

**BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE**  
**DIPL.-ING. GREGOR ZEISER**



Baugrunduntersuchung  
 Altlastenerkundung  
 Standsicherheitsberechnungen  
 Bohrungen  
 Geothermie  
 Labor- und Feldversuche  
 Beweissicherung  
 Bauleitung

BFI · Lerchenweg 12 · 73479 Ellwangen

Gemeinde Schechingen  
 Rathaus  
 Marktplatz 1

73579 Schechingen

LERCHENWEG 12  
 73479 ELLWANGEN

Telefon 0 79 61/ 56 57 76-0

Telefax 0 79 61/ 5 56 03

e-mail bfi@bfi-zeiser.de

Internet www.bfi-zeiser.de

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

gz-lg/ Az. 14302

07.06.2002

**Schechingen, Erschließung „GE Kappelfeld“**

hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Bauherr: Gemeinde Schechingen  
 Rathaus  
 Marktplatz 1  
 73579 Schechingen

Planung: Ingenieurbüro Lackner, Köder u. Partner  
 Uhlandstraße 39  
 73557 Mutlangen

Ingenieurgeologische  
 Beratung: BFI  
 Lerchenweg 12  
 73479 Ellwangen

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>Textteil</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Planunterlagen .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Lage und Aufgabenstellung .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Untergrund.....</b>	<b>4</b>
3.1 Geologische Situation .....	4
3.2 Boden- und Felsklassifizierung.....	5
3.3 Frostempfindlichkeit .....	6
3.4 Wasserverhältnisse.....	6
3.5 Laborversuche.....	7
<b>4. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen .....</b>	<b>8</b>
4.1 Kanäle .....	8
4.2 Kanalgrabenverfüllung .....	9
4.3 Sicherung der Kanalgräben.....	10
4.4 Straßen (Bereich Kreisverkehr) .....	11
4.5 Bodenverbesserung .....	12
4.6 Bodenkennwerte.....	13
<b>5. Abnahme und Haftung.....</b>	<b>14</b>

**Anlagenteil**

Anlage 1:	Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 - B 3,	M. 1 : 1500
Anlage 2:	Schnitt: Darstellung B 1 - B 3	M. 1 : 50

## 1. Planunterlagen

Zur Ausarbeitung des Gutachtens standen uns vom Ingenieurbüro Lackner, Köder u. Partner folgende Unterlagen zur Verfügung:

– Lageplan, Kanal und Wasser M. 1 : 500 vom 05.03.2002

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

## 2. Lage und Aufgabenstellung

Das Gewerbegebiet "Kappelfeld" liegt am nördlichen Ortsrand der Gemeinde Schechingen. Durch die geplante Erschließung soll die bereits bebaute, westlich angrenzende Gewerbefläche nach Osten erweitert werden.

Bei der Erweiterung soll eine Fläche von ca. 220 x 220 m, die derzeit landwirtschaftlich genutzt wird, durch ca. 500 lfdm Kanal- und Wasserleitungen erschlossen werden. Im Zuge der Erschließung ist auch der Ausbau des bestehenden Kappelwegs auf einer Länge von ca. 420 m sowie der Neubau von ca. 120 m Straße mit Kreisverkehr im Anschluß an den Kappelweg im Nordosten vorgesehen.

Östlich und nördlich schließen landwirtschaftliche Flächen an das geplante Erschließungsgebiet an, für die eine spätere Erweiterung des Gewerbegebietes vorgesehen ist. Im Süden grenzt das Gebiet an bestehende Wohnbebauung und im Westen an die bereits bebauten Flächen des Gewerbegebietes.

Das Gelände fällt nach den geplanten Schachtdeckelhöhen unter einem Winkel von ca. 1,3° von etwa 491,80 mNN auf 486,00 mNN leicht nach Südwesten ein.

Das BFI wurde am 16.05.2002 von der Gemeinde Schechingen über das Ingenieurbüro Lackner, Köder & Partner beauftragt, die Untergrundverhältnisse im geplanten Erschließungsgebiet zu untersuchen und Angaben zum Bau der Kanäle, und Straßen zu machen.

Für das von uns durchgeführte Nivellement der Bohrungen B 1 bis B 3 wurden die im Lageplan in Anlage 1 verzeichneten, bestehenden Schachtdeckel (55/6 und 528/2) im Kappelweg mit den Höhen 486,093 mNN und 491,210 mNN benutzt.

### 3. Untergrund

#### 3.1 Geologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 17.05.2002 3 Bohrungen (B 1 – B 3) entlang der geplanten Kanaltrasse bis maximal 5,00 m Tiefe angelegt. Die Lage der Bohrungen kann dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden.

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

In den **Bohrungen B 1 und B 2** wurde unter der 0,25 m bzw. 0,20 m starken Mutterbodendecke ein halbfester bis fester kiesig-steiniger Ton angetroffen, der ab 1,20 m bzw. 1,35 m von einem harten Kalkstein unterlagert wird. Der Kalkstein, dem lokal Tonstein-Bänke zwischengeschaltet sind, wurde bis zu den Endtiefen der Bohrungen bei 5,00 m bzw. 4,00 m aufgeschlossen.

In der **Bohrung B 3** steht unter dem 0,30 m starken Mutterboden ein halbfester, schluffiger Ton an, der ab 1,60 m kiesig und zunehmend steinig ausgebildet ist. Ab 3,00 m wird der Ton von einer mürben Tonstein-Kalkstein-Wechselfolge unterlagert, die ab 3,60 m bis zur Endtiefe bei 4,00 m in einen harten Kalkstein übergeht.

Zusammenfassend wurde OK Fels (Tonstein bzw. Kalkstein) in den Bohrungen des Erschließungsgebietes in folgender Tiefe angetroffen:

Tabelle 1:

Aufschluß	Ansatz- punkt mNN	OK Fels	
		m unter Gelände	mNN
B 1	486,58	1,20	485,38
B 2	488,47	1,35	487,12
B 3	491,02	3,00	488,02

Stratigraphisch handelt es sich bei den anstehenden Kalk- und Tonsteinen um Festgestein des Schwarzen Jura (Lias). Die meist kiesig-steinigen Tone sind als Verwitterungsdeckschicht des Schwarzen Jura einzustufen.

### 3.2 Boden- und Felsklassifizierung

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenarten wurden nach DIN 18300 und der ZTVE-StB 94 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 ist festzustellen, dass der unter dem Mutterboden angetroffene, schluffige, meist kiesig-steinige Ton der Bodenklasse 4 und bei einem Steinanteil > 30% der Bodenklasse 5 zuzuordnen ist. Der mürbe – harte Tonstein ist der Felsklasse 6 und der mürbe – harte, bankige Kalkstein der Felsklasse 7 zuzuordnen.

Nach der Erfahrung kann der im Erschließungsgebiet anstehende, harte, bankige Kalkstein stellenweise auch massig ausgebildet sein. Es ist daher davon auszugehen, dass der Kalkstein, insbesondere bei tieferem Einschneiden in den Kalkstein (ca. > 0,70 m) in Teilbereichen gemeißelt oder gefräst werden muss.

### 3.3 Frostempfindlichkeit

Nach ZTVE-StB 94 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 in den Bohrungen im oberen Bereich angetroffenen, z.T. kiesig-steinigen Tone der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

### 3.4 Wasserverhältnisse

In keiner der Bohrungen wurde Grund- oder Schichtwasser angetroffen.

Insbesondere während niederschlagsreicher Perioden können jedoch temporäre Sickerwasserzutritte beim Anschneiden des klüftigen Kalksteins nicht ausgeschlossen werden.

### 3.5 Laborversuche

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 5 gestörte Proben entnommen, von denen 4 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.-%)
1	1	0,80	T,g,x	17,12
3	2	0,40	T,g,x	14,58
4	3	1,30	T,u	21,71
5	3	2,10	T,g,x'	16,66

## 4. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen

### 4.1 Kanäle

Nach dem Lageplan liegen die Einschnittstiefen der Kanäle im Erschließungsgebiet "Kappelfeld" zwischen ca. 3,30 m (bei Schacht 600.5) und maximal ca. 4,40 m (bei Schacht 600.0) unter GOK. Damit liegen die Gründungssohlen der Kanäle zumeist im harten Kalkstein und lokal u.U. auch im mürben Tonstein.

Es ist davon auszugehen, dass der Fels im unteren Bereich z. T. nicht profilgerecht gelöst werden kann und daher lokal mit Mehraushub zu rechnen ist.

Auf dem harten Kalkstein und auf dem mürben Tonstein können die Kanäle ohne besondere Zusatzmaßnahmen gegründet werden.

Werden in der Gründungssohle wider Erwarten lokal aufgeweichte Bodenschichten angetroffen, so sind ohne zusätzliche Verbesserungen des Rohrauflegers Setzungen zu erwarten. Für diesen Fall schlagen wir vor, in der Ausschreibung einen 0,30 m starken Bodenaustausch, bspw. mit Mineralstoffgemisch 0/56 mm vorzusehen. Zwischen anstehendem Boden und Mineralstoffgemisch bzw. Splitt ist dann ein Vlies der Klasse 2 einzulegen.

Beim Anlegen der Kanalgräben können im anstehenden, klüftigen Ton- und Kalkstein nach starken Niederschlagsereignissen Wasserzutritte nicht ausgeschlossen werden (s. Kapitel 3.4). Das anfallende Wasser kann in offener Wasserhaltung abgeleitet werden.

In Bereichen, in denen der Kanal u.U. im Tonstein zum Liegen kommt, sollte bei feuchter Witterung oder Sickerwasserzutritten unmittelbar nach dem Freilegen der Gründungssohle das Rohraufleger eingebracht werden, um ein Aufweichen des Untergrundes zu verhindern.



## 4.2 Kanalgrabenverfüllung

Zum Verfüllen der Kanalgräben kann im unteren Bereich, d. h. bis 0,50 m unter Planum, der beim Aushub des Kanalgrabens örtlich anfallende mürbe Tonstein bei trockener Witterung eingebaut werden. Weniger geeignetes Material, z.B. halbfester Ton kann verwendet werden, sofern das Material durch entsprechende Bindemittelzugaben verbessert wird (siehe Kapitel 4.5). Wird der Kalkstein gefräst und dabei bis mindestens zur Kies/Steinkorngröße ( $< 100$  mm) zerkleinert, kann auch dieser zum Wiedereinbau genutzt werden.

Das Material ist in Lagen von maximal ca. 0,30 m einzubauen und zu verdichten. Der Verdichtungsgrad ist z. B. durch Dichtebestimmungen in Verbindung mit Proctorversuchen oder durch Plattendruckversuche zu überprüfen.

Da der Tonstein bzw. der Ton bei Wasserzutritt aufweicht und dann nicht mehr ausreichend verdichtet werden kann, muss sichergestellt sein, dass er z.B. in Mieten, welche abgewalzt werden (Glattmantelwalze), trocken zwischengelagert oder unmittelbar nach dem Aushub wieder eingebaut wird. Der Einbau von halbfestem – festem Tonmaterial kann auch im Wechsel mit Schotter erfolgen.

Die obersten 0,50 m des Kanalgrabens (gemessen ab Planum) sollten mit bindigkeitsarmem, gut verdichtungsfähigem Material z. B. Vorsiebschotter verfüllt werden. U. U. kann hier auch der gefräste Kalkstein eingebaut werden. Das Material muss jedoch zuvor hinsichtlich seiner Eignung begutachtet werden. Alternativ kann auch das bindige Aushubmaterial eingebaut werden, wenn dieses zuvor mit Bindemittel verbessert wird (siehe Kapitel 4.5).

Alternativ kann auch das beim Ausbau des Kappelweges anfallende alte Schottermaterial der Tragschicht in den Kanalgräben verfüllt werden, wenn dieses nicht wie in Kapitel 4.4 vorgeschlagen, für einen Bodenaustausch im Straßenbereich verwendet wird.

### 4.3 Sicherung der Kanalgräben

Wir schlagen vor, die Kanalgräben z. B. mit Verbauelementen entsprechend der DIN 4124 zu sichern. Im unverwitterten Ton- und Kalkstein kann auf einen Verbau verzichtet werden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass aufgelockertes Felsmaterial aus der Kanalgrabenwand entfernt wird.

Da beim Lösen des Fels mit Erschütterungen zu rechnen ist, empfehlen wir, bei den nahe an die Baumaßnahme angrenzenden Gebäuden eine Beweissicherung durchzuführen.

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

DIN EN 1610	Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen
DIN 19630	Rohrverlegungs-Richtlinien für Gas- und Wasserrohrnetze
ZTVA-StB 89	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
ZTVE-StB 94	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

#### 4.4 Straßen (Bereich Kreisverkehr)

Nach RStO (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen) sind die Verkehrsflächen der Bauklasse IV zuzuordnen, da sie mit Schwerlastverkehr befahren werden.

Bei der vorhandenen Frostempfindlichkeitsklasse F 3 des anstehenden Bodens muss die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus 0,60 m betragen. Bei einem Bodenaustausch bzw. einer Bodenverbesserung (min. F 2) kann der frostsichere Straßenaufbau auf 0,50 m reduziert werden.

Nach RStO bzw. ZTVE-StB 94 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  ( $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ ) und auf der ungebundenen Tragschicht nach ZTVT-StB 95 bei den Straßenbauklassen I - IV ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$  ( $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ ) nachzuweisen.

Der auf dem Planum geforderte Wert wird auf dem halbfesten, kiesig-steinigen Ton, insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, nicht erreichbar sein.

Wir schlagen deshalb vor, das Planum auf einer Stärke von ca. 0,25 – 0,30 m mit Bindemittel zu verbessern. Bei der Ausschreibung kann vorab von den in Kapitel 4.5 angegebenen, überschlägig berechneten Bindemittelmengen ausgegangen werden.

Alternativ kann auch der beim Ausbau des Kappelwegs anfallende, überschüssige Straßenaufbruch für einen ca. 0,30 m starken Bodenaustausch verwendet werden. Soll die Asphaltsschicht gefräst und für der Wiedereinbau verwendet werden, so ist im Vorfeld eine Untersuchung des Straßenaufbruchs auf Teeranteile bzw. den PAK-Gehalt erforderlich.

Als dritte Alternative kann für den Bodenaustausch auch bindigkeitsarmes, gut verdichtungsfähiges Material, z.B. Mineralstoffgemisch 0/56 mm oder 0/100 mm oder Recyclingschotter vergleichbarer Kornverteilung verwendet werden.

#### 4.5 Bodenverbesserung

Ausgehend von den Laborversuchsergebnissen kann in der Ausschreibung von 2 – 2,5 Gew.-% Bindemittel auf 100 Gew.-% des trockenen Bodens ausgegangen werden. Bei einer Trockendichte des anstehenden Bodens von im Mittel  $1,65 \text{ t/m}^3$  ergibt sich eine Bindemittelmenge von  $0,033 - 0,050 \text{ t/m}^3$  (entspricht bei einer Fräs- bzw. Einbaustärke von 0,25 m einer Bindemittelmenge von ca.  $8 - 10 \text{ kg/m}^2$  und bei einer Fräs- bzw. Einbaustärke von 0,30 m einer Bindemittelmenge von ca.  $10 - 12 \text{ kg/m}^2$ ).

Eine exakte Angabe über erforderliche Zugabemengen an Bindemittel kann erst nach Durchführung einer Eignungsprüfung erfolgen.

Im Übrigen sind folgende Punkte zu beachten:

Als Zuschlagsstoff eignet sich Bodenbinder 500.

Die Festigkeit des Boden-Bindemittelgemisches ist in starkem Maße von der Intensität des Mischvorganges abhängig. Es ist deshalb auf eine sorgfältige Durchmischung zu achten.

#### 4.6 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

##### Bauwerkshinterfüllung:

Kies oder Schotter, sandig, bindigkeitsarm, dicht	cal $\gamma$ =	20 kN/m <sup>3</sup>
	cal $\gamma'$ =	12 kN/m <sup>3</sup>
	cal $\varphi'$ =	35 °
	cal $c'$ =	0

##### Anstehend:

Ton, schluffig; Ton, kiesig-steinig	cal $\gamma$ =	20 kN/m <sup>3</sup>
halbfest, halbfest - fest	cal $\gamma'$ =	10 kN/m <sup>3</sup>
	cal $\varphi'$ =	25 °
	cal $c'$ =	15 kN/m <sup>2</sup>

Tonstein mit Kalksteinbänkchen, mürb	cal $\gamma$ =	22 kN/m <sup>3</sup>
(Wechselagerung)	cal $\gamma'$ =	12 kN/m <sup>3</sup>
	cal $\varphi'$ =	32 °
	cal $c'$ =	20 kN/m <sup>2</sup>

Kalkstein, hart	cal $\gamma$ =	23 kN/m <sup>3</sup>
	cal $\gamma'$ =	14 kN/m <sup>3</sup>
	cal $\varphi'$ =	40 °
	cal $c'$ =	60 kN/m <sup>2</sup>

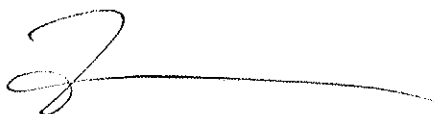
Dabei ist:  $\gamma$  = Feuchtwichte  
 $\gamma'$  = Wichte unter Auftrieb  
 $\varphi'$  = Reibungswinkel  
 $c'$  = Kohäsion

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

## 5. Abnahme und Haftung

Die Abnahme der Gründungssohlen und der Tragschichten, die Durchführung der Eignungsuntersuchung, die Überwachung des Einbaus bzw. der Verdichtung sowie die Zusendung der Ausführungspläne sind Voraussetzung für die Haftung.

Für das BFI:



Dipl.-Ing. G. Zeiser

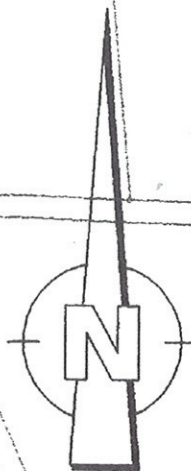
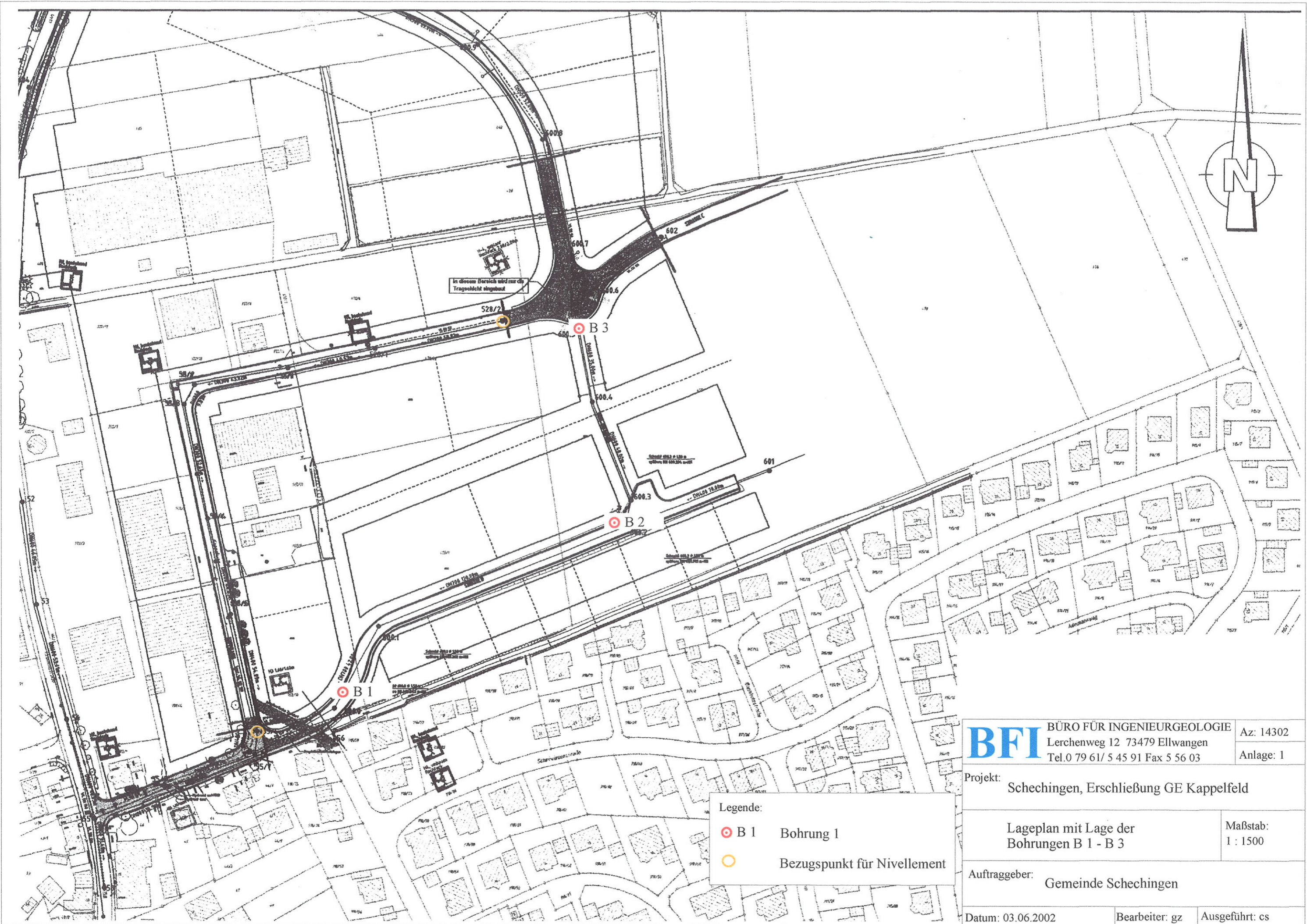
Sachbearbeiter:



Dipl.-Geol. L. Greb



Dipl.-Geol. M. Horschinegg



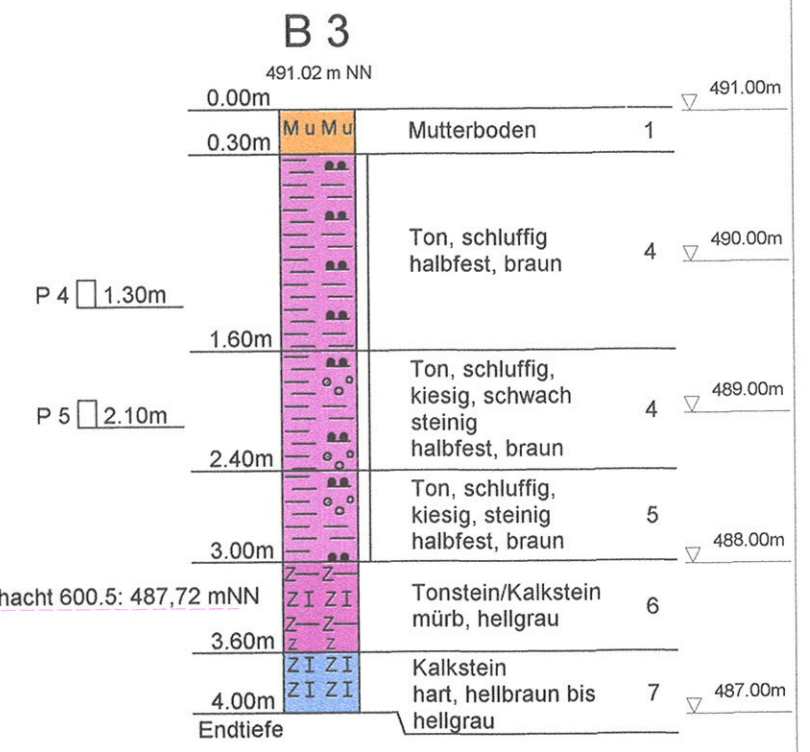
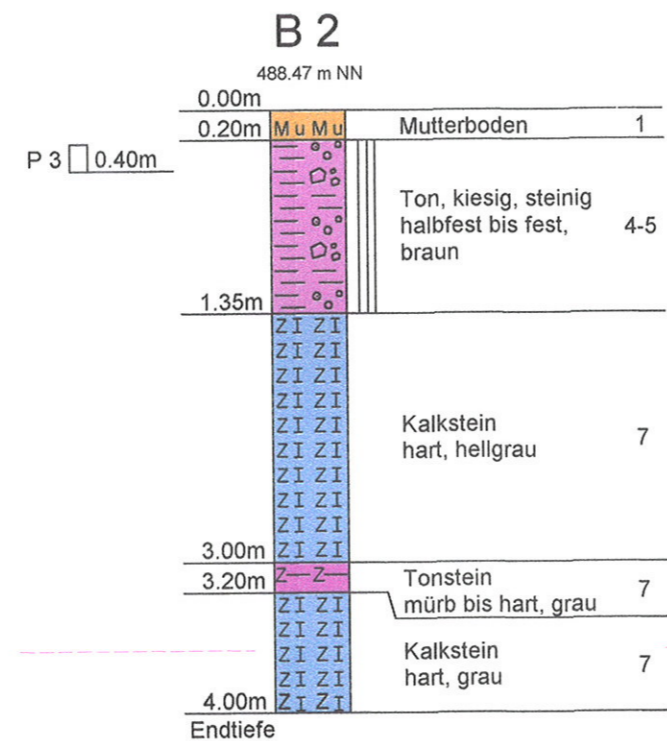
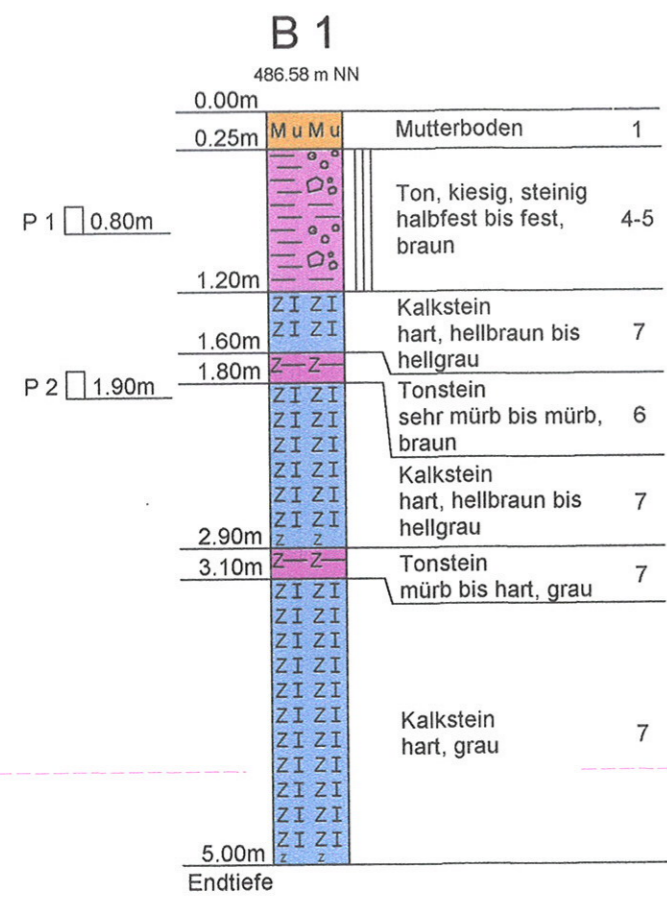
In diesem Bereich wird nur die Tragfähigkeit abgefragt

Legende:  
 ● B 1 Bohrung 1  
 ● Bezugspunkt für Nivellement

<b>BFI</b> BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE Lerchenweg 12 73479 Ellwangen Tel. 0 79 61/ 5 45 91 Fax 5 56 03	Az: 14302
	Anlage: 1
Projekt: Schechingen, Erschließung GE Kappelfeld	
Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 - B 3	Maßstab: 1 : 1500
Auftraggeber: Gemeinde Schechingen	
Datum: 03.06.2002	Bearbeiter: gz
	Ausgeführt: cs

492.00m  
491.00m  
490.00m  
489.00m  
488.00m  
487.00m  
486.00m  
485.00m  
484.00m  
483.00m  
482.00m

492.00m  
491.00m  
490.00m  
489.00m  
488.00m  
487.00m  
486.00m  
485.00m  
484.00m  
483.00m  
482.00m



Kanaleinlauf Schacht 600.5: 487,72 mNN

Kanaleinlauf Schacht 600.2: 484,89 mNN

Kanaleinlauf Schacht 600.0: 482,21 mNN

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE Lerchenweg 12 73479 Ellwangen Tel. 07961/565776-0 Fax 55603 Internet: www.bfi-zeiser.de	Az:	14302
	Anlage:	2
	Maßstab:	1:50
	Datum:	07.06.2002
	aufgenommen:	17.05.2002, mh
<b>Projekt: Schechingen, GE Kappelfeld</b>		