ANLAGE 4

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
BFI ZEISER GmbH & Co. KG

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

Bürgermeisteramt
Böbingen an der Rems
Römerstraße 2
73560 Böbingen an der Rems

Ihre Zeichen	Unsere Zeichen	Datum
	gz-ch-pr/Az. 114177	04.07.2014

Böbingen an der Rems, Erschließung Baugebiet „Bietwang Nord“
hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber: Bürgermeisteramt
Böbingen an der Rems
Römerstraße 2
73560 Böbingen

Planung: LK&P. Ingenieure GbR
Uhlandstr. 39
73557 Mutlangen

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

INHALTSVERZEICHNIS

Textteil **Seite**

1. Planunterlagen 4

2. Lage und Aufgabenstellung 4

3. Untergrund 5

3.1 Geologische Situation 5
3.2 Stratigrafie 6
3.3 Boden- und Felsklassifizierung 6
3.4 Frostempfindlichkeit 7
3.5 Wasserverhältnisse 7
3.6 Laborversuche 8

4. Erdbebenzone und seismische Lastannahmen 8

5. Untersuchung der Bodenproben auf geogene Belastungen 9

6. Untersuchung einer Bodenmischprobe nach VwV Boden 9

7. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen 10

7.1 Kanäle 10
7.2 Straßenbau 12
7.3 Bodenverbesserung 14
7.4 Bereich RRB 15
7.5 Bodenkennwerte 17

8. Abnahme und Haftung 19

Anlagenteil

Anlage 1:	Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 – B 10	M. 1 : 2.000
Anlage 2.1:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 3 – B 4 und B 7 – B 10	M. 1 : 50
Anlage 2.2:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 3 – B 6 und B 1 – B 2	M. 1 : 50
Anlage 3:	Analysenergebnisse der Proben MP 1 + MP 2 auf geogene Belastung	
Anlage 4:	Analysenergebnisse der Bodenprobe MP 3 nach VwV Boden	

1. Planunterlagen

Zur Ausarbeitung des Gutachtens standen uns vom Ingenieurbüro Heller folgende Unterlagen zur Verfügung:

– Lageplan M. 1 : 2.000 vom 27.03.2014

Die Pläne der Telekom, Kabel Deutschland sowie der öffentlichen Leitungen (Gas, Wasser, Strom) wurden durch das BFI angefordert.

2. Lage und Aufgabenstellung

Die LK&P. Ingenieure GbR plant für die Stadt Böbingen an der Rems die Erschließung des Baugebietes "Bietwang Nord". Das Erschließungsgebiet wird derzeit landwirtschaftlich als Acker bzw. Wiesenfläche genutzt und befindet sich nördlich einer bestehenden Siedlung.

Nach den Ansatzhöhen der Bohrpunkte befindet sich in der Mitte des Baugebiets eine Kuppe. Der Hochpunkt liegt bei den Bohrungen B 1 und B 2 mit 435,79 mNN bzw. 435,75 mNN. Von dort fällt das Gelände nach Südosten bzw. Südwesten ein. Der Tiefpunkt im Südwesten liegt bei der Bohrung B 7 mit 425,20 mNN und im Südosten bei der Bohrung B 10 mit 423,85 mNN.

Das BFI wurde von der Stadt Böbingen an der Rems mit der Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für das geplante Erschließungsgebiet „Bietwang Nord“ beauftragt.

3. Untergrund

3.1 Geologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 21.05. und 30.05.2014 auftragsgemäß zehn Bohrungen (B 1 – B 10) bis in Tiefen von jeweils 5,00 m unter Gelände niedergebracht.

Die Lage der Bohrungen kann dem Lageplan in der Anlage 1 entnommen werden. Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden auf den südöstlich des BV gelegenen, bestehenden Schacht 484 eingemessen, dessen Deckelhöhe in den Planunterlagen mit 425,225 mNN angegeben ist.

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

Die Stärke des Mutterbodens wurde mit Stärken zwischen 0,20 m und 0,60 m ermittelt. Darunter wurden lokal schwach bis stark kiesige, schluffige bis stark schluffige Tone bzw. tonige Schluffe lokal mit verwitterten, klüftigen Kalksteinlagen bis in Tiefen zwischen 1,30 m und 2,70 m unter Gelände angetroffen. Die Konsistenzen der Tone und Schluffe liegen zwischen steif-halbfest und halbfest-fest. Unterhalb der Tone und Schluffe folgen Ton-, Tonmergel- und Kalksteine bis zu den Endteufen der Bohrungen bei 5,00 m.

Zusammenfassend wurde OK der Festgesteine in den Bohrungen in folgenden Tiefen angetroffen:

Tabelle 1: OK Festgesteine

Bohrungen	Ansatzpunkt mNN	OK Festgesteine mind. sehr mürb	
		m unter GOK	mNN
1	435,79	2,20	433,59
2	435,75	2,30	433,45
3	427,10	2,50	424,60
4	431,55	1,30	430,25
5	435,50	2,20	433,30
6	434,39	2,30	432,09
7	425,20	2,00	423,20
8	427,63	2,60	425,03
9	427,45	2,70	424,75
10	423,85	2,00	421,85

3.2 Stratigrafie

Stratigraphisch handelt es sich bei den Tonmergelsteinen um Festgesteine des Oberen Sinemuriums (Obtususton, früher: Lias β) und bei den im unteren Bereich der Bohrungen B 3, B 7 und B 10 angetroffenen Kalksteinen um Festgesteine des Unteren Sinemuriums (Arietenkalk, früher: Lias α 2). Die überlagernden Tone und Schluffe stellen die quartärzeitlichen Verwitterungsprodukte der Festgesteine dar.

3.3 Boden- und Felsklassifizierung

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenarten wurden nach DIN 18300 und der ZTVE-StB 09 klassifiziert. Die einzelnen Boden- bzw. Felsklassen sind den in Anlage 2 dargestellten Bodenprofilen zu entnehmen. Sie sind am rechten Rand der Profile, hinter der Schichtbeschreibung dargestellt (1 – 7).

Zusammenfassend sind die z.T. kiesigen Tone und Schluffe der Bodenklasse 4, und die darunter aufgeschlossenen Tonsteine, Tonmergelsteine und Kalksteine im sehr

mürben bis mäßig mürben Zustand der Felsklasse 6 und im mindestens mäßig harten Zustand der Felsklasse 7 zuzuordnen.

3.4 Frostempfindlichkeit

Nach ZTVE-StB 09 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 auf Planumsniveau anstehenden Tone der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

3.5 Wasserverhältnisse

In keiner der Bohrungen waren bis zum Ende der Bohrarbeiten Wasserzutritte festzustellen.

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.

3.6 Laborversuche

3.6.1 Natürlicher Wassergehalt

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 20 gestörte Proben entnommen, von denen 7 im Labor auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht wurden. Dabei wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Werte ermittelt.

Tabelle 2: Natürliche Wassergehalte

Probe P	Bohrung B	Tiefe (m unter GOK)	Bodenart	natürlicher Wassergehalt (Gew.-%)
2/1	1	1,45	U,t,g (hf)	15,77
1/2	2	0,85	T,u*,g (st-hf)	20,34
1/3	3	1,05	T,u,g (st-hf)	22,18
1/6	6	1,35	T,u*,g (hf)	18,39
1/7	7	1,15	T,u*,g (hf)	19,55
1/9	9	1,00	T,u,g’ (st-hf)	24,09
1/10	10	1,00	T,u (hf)	23,47

4. Erdbebenzone und seismische Lastannahmen

Das Bauvorhaben liegt nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg **in keiner Erdbebenzone und gehört zu keiner Untergrundklasse**.

5. Untersuchung der Bodenproben auf geogene Belastungen

Im Untersuchungsgebiet stehen Festgesteine sowie deren Verwitterungsprodukte aus dem Unterjura (früher: Lias) an, von denen bekannt ist, dass diese erhöhte Gehalte an Schwermetallen aufweisen können. Daher wurde eine Mischprobe (MP 1 aus P 2/1, P 1/2, P 1/3, P 2/3, P 1/4, P 1/7, P 1/8, P 1/9 und P 1/10) aus den Verwitterungsdecken sowie eine Mischprobe (MP 2 aus P 3/1, P 3/3, P 2/4, P 2/7, P 2/8 und P 2/9) aus den Festgesteinen auftragsgemäß auf die Schwermetalle Arsen, Cadmium, Chrom und Nickel im Feststoff. Die Ergebnisse sind in Anlage 3 den Zuordnungswerten nach VwV Boden /5/ und BBodSchV /6/ gegenübergestellt.

Danach werden die die Prüf- und Vorsorgewerte der BBodSchV eingehalten. Die Z 0-Zuordnungswerte der VwV Boden werden nur für die Probe MP 2 eingehalten. Bei der MP 1 überschreitet der Gehalt an Nickel den Z 0-Zuordnungswert der VwV Boden, somit ist die Probe MP 1 in die Qualitätsstufe Z 1.1 nach VwV Boden einzustufen.

6. Untersuchung einer Bodenmischprobe nach VwV Boden

Die Proben MP 1 und MP 2 wurden zu der Mischprobe MP 3 zusammengestellt und auftragsgemäß nach VwV Boden analysiert.

Die Analysenergebnisse sind in der Anlage 4 den Zuordnungswerten nach VwV Boden sowie nach Deponieverordnung gegenübergestellt.

Danach überschreitet der Gehalt an Nickel den Z 0-Zuordnungswert der VwV Boden und ist in die Qualitätsstufe Z0* nach VwV Boden einzustufen.

Das Material kann daher für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung der in der VwV dargestellten Randbedingungen für die Qualitätsstufe Z 0* verwertet oder auf eine Erddeponie abgefahren werden.

7. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen

7.1 Kanäle

7.1.1 Allgemeines und Rohrauflager

Nach Auskunft von Herrn Kalmus liegen noch keine genauen Verlegetiefen des Kanals vor, man könne aber von Verlegetiefen zwischen ca. 2,50 m und ca. 5 m ausgehen. Bei Verlegetiefen zwischen 2,50 m und 5 m unter Gelände liegen die Grabensohlen nach den Ergebnissen der Bohrungen weitestgehend bereits in den Festgesteinen.

Das Rohrauflager kann in den Festgesteinen und den nur lokal anstehenden mindestens steifen-halbfesten Tonen/Schluffen ohne zusätzliche Maßnahmen gegründet werden.

Sofern Bereiche z.B. durch Niederschlagswasser aufweichen, empfehlen wir unter dem Rohrauflager einen Bodenaustausch in einer Stärke von 0,20 m, z.B. mit Baustoffgemisch 0/56 mm durchzuführen.

Es ist davon auszugehen, dass insbesondere bei größeren Einschnittstiefen lokal auch harter Kalkstein ansteht. Dieser kann nicht profilgerecht gelöst werden, sodass mit Mehraushub zu rechnen ist.

Bei den Bohrarbeiten wurden keine Schicht- bzw. Sickerwässer angetroffen. Wir empfehlen dennoch, in der Ausschreibung eine Dränage vorzusehen, die im Falle von Wasserzutritten beim Verlegen des Kanals im Graben mitzuziehen ist. Die Dränage ist dann nach Abschluss der Arbeiten abschnittsweise wieder zu plombieren.

7.1.2 Sicherung der Leitungsgräben

Wir schlagen vor, die Leitungsgräben z. B. mit Verbauelementen entsprechend der DIN 4124 zu sichern. In den Tonsteinen und Kalksteinen können die Gräben auch frei, mit 80° geböscht werden.

Im Übrigen sind die einschlägigen Richtlinien und Normen zu beachten. Dies sind insbesondere:

- DIN EN 1610 — Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen
- DIN EN 805 — Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
- ZTVE-StB 09 — Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

Hinsichtlich Hinterfüllung und Erddruckbeanspruchung ist das "Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken" zu beachten.

7.1.3 Kanalgrabenverfüllung

Der beim Aushub anfallende, sehr mürbe bis mürbe Ton- bzw. Tonmergelstein kann zum Verfüllen der Kanalgräben bis 0,40 m unter Planum verwendet werden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass das Material vor Witterungseinflüssen geschützt zwischengelagert, oder unmittelbar nach dem Aushub wieder eingebaut wird, um ein Aufweichen durch Niederschläge zu verhindern.

Auch der Kalkstein kann wieder eingebaut werden, wenn er sich beim Ausbau kleinstückig lösen lässt oder sich beim Wiedereinbau durch entsprechendes Verdichtungsgerät bis mindestens zur Steinkorngröße zerdrücken und hohlraumfrei einbauen lässt. Der Einbau von Blöcken oder Felsplatten ist nicht zulässig.

Der steife-halbfeste bis halbfeste-feste Ton und Schluff kann zum Verfüllen der Kanalgräben verwendet werden, wenn dieser zuvor mit Bindemittel verbessert wird (siehe auch Kap. 7.3). Alternativ können die Kanalgräben auch mit bindigkeitsarmen, gut verdichtungsfähigen Material z. B. Vorsiebschotter 0/56 mm verfüllt werden.

Auf dem Planum werden erhöhte Anforderungen an die Tragfähigkeit gestellt, siehe auch Kapitel 7.2. Wir empfehlen daher, den Kanalgraben zwischen dem Niveau Planum und 0,40 m unter Planum grundsätzlich mit bindigkeitsarmem, gut abgestuftem und verdichtungsfähigem Baustoffgemisch 0/56 mm oder mit Bindemittel verbessertem Aushub zu verfüllen.

Prinzipiell sind beim Verfüllen der Leitungsgräben die Angaben der ZTVE und der Rohrhersteller zu beachten.

7.2 Straßenbau

Nach Auskunft von Herrn Kalmus, LK&P. Ingenieure, seien die Straßen im Wohngebiet noch keiner Belastungsklasse nach der RStO 12 zugeordnet worden. Es könne aber davon ausgegangen werden, dass es sich um reine Wohnwege bzw. Wohnstraßen handelt, die nach der RStO 12 in die Belastungsklasse 0,3 einzustufen sind.

Bei der vorhandenen Frostempfindlichkeitsklasse F 3 des anstehenden Bodens sind die Ausgangswerte für die Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach Tabelle 6 der RStO mit 0,50 m (Belastungsklasse 0,3) angegeben. Bei einem Bodenaustausch bzw. einer Bodenverbesserung (mindestens F 2) kann der frostsichere Straßenaufbau um 0,10 m reduziert werden. Mehr- oder Minderdicken sind nach Tabelle 7 der RStO festzulegen.

Nach RStO bzw. ZTVE-StB 09 ist auf dem Planum bei frostempfindlichem Untergrund ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MN/m² 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.

Der auf dem Planum geforderte Wert wird auf den oberflächennah anstehenden Tonen und Schluffen nicht erreichbar sein.

Wir schlagen deshalb vor, auf Planum eine Bodenverbesserung mit Bindemittel in einer Stärke von ca. 0,40 m auszuführen. Die erforderlichen Bindemittelmengen müssen bei Bedarf im Vorfeld durch eine Eignungsuntersuchung ermittelt werden. Vorab kann von den in Kapitel 7.3 angegebenen überschlägigen Mengen ausgegangen werden.

Alternativ zu einer Bodenverbesserung mit Bindemittel kann grundsätzlich auch ein Bodenaustausch mit bindigkeitsarmem, gut abgestuftem und verdichtungsfähigem Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm durchgeführt werden. Dabei ist sicher zu stellen, dass sich kein Niederschlagswasser in der Schotterpackung aufstaut und dann den darunter liegenden Boden aufweicht. Auf dem Planum ist daher ein Gefälle in Richtung des Kanalgrabens auszubilden, unter der Vorraussetzung, dass der Kanalgraben mit Schotter verfüllt ist, sonst ist eine Planumsentwässerung vorzusehen.

Auf der ungebundenen Tragschicht ist nach RStO, bzw. ZTV-SoB 04 bei der Belastungsklasse 0,3 ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120$ MN/m² ($E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$) nachzuweisen.

Wir empfehlen, die Gesamtstärke von Frostschutz- und Tragschicht nicht unter 0,35 m zu wählen, um die auf OK Tragschicht geforderten Tragfähigkeiten zu erreichen.

Im Übrigen sind bei Herstellung des Erdplanums, der Frostschutzschicht und der oberen Tragschicht die "Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau" (ZTVE-StB 09) und die "Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau" (ZTV-SoB-StB 04) zu beachten.

7.3 Bodenverbesserung

Ausgehend von den Laborversuchsergebnissen kann in der Ausschreibung von den in Tabelle 3 angegebenen Bindemittelmengen auf 100 Gew.-% des trockenen Bodens ausgegangen werden. Ausgehend von einer geschätzten Trockendichte der schwach kiesigen Tone von im Mittel 1,7 t/m³ ergeben sich folgende Bindemittelmengen:

Tabelle 3: Bindemittelmengen

Bereich	Gew.-%	[kg/m³]	Frästiefe: 0,30 m [kg/m²]	Frästiefe: 0,40 m [kg/m²]
Planum:	2,0 – 3,5	34 – 60	10,2 – 17,9	13,6 – 24
Kanalgraben-verfüllung:	2,0 – 3,0	34 – 51	10,2 – 15,3	13,6 – 20,4

Eine exakte Angabe über erforderliche Zugabemengen an Bindemittel und die Art des Bindemittels kann erst nach Durchführung einer Eignungsuntersuchung erfolgen. Die Eignungsuntersuchung muss mindestens 2 Wochen vor der Verbesserung beauftragt werden.

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

Für die Verbesserung des Planums eignet sich z. B. Bodenbinder 500 bzw. ein gleichwertiges Mischbindemittel. Als gleichwertig sind Bindemittel zu sehen, mit denen sich gleiche einaxiale Druckfestigkeiten bzw. E_{v2}-Werte bei gleicher Bindemittelmenge erzielen lassen. Für die Verbesserung der Kanalgrabenverfüllung eignet sich Weißfeinkalk oder z. B. Bodenbinder 700 bzw. 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 aktuellen Wassergehalte sind in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen unmittelbar vor der Verbesserung zu ermitteln.

7.4 Bereich RRB

Bohrung B 10 wurde auftragsgemäß im Bereich des geplanten RRB, im Südosten des Erschließungsgebietes angelegt. Eine Planung und Einschnittstiefen liegen derzeit noch nicht vor.

Nach den Ergebnissen der Bohrung B 10 stehen bis 1,80 m halbfeste, schluffige Tone und darunter eine 0,20 m starke Schicht aus durch Schichtenwasser aufgeweichtem, schluffigen, schwach kiesigen Ton an. Darunter folgt ein harter Kalkstein bis zur Endteufe der Bohrung bei 5,00 m unter Gelände.

Bei Einschnitten ab etwa 1,80 m unter GOK muss mit Schichtenwasser und aufgeweichten Schichten gerechnet werden.

Aufgrund der im Böschungsbereich zu erwartenden, halbfesten Tone, der 0,20 m starken weichen Schicht und der darunter anstehenden Festgesteine werden ohne zusätzliche Maßnahmen und rechnerische Nachweise Böschungsneigungen ≤ 1 : 2 realisierbar sein. Bei steileren Böschungsneigungen ≤ 1 : 1,5 sind Erosionsschutzmaßnahmen erforderlich. Grundwasser wurde in der Bohrung B 10 nicht angetroffen. Es ist geplant, das anfallende Niederschlagswasser im

Regenrückhaltebecken zu sammeln und an den in der Nähe befindlichen Bach kontrolliert abzugeben. Es ist keine Abdichtung geplant, so dass das gesammelte Wasser auch in den Untergrund versickern kann.

Wir empfehlen, die Geometrie der Böschung in Abstimmung mit dem BFI festzulegen, sobald die genaue Planung feststeht.

7.5 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Kanalgrabenverfüllung:

Sandiger Kies bzw. Schotter,	cal γ	=	21	kN/m³
bindigkeitsarm, dicht	cal γ'	=	12	kN/m³
	cal φ'	=	35	°
Tonstein, sehr mürb bis mürb	cal γ	=	19	kN/m³
(beim Aushub anfallend)	cal γ'	=	9	kN/m³
	cal φ'	=	25	°
	cal c'	=	5	kN/m²
Ton, schwach kiesig	cal γ	=	19	kN/m³
(mit Bindemittel verbessert)	cal γ'	=	9	kN/m³
	cal φ'	=	27	°
	cal c'	=	15-30	kN/m²*

* in Abhängigkeit von Art und Menge des zugegebenen Bindemittels

Anstehend:

Ton, schluffig, kiesig	cal γ	=	19	kN/m³
steif bis halbfest	cal γ'	=	9	kN/m³
	cal φ'	=	23	°
	cal c'	=	5	kN/m²
Ton, stark schluffig	cal γ	=	20	kN/m³
Schluff, stark tonig	cal γ'	=	10	kN/m³
halbfest	cal φ'	=	25	°
	cal c'	=	8	kN/m²

Tonstein/Tonmergelstein	cal γ	=	22	kN/m³
sehr mürb/mürb	cal γ'	=	13	kN/m³
	cal φ'	=	35	°
	cal c'	=	25	kN/m²
Kalkstein	cal γ	=	22	kN/m³
mürb – hart, hart	cal γ'	=	14	kN/m³
	cal φ'	=	40	°
	cal c'	=	70	kN/m²

Dabei ist:

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

Hinsichtlich Hinterfüllung und Erddruckbeanspruchung ist das "Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken" zu beachten.

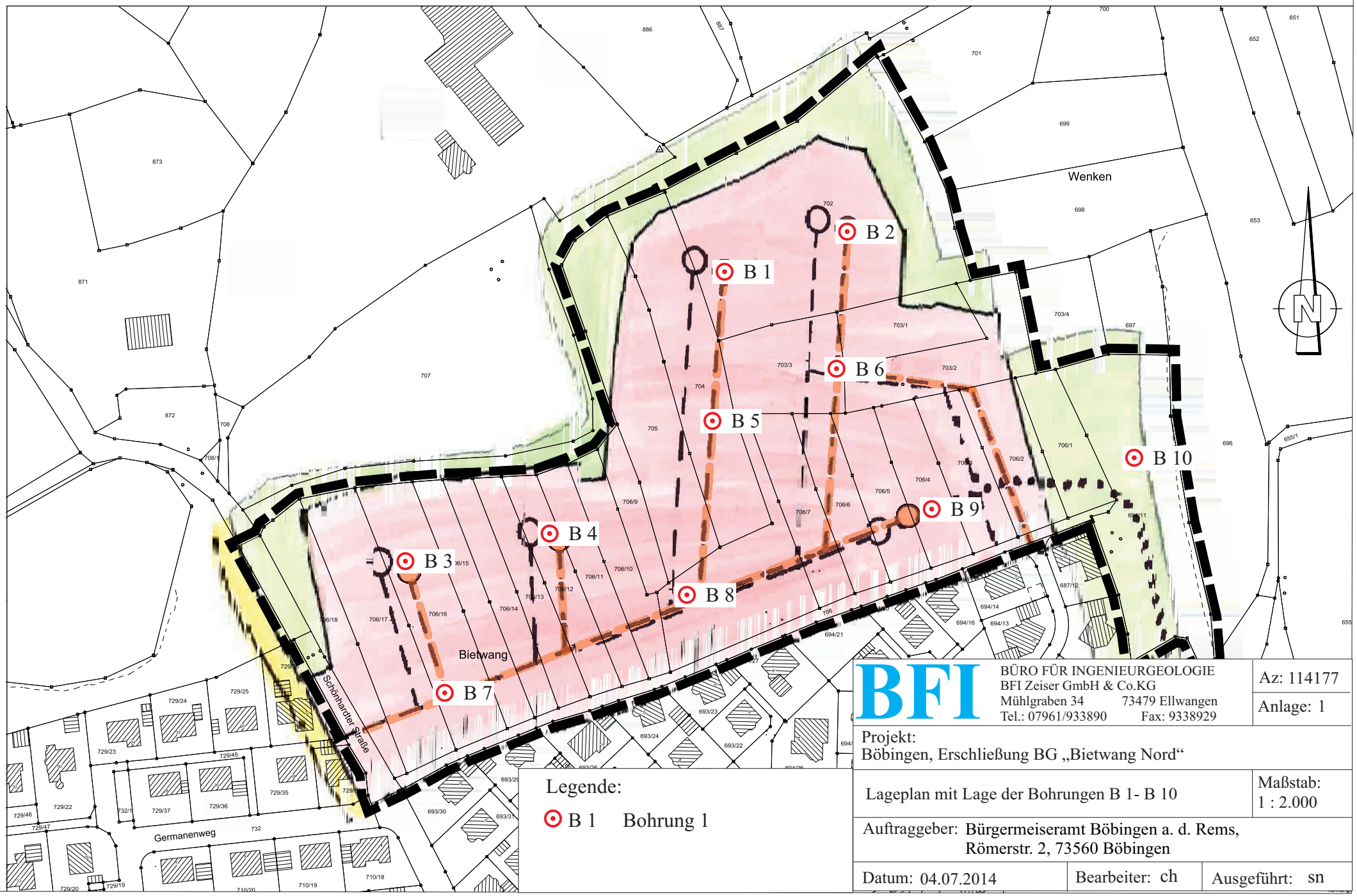
8. Abnahme und Haftung

Haftungsvoraussetzungen sind:

- die Zusendung der Ausführungspläne,
- Abstimmung der Ausführung des Regenrückhaltebeckens
- die Abnahme der Kanalgrabensohlen,
- die Überprüfung der Verdichtung der Kanalgrabenverfüllungen,
- die Durchführung einer Eignungsuntersuchung im Falle einer Bodenverbesserung.
- die Überprüfung von Tragfähigkeit und Verdichtung von Planum und Tragschicht

Für das BFI: Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. G. Zeiser Dipl.-Geol. C. Haberl



Legende:

B 1 Bohrung 1

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

Az: 114177

Anlage: 1

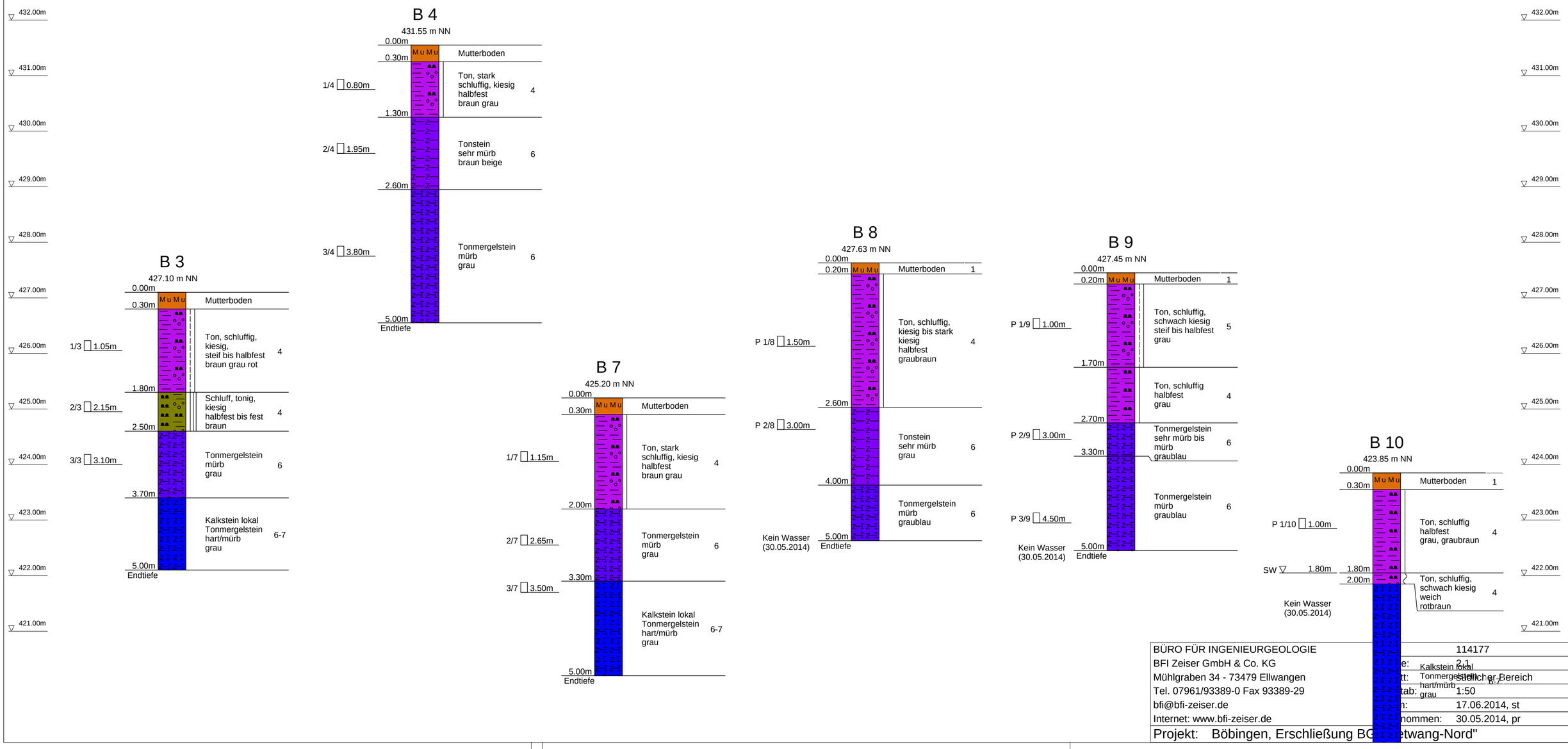
Projekt:
Böbingen, Erschließung BG „Bietwang Nord“

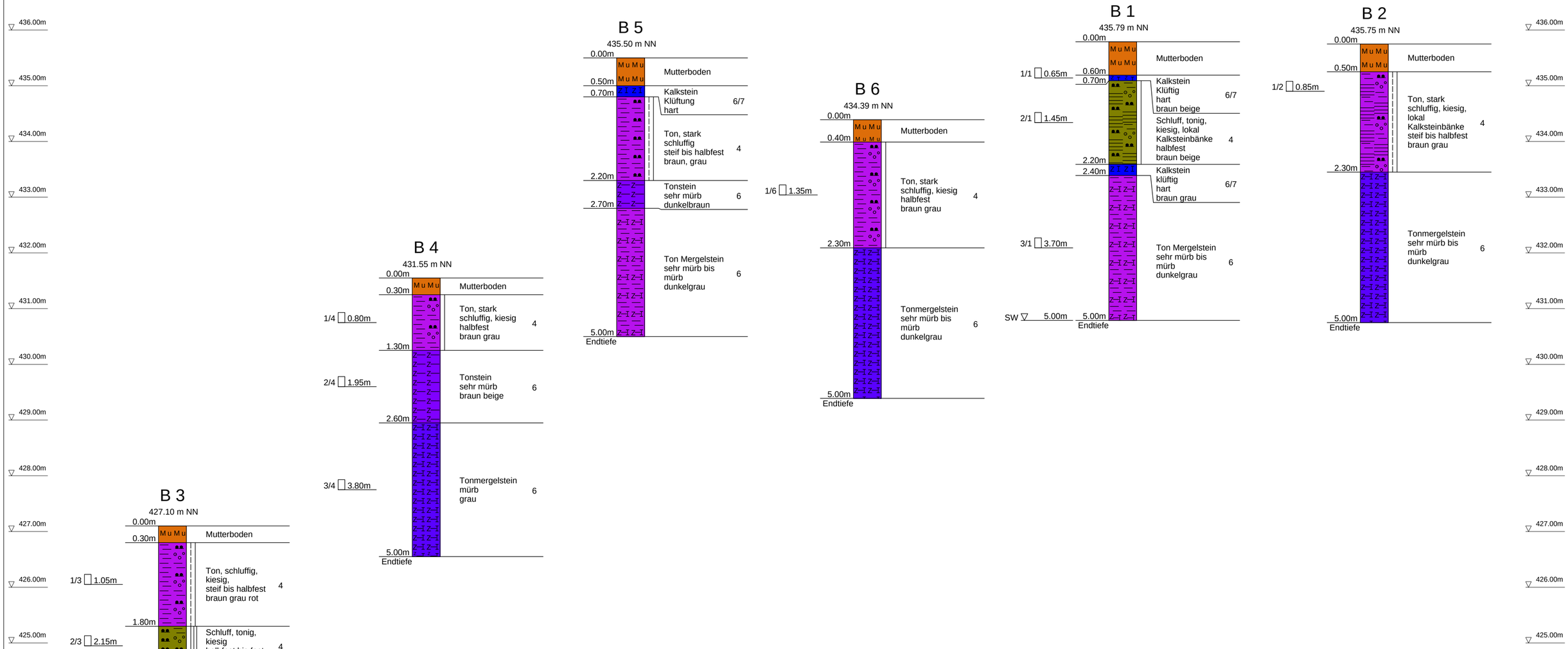
Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1- B 10

Maßstab: 1 : 2.000

Auftraggeber: Bürgermeiseramt Böbingen a. d. Rems, Römerstr. 2, 73560 Böbingen

Datum: 04.07.2014 | Bearbeiter: ch | Ausgeführt: sn


432.00m
431.00m
430.00m
429.00m
428.00m
427.00m
426.00m
425.00m
424.00m
423.00m
422.00m
421.00m
B 3
427.10 m NN
0.00m
0.30m
Mutterboden
1/3 1.05m
Ton, schluffig, kiesig, steif bis halbfest braun grau rot
4
1.80m
2/3 2.15m
Schluff, tonig, kiesig halbfest bis fest braun
4
2.50m
3/3 3.10m
Tonmergelstein mürb grau
6
3.70m
Kalkstein lokal Tonmergelstein hart/mürb grau
6-7
5.00m
Endtiefe
B 4
431.55 m NN
0.00m
0.30m
Mutterboden
1/4 0.80m
Ton, stark schluffig, kiesig halbfest braun grau
4
1.30m
2/4 1.95m
Tonstein sehr mürb braun beige
6
2.60m
3/4 3.80m
Tonmergelstein mürb grau
6
5.00m
Endtiefe
B 7
425.20 m NN
0.00m
0.30m
Mutterboden
1/7 1.15m
Ton, stark schluffig, kiesig halbfest braun grau
4
2.00m
2/7 2.65m
Tonmergelstein mürb grau
6
3.30m
3/7 3.50m
Kalkstein lokal Tonmergelstein hart/mürb grau
6-7
5.00m
Endtiefe
B 8
427.63 m NN
0.00m
0.20m
Mutterboden
1
P 1/8 1.50m
Ton, schluffig, kiesig bis stark kiesig halbfest graubraun
4
2.60m
P 2/8 3.00m
Tonstein sehr mürb grau
6
4.00m
Tonmergelstein mürb graublau
6
Kein Wasser (30.05.2014)
5.00m
Endtiefe
B 9
427.45 m NN
0.00m
0.20m
Mutterboden
1
P 1/9 1.00m
Ton, schluffig, schwach kiesig steif bis halbfest grau
5
1.70m
Ton, schluffig halbfest grau
4
2.70m
P 2/9 3.00m
Tonmergelstein sehr mürb bis mürb graublau
6
3.30m
Tonmergelstein mürb graublau
6
P 3/9 4.50m
Kein Wasser (30.05.2014)
5.00m
Endtiefe
B 10
423.85 m NN
0.00m
0.30m
Mutterboden
1
P 1/10 1.00m
Ton, schluffig halbfest grau, graubraun
4
SW 1.80m
1.80m
2.00m
Ton, schluffig, schwach kiesig weich rotbraun
4
Kein Wasser (30.05.2014)
Kalkstein lokal Tonmergelstein hart/mürb grau
6-7
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
114177
2.1
Stadtnaher Bereich
1:50
17.06.2014, st
30.05.2014, pr
Projekt: Böbingen, Erschließung BG "Ellwangen-Nord"



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Az:	114177
BFI Zeiser GmbH & Co. KG	Anlage:	2.2
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Schnitt:	nördlicher Bereich
Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29	Maßstab:	1:50
bfi@bfi-zeiser.de	Datum:	17.06.2014, st
Internet: www.bfi-zeiser.de	aufgenommen:	30.05.2014, pr

Projekt: Böbingen, Erschließung BG "Bietwang-Nord"

DC

Probe-Nr.	MP 1		MP 2		VwV des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenaushub (VwV Boden)											
Tiefe (m)	0,3 - 2,7		1,3 - 5,0		Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen						Verwertung in technischen Bauwerken					
Geologie	si1+si2		si1+si2		Z 0 Ton		Z 0* WSG IIIA		Z 0*		Z 1.1		Z 1.2		Z 2	
Bodenart	T, u, s		TMst													
Parameter	Orig. (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Orig. (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)
Arsen	15	< 0,003	14	< 0,003	20	-	15	0,01	15	0,01	45	0,014	45	0,02	150	0,06
Cadmium	< 0,4	< 0,001	< 0,4	< 0,001	1,5	-	1	0	1	0	3	0,002	3	0,003	10	0,01
Chrom, ges.	59	< 0,01	60	< 0,01	100	-	100	0,01	120	0,01	180	0,013	180	0,025	600	0,06
Nickel	130	< 0,01	48	< 0,01	70	-	70	0,02	100	0,02	150	0,015	150	0,02	500	0,07
Bewertung	Z 1.1		Z 0													

Probe-Nr.	MP 1	MP 2	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung					
Tiefe (m)	0,3 - 2,7	1,3 - 5,0	Prüfwerte Wirkungspfad Boden-Mensch				Vorsorgewerte für Bodenart Ton	70 % der Vorsorgewerte für landwirtschaftl. Nutzung
Geologie	si1+si2	si1+si2	Kinder-spiel-flächen	Wohn-gebiete	Park- u. Freizeit-anlagen	Industrie- und Gewerbe-grundstücke		
Bodenart	T, u, s	TMst						
Parameter	Original (mg/kg)	Original (mg/kg)	Original (mg/kg)	Original (mg/kg)	Original (mg/kg)	Original (mg/kg)	Original (mg/kg)	Original (mg/kg)
Arsen	15	14	25	50	125	140	-	-
Cadmium	< 0,4	< 0,4	10	20	50	60	1,5	1,05
Chrom, ges.	59	60	200	400	1000	1000	100	70
Nickel	130	48	70	140	350	900	70	49

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

Az: 114177
Anlage: 3

Projekt:
Böbingen, Erschließung BG "Bietwang Nord"

Chemische Analysenergebnisse geogene Belastung

Maßstab: o. M.

Auftraggeber: Stadt Böbingen an der Rems, Römerstraße 2, 73560 Böbingen an der Rems

Datum: 27.06.2014

Proben-Nr. Bohrung-Nr.	**MP 3**		Zuordnungswerte VwV Bodenmaterial [7]: Verwertung												Zuordnungswerte nach Deponieverordnung [8]					
Geologie	si1+si2		in bodenähnlichen Anwendungen						in technische Bauwerken						Entsorgung auf Deponien					
Bodenart	T,u,s+TMst		Z 0 Sand		Z 0* WSG IIIA [4]		Z 0* [5]		Z 1.1		Z 1.2		Z 2		DK 0		DK 1		DK 2	
Farbe / Geruch	graubraun / nicht auffällig																			
Parameter	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)
pH-Wert [1]	-	8,7	-	6,5-9,5	-	6,5-9,5	-	6,5-9,5	-	6,5-9,5	-	6-12	-	5,5-12	-	5,5-13	-	5,5-13	-	5,5-13
elektr. Leitfähigkeit (µS/cm) [1]	-	150	-	250[1]	-	250[1]	-	250[1]	-	250[1]	-	1500[1]	-	2000[1]	-	-	-	-	-	-
Chlorid	-	< 3,0	-	30	-	30	-	30	-	30	-	50	-	100	-	80	-	1500	-	1500
Sulfat [2]	-	< 3,0	-	50	-	50	-	50	-	50	-	100	-	150	-	100	-	2000	-	2000
Arsen	15,0	< 0,003	10	-	15 [3]	0,014	15 [3]	0,014	45	0,014	45	0,02	150	0,06	-	0,05	-	0,2	-	0,2
Blei	21	< 0,010	40	-	100	0,04	140	0,04	210	0,04	210	0,08	700	0,2	-	0,05	-	0,2	-	1
Cadmium	< 0,40	< 0,001	0,4	-	1	0,0015	1	0,0015	3	0,0015	3	0,003	10	0,006	-	0,004	-	0,05	-	0,1
Chrom, ges.	51	< 10	30	-	100	0,0125	120	0,0125	180	0,0125	180	0,025	600	0,06	-	0,05	-	0,3	-	1
Kupfer	41	< 10	20	-	60	0,02	80	0,02	120	0,02	120	0,06	400	0,1	-	0,2	-	1	-	5
Nickel	86	< 0,010	15	-	70	0,015	100	0,015	150	0,015	150	0,02	500	0,07	-	0,04	-	0,2	-	1
Thallium	< 0,50	-	0,4	-	0,7	--	0,7	--	2,1	--	2,1	-	7	-	-	-	-	-	-	-
Quecksilber	< 0,1	< 0,0001	0,1	-	1	0,0005	1	0,0005	1,5	0,0005	1,5	0,001	5	0,002	-	0,001	-	0,005	-	0,02
Zink	96	< 0,025	60	-	200	0,15	300	0,15	450	0,15	450	0,2	1500	0,6	-	0,4	-	2	-	5
Cyanid, gesamt	< 0,1	< 0,005	-	0,005	-	0,005	-	0,005	3	0,005	200	0,01	600	0,02	-	-	-	-	-	-
EOX	< 0,50	-	1	-	1	-	1	--	3	-	3	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Kohlenwasserstoffe (MKW) - C_{10} bis C_{22}	< 50	-	100	-	100	-	200	-	300	-	300	-	1000	-	-	-	-	-	-	-
- C_{10} bis C_{40} (Gesamtgehalt)	< 50	-	-	-	-	-	400	-	600	-	600	-	2000	-	500 [6,8]	-	4000 [6]	-	8000 [6]	-
Summe BTEX (AKW)	< 0,010	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	6 [6]	-	6 [6]	-	6 [6]	-
Summe LHKW	< 0,010	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1 [6]	-	5 [6]	-	5 [6]	-
Summe PCB_6	< 0,01	-	0,05	-	0,05	-	0,1	-	0,15	-	0,15	-	0,5	-	1 [6,8]	-	1 [6]	-	10 [6]	-
Summe PAK 16	0,07	-	3	-	3	-	3	-	3	-	9	-	30	-	30 [6,8]	-	200 [6]	-	1000 [6]	-
- Benzo(a)pyren	< 0,01	-	0,3	-	0,3	-	0,6	-	0,9	-	0,9	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Phenol-Index	-	< 0,010	-	0,02	-	20	-	20	-	20	-	40	-	100	-	0,1	-	0,2	-	50
Einstufung	Z 0* / DK 0																			

1) Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium
2) Bei großflächigen Verwertungen von Boden mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte grundwassereinzugsbezogene Frachtberechnungen anzustellen
3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg
4) maximale Feststoffgehalte für den Einbau in Wasserschutzgebieten der Zone IIIA, Heilquellenschutzgebieten, Wasservorranggebieten, Karstgebieten
5) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen
6) Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, UM Baden-Württembeg, Mai 2012
7) Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.04.2007
8) Deponieverordnung vom 27.04.2009 (DepV)

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

Az: 114177
Anlage: 4

Projekt:
Böbingen, Erschließung BG “Bietwang Nord”

Chemische Analysenergebnisse MP 3

Maßstab: o. M.

Auftraggeber: Stadt Böbingen an der Rems, Römerstraße 2, 73560 Böbingen an der Rems

Datum: 27.06.2014 | Bearbeiter: ch | Ausgeführt: ch