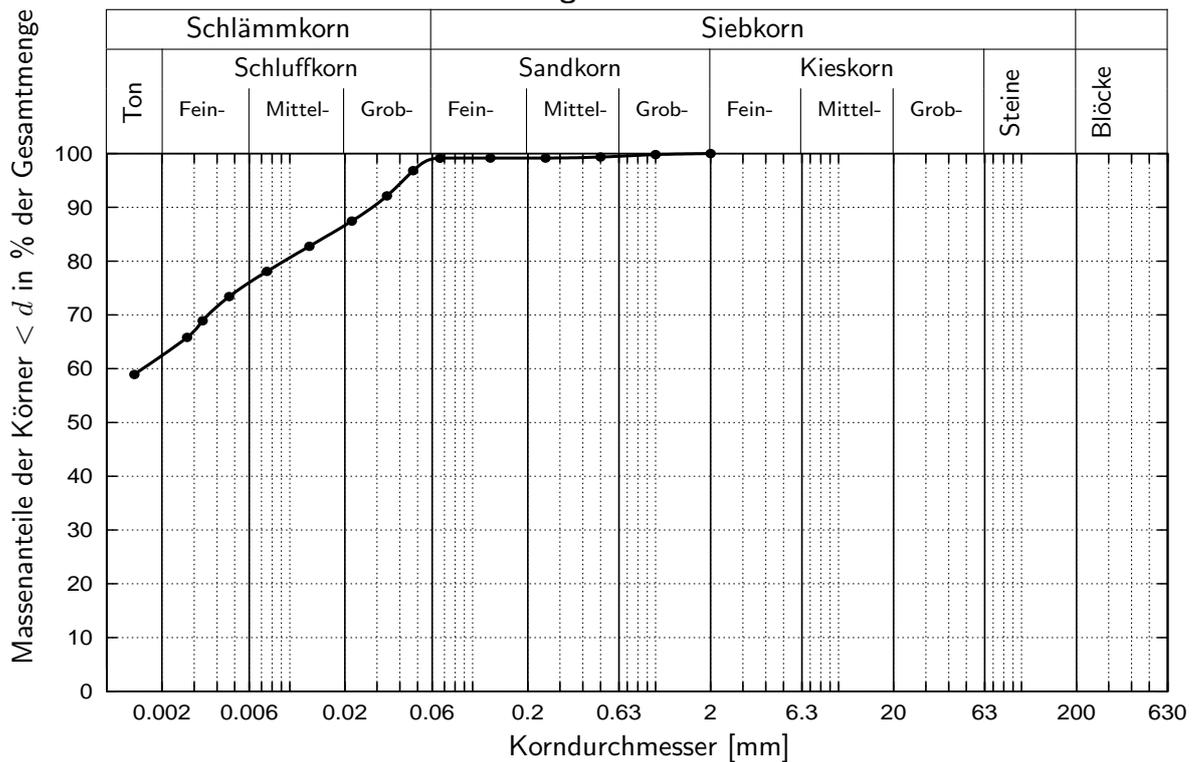
Die untersuchte Probe ist in die Kategorie 'nicht Beton angreifend' einzustufen.

Analytik Institut Rietzler GmbH, Nürnberg, den 28.09.2016



i. A. Yvonne Stephan
MSc Angewandte Chemie
- stellv. Laborleiterin -

Körnungslinie



Benennung (KV) : si*Cl
 Bodengruppe (DIN 18196) : TA
 Frostklasse (ZTVE) : F3

Trockenmasse : 122.36 [g]
 Korndichte : 2.635 [g/cm³]
 Feinkornanteil : 99.11 [%]
 Sandkornanteil : 0.89 [%]
 Kieskornanteil : 0.00 [%]
 Steinanteil : 0.00 [%]
 Größtkorn : [mm]
 d_{10} : [mm]
 d_{30} : [mm]
 d_{60} : 0.002 [mm]
 C_U : [-]
 C_C : [-]

Korngröße [mm]	Durchgang [%]
2.0000	100.00
1.0000	99.80
0.5000	99.35
0.2500	99.17
0.1250	99.16
0.0662	99.15
0.0472	96.81
0.0339	92.13
0.0218	87.44
0.0128	82.76
0.0075	78.08
0.0047	73.40
0.0033	68.90
0.0027	65.80
0.0014	58.92

Nährungsweise Angabe der Wasserdurchlässigkeit:

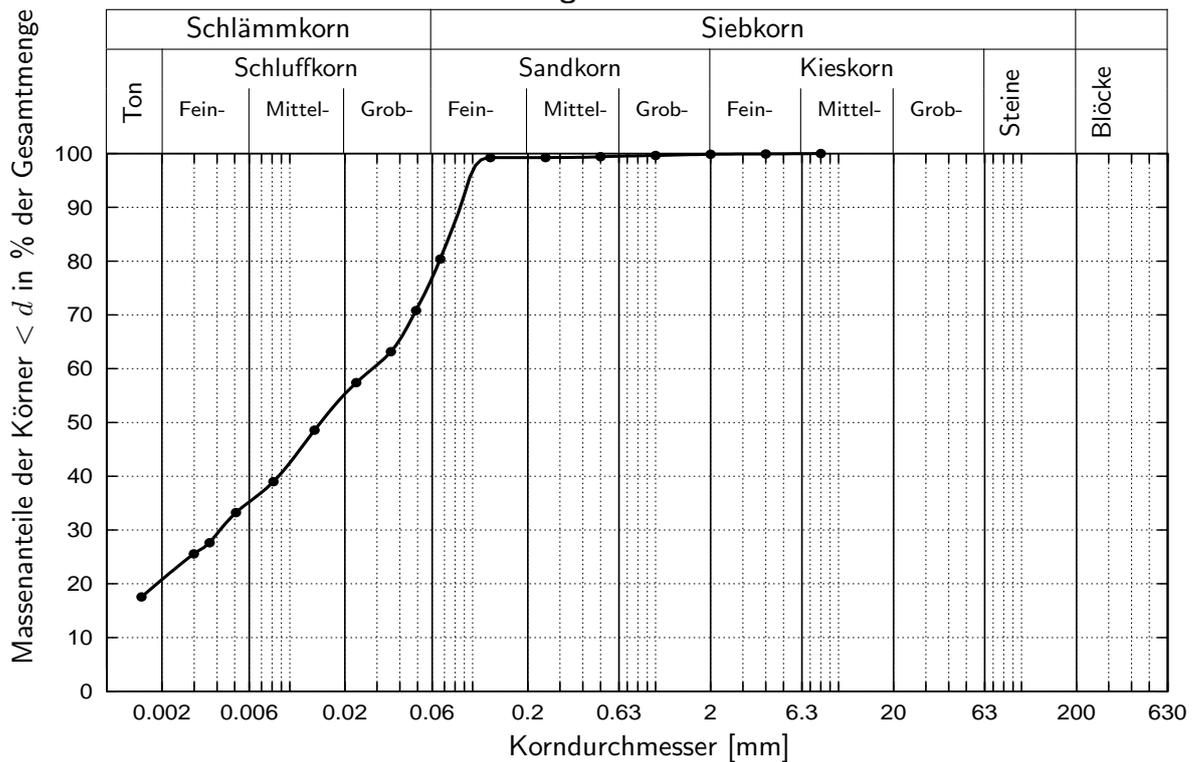
Beyer: - m/s
 Hazen: - m/s
 USBR: - m/s
 Kaubisch: 5.84E-11 m/s
 Bemerkung:

Korngrößenverteilung - Siebung+Sedimentation

Probe Nr.: 1 Probenbez.: Probe 1
 Entnahmestelle: B3 Entnahmedatum: 21.09.2016
 Tiefe u. Gel.: 0.60 - 1.30 m Probenqualität DIN 4021: 3
 Versuch Nummer: 1 Versuchsdatum:

Auftragsnr.(Labor): 16_84
 Auftragsnr.(A.geber): 16-096
 Projekt: Erbsenbodenstraße
 Ort: Lauf
 Anlage: 4/1

Körnungslinie



Benennung (KV) : fsaclSi
 Bodengruppe (DIN 18196) :
 Frostklasse (ZTVE) : F3

Trockenmasse : 237.57 [g]
 Korndichte : 2.660 [g/cm³]
 Feinkornanteil : 78.51 [%]
 Sandkornanteil : 21.35 [%]
 Kieskornanteil : 0.14 [%]
 Steinanteil : 0.00 [%]
 Größtkorn : [mm]
 d_{10} : [mm]
 d_{30} : 0.004 [mm]
 d_{60} : 0.028 [mm]
 C_U : [-]
 C_C : [-]

Nährungsweise Angabe der Wasserdurchlässigkeit:

Beyer: - m/s
 Hazen: - m/s
 USBR: - m/s
 Kaubisch: 2.01E-09 m/s
 Bemerkung:

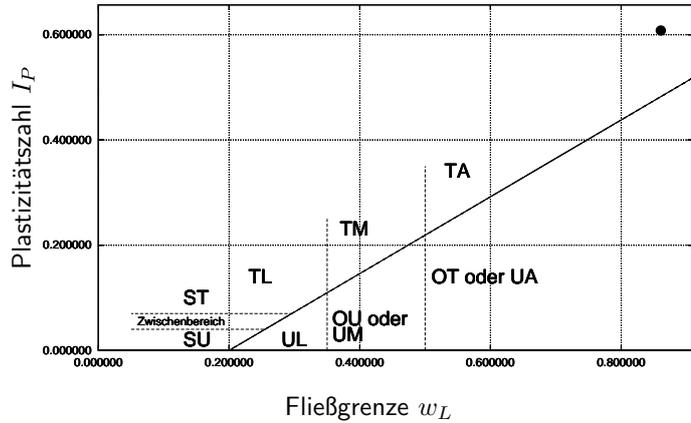
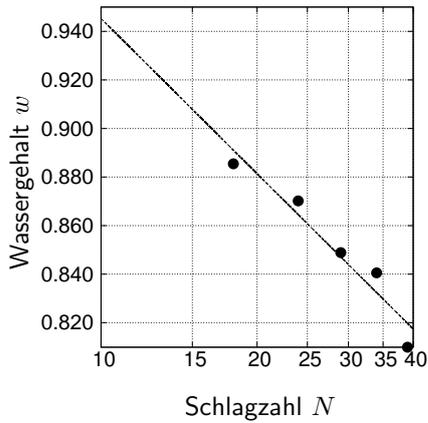
Korngröße [mm]	Durchgang [%]
8.0000	100.00
4.0000	99.93
2.0000	99.86
1.0000	99.65
0.5000	99.40
0.2500	99.26
0.1250	99.25
0.0665	80.39
0.0490	70.82
0.0357	63.16
0.0231	57.42
0.0136	48.55
0.0081	38.98
0.0051	33.23
0.0036	27.64
0.0030	25.56
0.0015	17.56

Korngrößenverteilung - Siebung+Sedimentation

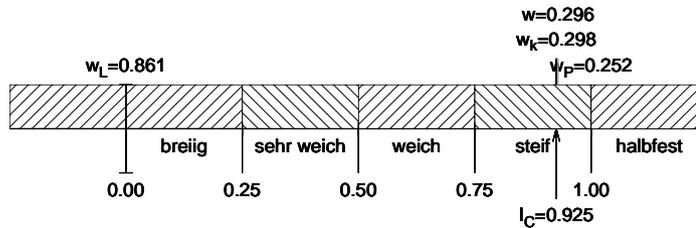
Probe Nr.: 2 Probenbez.: Probe 2
 Entnahmestelle: B3 Entnahmedatum: 21.09.2016
 Tiefe u. Gel.: 2.60 - 3.40 m Probenqualität DIN 4021: 3
 Versuch Nummer: 1 Versuchsdatum:

Auftragsnr.(Labor): 16_84
 Auftragsnr.(A.geber): 16-096
 Projekt: Erbsenbodenstraße
 Ort: Lauf
 Anlage: 4/2

Konsistenzbestimmung nach Casagrande



Plastizitätsbereich



experimentell ermittelt

Fließgrenze w_L [-]	: 0.861	Benennung	: si*CI
Versuchszahl	: 5	Beschreibung (DIN EN ISO 14688-1)	: steif
Ausrollgrenze w_P [-]	: 0.252	Bodengruppe (DIN 18196)	: TA
Versuchszahl	: 3		
nat. Wassergehalt w [-]	: 0.2960		
Anteil Überkorn [-]	: 0.0074		
korr. Wassergehalt w_k [-]	: 0.2983		
Plastizitätszahl I_P [-]	: 0.608		
Konsistenzzahl I_C [-]	: 0.925		

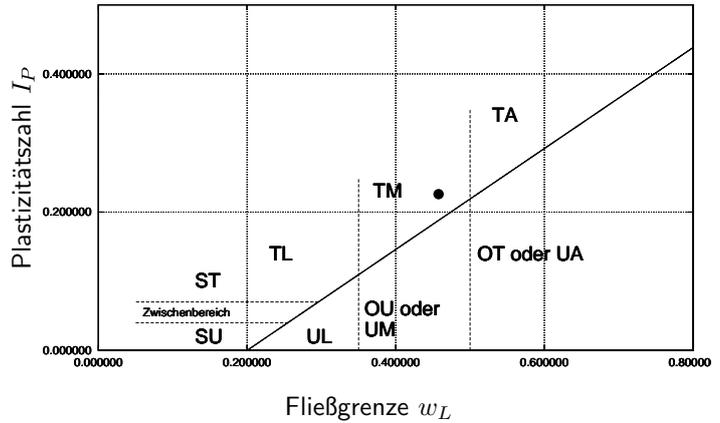
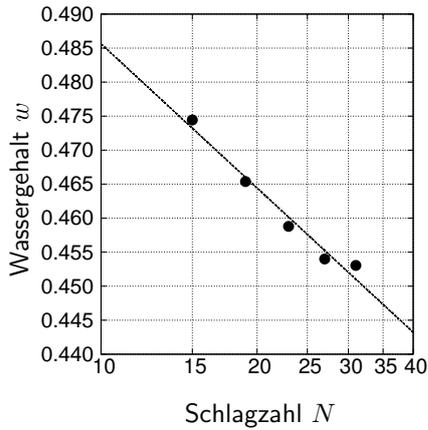
Bemerkung:
Überkornanteil aus Korngrößenverteilung

Fließ- und Ausrollgrenze

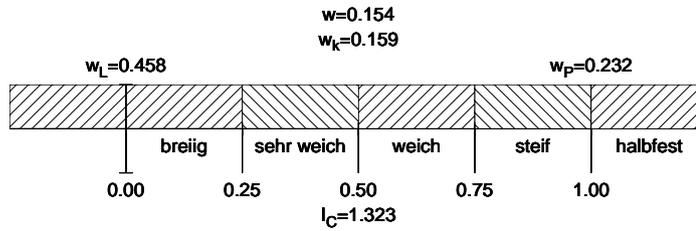
Probe Nr.: 1	Probenbez.: Probe 1
Entnahmestelle: B3	Entnahmedatum: 21.09.2016
Tiefe u. Gel.: 0.60 - 1.30 m	Probenqualität DIN 4021: 3
Versuch Nummer: 1	Versuchsdatum:

Auftragsnr.(Labor): 16_84
Auftragsnr.(A.geber): 16-096
Projekt: Erbsenbodenstraße
Ort: Lauf
Anlage: 4/3

Konsistenzbestimmung nach Casagrande



Plastizitätsbereich



experimentell ermittelt

Fließgrenze w_L [-]	: 0.458	Benennung	:
Versuchsanzahl	: 5	Beschreibung (DIN EN ISO 14688-1)	:
Ausrollgrenze w_P [-]	: 0.232	Bodengruppe (DIN 18196)	: TM
Versuchsanzahl	: 3		
nat. Wassergehalt w [-]	: 0.1540		
Anteil Überkorn [-]	: 0.0284		
korr. Wassergehalt w_k [-]	: 0.1585		
Plastizitätszahl I_P [-]	: 0.226		
Konsistenzzahl I_C [-]	: 1.323		

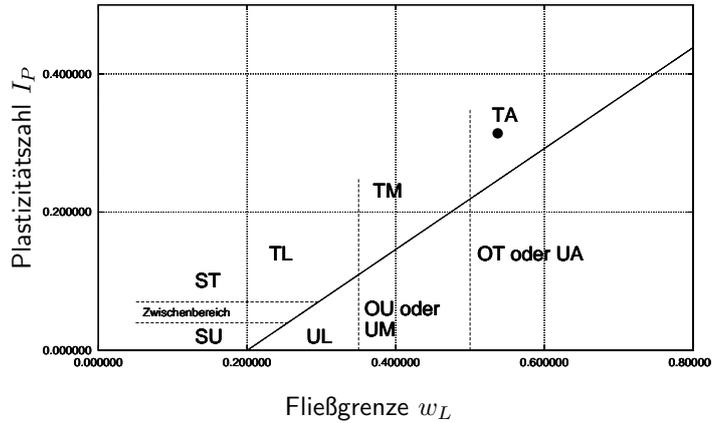
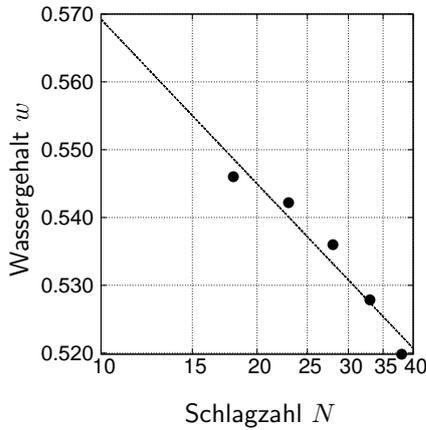
Bemerkung:

Fließ- und Ausrollgrenze

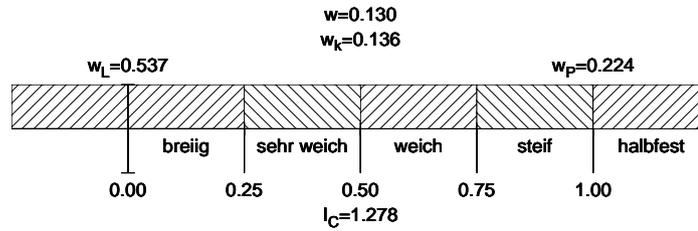
Probe Nr.: 3	Probenbez.: Probe 3
Entnahmestelle: B16	Entnahmedatum: 21.09.2016
Tiefe u. Gel.: 2.50 - 3.70 m	Probenqualität DIN 4021: 3
Versuch Nummer: 1	Versuchsdatum:

Auftragsnr.(Labor):	16_84
Auftragsnr.(A.geber):	16-096
Projekt:	Erbsenbodenstraße
Ort:	Lauf
Anlage:	4/4

Konsistenzbestimmung nach Casagrande



Plastizitätsbereich



experimentell ermittelt

Fließgrenze w_L [-]	: 0.537	Benennung	:
Versuchsanzahl	: 5	Beschreibung (DIN EN ISO 14688-1)	:
Ausrollgrenze w_P [-]	: 0.224	Bodengruppe (DIN 18196)	: TA
Versuchsanzahl	: 3		
nat. Wassergehalt w [-]	: 0.1299		
Anteil Überkorn [-]	: 0.0454		
korr. Wassergehalt w_k [-]	: 0.1360		
Plastizitätszahl I_P [-]	: 0.314		
Konsistenzzahl I_C [-]	: 1.278		

Bemerkung:

Fließ- und Ausrollgrenze

Probe Nr.: 4	Probenbez.: Probe 4
Entnahmestelle: B17	Entnahmedatum: 21.09.2016
Tiefe u. Gel.: 1.00 - 1.80 m	Probenqualität DIN 4021: 3
Versuch Nummer: 1	Versuchsdatum:

Auftragsnr.(Labor): 16_84
Auftragsnr.(A.geber): 16-096
Projekt: Erbsenbodenstraße
Ort: Lauf
Anlage: 4/5