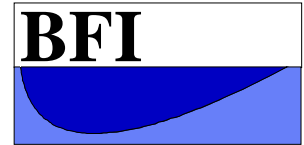


BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
BFI ZEISER GmbH & Co. KG



Baugrunduntersuchung
Altlastenerkundung
Standsicherheitsberechnungen
Bohrungen
Geothermie
Labor- und Feldversuche
Beweissicherung
Bauleitung

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

Gemeinde Schechingen
-Rathaus-
Marktplatz 1
73579 Schechingen

gz-ch-mp/ Az. 111288

22.07.2011

Schechingen, Erschließung BG Horner Weg
hier: Baugrunduntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber: Gemeinde Schechingen
Marktplatz 1
73579 Schechingen

Planung: LK&P Ingenieure GbR
Uhlandstraße 39
73557 Mutlangen

Ingenieurgeologische
Untersuchung und Beratung: Büro für Ingenieurgeologie
BFI Zeiser GmbH & Co. KG
Lerchenweg 12
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
3.7 Untersuchung der Bodenproben auf geogene Belastungen	8
3.7.1 Ergebnisse der Untersuchung	8
3.7.2 Bewertungsgrundlagen	9
3.7.3 Folgerungen für die Wiederverwertung des Bodens	10
3.8 Untersuchung des Fahrbahnbelags auf teerhaltige Stoffe	10
3.8.1 Ergebnisse der Untersuchung auf PAK und Phenole	10
3.8.2 Bewertungsgrundlagen	11
3.8.3 Folgerungen für die Aufbrucharbeiten sowie für die Aufbereitung bzw. Wiederverwertung des Straßenaufbruchmaterials	11
4. Erdbebenzone und seismische Lastannahmen	12
5. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen	13
5.1 Kanäle	13
5.1.1 Sicherung der Kanalgräben	13
5.1.2 Kanalgrabenverfüllung	14
5.2 Straßenbau	15
5.3 Bodenverbesserung	16
5.4 Bodenkennwerte	18
6. Abnahme und Haftung	19

Anlagenteil

Anlage 1:	Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 - B 4	M 1 : 1000
Anlage 2:	Schnitt, Darstellung der Bohrungen B 1 - B 4	M. 1 : 33
Anlage 3:	Analyseergebnisse MP 1 und MP 2 auf geogene Belastung	
Anlage 4:	Analyseergebnisse P 1/1 und P 1/2 auf PAK und Phenole	

Quellenverzeichnis

- /1/ Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007
- /2/ Bundes – Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.07.1999.
- /3/ Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechhaltigen Bestandteile sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA 01-StB).
- /4/ Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial; Erlass des UVM vom 13.04.2004 (Dihlmann-Erlass).
- /5/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 24.07.2002.
- /6/ Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit PAK-, MKW-, BTEX-, LHKW-, PCB-, PCDD/F- und Herbizid-haltiger Abfälle vom Dezember 2003.

1. Planunterlagen

Zur Ausarbeitung des Gutachtens standen uns von der LK&P Ingenieure GbR folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Bebauungsplan mit Lage der Bohrpunkte M. 1 : 1000 vom 26.05.2011

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

2. Lage und Aufgabenstellung

Das Baugebiet „Horner Weg“ liegt am südlichen Ortsrand von Schechingen und wird derzeit landwirtschaftlich, als Wiesen- bzw. Ackerfläche genutzt. Das Gelände fällt nach den Ansatzpunkten der Bohrpunkte von etwa 493,60 mNN bei der B 2 im Südosten auf ca. 489,90 mNN bei der B 1 im Nordwesten ein.

Die etwa 200 m x 80 m messende Fläche soll durch etwa 270 m Kanal und Straßenbau als Wohnbaugebiet in Nordwest-Südost-Erstreckung mit 21 Bauplätzen erschlossen werden

Mit Auftragschreiben vom 20.06.2011 wurde das BFI von der Gemeinde Schechingen beauftragt, eine Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für die geplante Erschließung durchzuführen. Ferner sollen der anstehende Boden auf geogene Belastung und die Asphaltbeläge im Bereich bestehender Straßen auf Teerhaltigkeit, untersucht werden.

3. Untergrund

3.1 Geologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 29.06.2011 auftragsgemäß vier Bohrungen (B 1 – B 4) bis in Tiefen zwischen 4,00 m und 5,00 m unter Gelände abgeteuft. Die Ansatzhöhen der Bohrungen wurden durch ein Nivellement auf den bei der B 1 gelegenen Schachtdeckel eingemessen, dessen Höhe nach den Planunterlagen bei 490,18 mNN liegt.

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

Die Stärke des Mutterbodens wurde in den Bohrungen B 3 und B 4 mit jeweils 0,40 m ermittelt. Die Bohrungen B 1 und B 2 wurden im Bereich der bestehenden Straße angelegt. Die Asphaltstärke liegt hier bei 0,14 m bzw. 0,07 m, die der darunter vorhandenen Schottertragschicht bei 0,56 m bzw. 0,33 m.

Unter dem Mutterboden, bzw. dem Fahrhahnoberbau stehen in allen Bohrungen bis in Tiefen zwischen 1,60 m und 3,00 m Tone an, die lokal schwach schluffig und lokal schwach kiesig bis kiesig ausgebildet sind, wobei es sich bei den Kiesen oft um Tonsteinverwitterungsreste handelt. Die Konsistenzen reichen von steif - halbfest bis zu halbfest - fest. Darunter folgen in allen Bohrungen Tonsteine mit zwischengeschalteten Kalksteinbänkchen, in der Bohrung B 3 wurde zwischen 2,20 m und 2,40 m unter GOK ein sehr mürber toniger Sandstein angetroffen. Die sehr mürben – harten Tonsteine/Sandsteine mit Kalksteinlagen wurden bis zu den Endtiefen der Bohrungen bei 4,00 m bis 5,00 m aufgeschlossen.

Zusammenfassend wurden OK des mindestens sehr mürben Tonsteins/Sandstein in den Bohrungen in folgenden Tiefenlagen angetroffen (s. Tabelle 1):

Tabelle 1: OK Tonstein/Sandstein, sehr mürb

Bohrung B	Ansatzpunkt [mNN]	OK Ton-, bzw. Sandstein, sehr mürb	
		[m unter GOK]	[mNN]
1	490,06	1,60	488,46
2	493,62	1,70	491,92
3	491,58	2,20	489,38
4	491,64	3,00	488,64

3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei den an der Basis der Bohrungen angetroffenen Ton- und Kalksteinen um Schichtglieder des schwarzen Jura „Amaltheenton“, früher: Lias d und bei den darüber lagernden Tonen um deren quartäre Verwitterungsprodukte.

Von den Schichten des Lias ist bekannt, dass diese geogen bedingte, also natürliche Schwermetallkonzentrationen aufweisen können, die auch die Zuordnungswerte der VwV überschreiten. Auftragsgemäß wurden daher zwei Mischproben (Mutterboden und die darunter anstehenden Tone) laborchemisch untersucht (siehe Kapitel 3.7 und Anlage 3).

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 Tone der Bodenklasse 4 zuzuordnen. Die sehr mürben bis mürben Ton- und Sandsteine sind der Felsklasse 6 zuzuordnen. Lokale harte Kalksteinbänke sind je nach Klüftung in die Felsklassen 6 bzw. 7 einzustufen.

3.4 Frostepfindlichkeit

Nach ZTVE-StB 09 erfolgt die Klassifikation der Frostepfindlichkeit von Bodengruppen in drei Frostepfindlichkeitsklassen:

F 1	nicht frostepfindlich
F 2	gering- bis mittelfrostepfindlich
F 3	sehr frostepfindlich

Nach dieser Einteilung sind die im oberen Bereich anstehenden Tone der **Frostepfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

3.5 Wasserverhältnisse

Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel wurde in den Bohrungen nicht angetroffen. In den Bohrungen B 1 bis B 3 wurde keine Wasser angetroffen, lediglich in der Bohrung B 4 wurde in 4,50 m Tiefe unter GOK ein Schichtwasserzutritt festgestellt. Erfahrungsgemäß muss in den Schichten des Lias lokal und temporär mit Schichtwasser gerechnet werden, das an Klüfte in den Festgesteinen oder lokal sandigere, höher durchlässigere Schichten gebunden ist. In Abhängigkeit von den jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss daher; beim Einschneiden in das Gelände; mit Wasserzutritten gerechnet werden. Die zu erwartenden Wassermengen werden, in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit der Bodenschichten bzw. der Klüftigkeit der Festgesteine und den jahreszeitlichen Niederschlagsmengen, starken Schwankungen unterworfen sein.

Wasserstandsmessungen am offenen Bohrloch können nur als Anhaltswerte für den Wasserspiegel dienen, der sich bis zum Abschluss der Arbeiten einstellt. Genaue Messungen des Ruhewasserstandes und längerfristige Beobachtungen der Grundwasserganglinie sind nur an entsprechend ausgebauten Grundwassermessstellen möglich.

3.6 Laborversuche

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 20 gestörte Proben entnommen, von denen 7 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.-%)
3/1	1	1,00	T,u' (f)	10,12
4/1	1	1,45	T,u',g' (f)	15,00
3/2	2	0,60	A, T,g* (st-hf)	29,13
4/2	2	1,25	T,g' (st-hf)	28,93
2/3	3	1,30	T (hf-f)	22,37
2/4	4	1,70	T,g'-g (hf-f)	18,60
3/4	4	3,40	Tst (sm-m)	11,93

3.7 Untersuchung der Bodenproben auf geogene Belastungen

3.7.1 Ergebnisse der Untersuchung

Von den aus dem Mutterboden-Horizont entnommenen Proben P 1/3 und P 1/4 sowie den aus den Verwitterungsdeckschichten entnommenen Proben P 3/1, P 4/2, P 2/3 und P 2/4 wurden jeweils Mischproben (MP 1 und MP 2) hergestellt. Die Proben wurden im Labor auftragsgemäß auf die in Lias-Schichten häufig in erhöhten Gehalten vorkommenden Schwermetalle Arsen, Cadmium, Chrom und Nickel im Feststoff sowie im Eluat untersucht. Die Ergebnisse sind in Anlage 3 den Zuordnungswerten nach VwV /1/ und Prüfwerten der BBodSchV /2/ gegenübergestellt.

Danach wurden in beiden Mischproben keine erhöhten Gehalte an Arsen, Cadmium, Chrom und Nickel festgestellt. In den Eluaten waren keine Schwermetalle

nachweisbar. Der Mutterboden (MP 1) sowie die Verwitterungsdeckschichten (MP 2) entsprechen damit formal der Qualitätsstufe Z 0.

Die **Prüfwerte der BBodSchV** für den Wirkungspfad Boden-Mensch sowie die **Vorsorgewerte der BBodSchV** werden nicht überschritten.

3.7.2 Bewertungsgrundlagen

Die Vorgehensweise für die Verwertung geogen belasteter Böden wurde in einer Besprechung beim Landratsamt am 15.11.2010 festgelegt. Demnach ergeben sich bei Überschreitung der entsprechenden Zuordnungswerte der VwV und der Prüf-, Maßnahme- und Vorsorgewerte folgende Konsequenzen für die Verwertung:

- Außerhalb Gebiete gleicher geologischer Formation ist eine uneingeschränkte Verwertung nicht möglich (Verschlechterungsverbot).
- Innerhalb von Gebieten gleicher geologischer Formation ist eine uneingeschränkte Verwertung prinzipiell möglich (Grundsatz "Gleiches zu Gleichem"), wobei jedoch bei Überschreitung der Feststoff-Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch grundsätzlich zunächst von einem Gefahrenverdacht ausgegangen werden muss. Konkret wäre dann die Resorptionsverfügbarkeit zu prüfen. Hilfsweise kann aber davon ausgegangen werden, dass eine Gefahr über den Wirkungspfad Boden-Mensch nicht besteht, wenn das S4-Eluat keine nennenswerte Belastung zeigt. Hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Grundwasser kann eine Gefahr bei Unterschreitung der Eluat-Prüfwerte ohnehin ausgeschlossen werden. Das bedeutet, dass bei Baumaßnahmen anfallender, geogen belasteter Bodenaushub in Gebieten gleicher geologischer Formation uneingeschränkt verwertet werden kann, sofern die Eluate keine nennenswerten Belastungen zeigen. Sofern aber in den Eluaten entsprechende Schwermetallgehalte nachgewiesen werden, ist zur Gefahrenbeurteilung eine Einzelfallbetrachtung erforderlich.

3.7.3 Folgerungen für die Wiederverwertung des Bodens

Sowohl der Mutterboden als auch für die Verwitterungsdeckschichten können **innerhalb** von Gebieten gleicher geologischer Formation, damit also auch innerhalb des Baugebietes, uneingeschränkt verwertet werden, da in den Eluat keine Schwermetalle nachweisbar waren.

Außerhalb von Gebieten gleicher geologischer Formation ist eine Verwertung nur mit den in Kap. 3.7.1 aufgeführten Einschränkungen, also unter den Vorgaben der VwV und der BbodSchV, möglich.

Das bedeutet, dass der Mutterboden sowie die Verwitterungsdeckschichten uneingeschränkt verwertet werden können, da weder im Feststoff noch im Eluat Überschreitungen der Zuordnungs-, Prüf- und Vorsorgewerte vorhanden sind.

Sofern keine Verwertung geplant ist, kann das Material auf einer normalen Erdeponie (DK 0) entsorgt werden, da die DK 0-Zuordnungswerte der DepV /5/ eingehalten werden. Wir weisen aber darauf hin, dass vom Entsorger die Untersuchung weiterer Parameter nach DepV verlangt werden kann und sich ggf. Einschränkungen aufgrund der jeweiligen Satzung des Deponiebetreibers ergeben können.

3.8 Untersuchung des Fahrbahnbelags auf teerhaltige Stoffe

3.8.1 Ergebnisse der Untersuchung auf PAK und Phenole

Aus den im Bereich der asphaltierten Flächen angelegten Bohrungen B 1 und B 2 wurden die Asphaltproben P 1/1 und P 1/2 laborchemisch auf PAK im Feststoff und Phenole im Eluat untersucht.

Die Analysenergebnisse der Asphaltproben sind in Anlage 4 dargestellt. Nach den Ergebnissen der Analytik ist der Fahrbahnbelag als nicht teerhaltig einzustufen.

3.8.2 Bewertungsgrundlagen

Für eine **Wiederverwertung** von bitumenhaltigem Ausbauasphalt oder teerhaltigem Straßenaufbruch im Straßenbau gilt in Baden-Württemberg die RuVA-StB 01 /3/. Darin ist als Kriterium für die Teerhaltigkeit ein Grenzwert von 25 mg/kg PAK festgelegt. Bis zu diesem Wert entspricht der Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A, darüber ist er als teerhaltiger Straßenbaustoff einzustufen und entspricht der Verwertungsklasse B, bei Überschreitung eines Phenolgehaltes im Eluat von 0,1 mg/l der Verwertungsklasse C.

Ist eine Wiederverwertung von bitumenhaltigem Ausbauasphalt als Recyclingbaustoff außerhalb des Straßenbaus vorgesehen oder handelt es sich um Schotter, gelten die Zuordnungswerte der "Vorläufigen Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial" (sog. "Dihlmann-Erlass" /4/). Dieser unterscheidet je nach PAK-Gehalt drei Qualitätsstufen, die durch Zuordnungswerte definiert sind. Bei Überschreitung der Qualitätsstufe Z 2 oder wenn es sich um teerhaltigen Straßenaufbruch handelt, ist das Material als Recyclingbaustoff nicht mehr verwertbar, sondern muss deponiert werden.

Für eine **Entsorgung** bitumenhaltigen Ausbauasphaltes, teerhaltigen Straßenaufbruchs, Schotters oder Bodens auf einer Deponie gelten die Zuordnungswerte der neuen Deponieverordnung von 2009 (Deponievereinfachungsverordnung; DepVereinfV) /5/ für die Deponieklasse DK 0 und, ergänzend für die Deponieklassen DK 1 und DK 2, die Orientierungswerte der "Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit PAK-, MKW-, BTEX-, LHKW-, PCB-, PCDD/F- und Herbizid-haltiger Abfälle" /6/.

3.8.3 Folgerungen für die Aufbrucharbeiten sowie für die Aufbereitung bzw. Wiederverwertung des Straßenaufbruchmaterials

In Anlage 4 sind die Analysenergebnisse der Asphaltproben den Grenzwert-Kriterien nach RuVA-StB 01 /3/, den Zuordnungswerten des "Dihlmann-Erlasses" /4/ sowie den Orientierungswerten nach Handlungshilfe /6/ gegenübergestellt.

- Die bestehenden Fahrbahndecken sind aufgrund der geringen PAK-Gehalte als nicht teerhaltig einzustufen und entsprechen der Verwertungsklasse A nach RuVA StB-01. Diese können daher im Heißmischverfahren mit Bindemittel wiederverwertet werden.
- Eine Verwertung als Recyclingbaustoff außerhalb des Straßenbaus kann unter der Einbaukonfiguration Z 1.1 nach "Dihlmann-Erlass" erfolgen.
- Sofern keine Verwertung geplant ist, kann das Material auf einer Deponie der Deponieklasse DK 0 entsorgt werden.

Wir weisen darauf hin, dass die Bewertung des Asphalttes auf den Ergebnissen zweier Proben beruhen. Es ist nicht auszuschließen, dass in Teilbereichen alte, teerhaltige Beläge überasphaltiert wurden und dann auch Belastungen des Schotters und des darunter anstehenden Bodens nicht auszuschließen sind.

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. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen

5.1 Kanäle

Nach Auskunft der LK&P Ingenieure, Herrn Wolf, könne von einer Verlegetiefe der Kanäle von etwa 4,00 m ausgegangen werden. Die Sohlen der Kanäle werden nach den Ergebnissen der Bohrungen somit bereits in den mindestens sehr mürben Tonsteinen mit Kalksteinlagen liegen. Das Rohraufleger kann in den Tonsteinen ohne besondere Zusatzmaßnahmen gegründet werden. Unmittelbar nach dem Freilegen der Gründungssohle sollte das Rohraufleger eingebracht werden, um ein Aufweichen der wasserempfindlichen Tonsteine durch Niederschläge oder Schichtwasserzutritte zu verhindern.

Für den Fall, dass die Tonsteine durch Niederschlags- bzw. Schichtwasser aufweichen, empfehlen wir, in der Ausschreibung unter dem Rohraufleger lokal einen Bodenaustausch in einer Stärke von 0,20 m, z. B. mit Baustoffgemisch 0/56 mm, vorzusehen, der bei Bedarf anzuordnen ist.

Ferner ist für den Fall lokaler und temporärer Schichtwasserzutritte eine Dränage an der Basis des Rohrauflegers mitzuziehen, um Schichtwasser kontrolliert abführen zu können. Die Dränage ist nach dem Verlegen des Kanals abschnittsweise wieder zu plombieren, um keine dauerhafte Entwässerung des Hanggeländes zu bewirken.

5.1.1 Sicherung der Kanalgräben

Wir schlagen vor, den Kanalgraben im Bereich der Verwitterungsschichten z. B. mit Verbaulementen entsprechend der DIN 4124 zu sichern. Im Tonstein können die Gräben auch frei, mit 80° geböscht werden. Steine und Blöcke sind jedoch aus der Grabenwand zu entfernen bzw. gegen ein Ausbrechen zu sichern.

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
- TRVV DVGW W 400 Technische Regeln Wasserverteilung
- ZTVE-StB 09 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

5.1.2 Kanalgrabenverfüllung

Die in den Bohrungen angetroffenen, mindestens sehr mürben Tonsteine sowie die mindestens halbfesten – festen Tone können zur Verfüllung der Kanalgräben bis ca. 0,40 m unter Planum verwendet werden. Der Einbau von Blöcken ist nicht zulässig.

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. Das Material ist beim Einbau lagenweise ($\leq 0,30$ m) einzubauen und zu verdichten. Beim Einbau des Tons oder Tonsteins wird mit einer Schafffußwalze erfahrungsgemäß die beste Verdichtung erzielt. Tone mit nur steifer oder halbfester Konsistenz können zum Verfüllen der Gräben nur dann verwendet werden, wenn sie mit Bindemittel verbessert werden.

Im Bereich des Planums werden im Straßenbereich höhere Anforderungen an die Tragfähigkeit gestellt. Soll die Grabenverfüllung hier mit bindigem Aushub-Material geschüttet werden, so ist dieses in einer Stärke von 0,40 m mit Bindemittel zu verbessern. Ergänzende Angaben dazu sind im Kapitel 5.2, Straßenbau dargestellt.

Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Art des Bindemittels müssen durch entsprechende Eignungsuntersuchungen und in Abhängigkeit von den aktuellen Wassergehalten festgelegt werden. Vorab kann jedoch von den in Kapitel 5.3 angegebenen Bindemittelmengen ausgegangen werden.

Alternativ können die Kanalgräben auch mit gut verdichtungsfähigem, bindigkeitsarmem Material, z. B. Mineralstoffgemisch 0/56 mm verfüllt werden.

5.2 Straßenbau

Nach Auskunft der LK&P Ingenieure, Herrn Wolf, könne für die Straßen von einer Zuordnung zur Bauklasse V nach RStO ausgegangen werden.

Auf Niveau Planum stehen nach den Ergebnissen der Bohrungen vorwiegend Tone der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 an.

Nach RStO bzw. ZTVE-StB 09 ist auf dem Planum bei frostempfindlichem Untergrund ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen, bei Durchführung einer qualifizierten Bodenverbesserung (mindestens F2 und Einsatz von $\geq 3 \%$ Bindemittel) ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$. 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. Sofern die Verdichtungsgrade in grober Näherung über das Verdichtungsverhältnis E_{v2}/E_{v1} statischer Plattendruckversuche bestimmt werden sollen, empfehlen wir, die Ergebnisse der Plattendruckversuche über direkte Dichtebestimmungen an den vorliegenden Böden zu eichen.

Der auf dem Planum geforderte Wert wird auf den oberflächennah anstehenden, Tonen insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, nicht erreichbar sein. Nach den ETV-StB-BW, Teil 1 ist im Planumbereich bei besonders witterungsempfindlichen Böden grundsätzlich eine Verbesserung vorzusehen.

Wir schlagen deshalb vor, das Planum auf einer Stärke von ca. 0,40 m mit Bindemittel zu verbessern. Die erforderlichen Bindemittelmengen und die Bindemittelart müssen im Vorfeld durch eine Eignungsuntersuchung ermittelt werden. Vorab kann in der Ausschreibung von den in Kapitel 5.3 angegebenen überschlägigen Bindemittelmengen ausgegangen werden.

Alternativ kann auf Planum auch ein ca. 0,30 m - 0,40 m starker Bodenaustausch mit bindigkeitsarmem, gut abgestuftem und verdichtungsfähigem Material, z. B.

Baustoffgemisch 0/56 mm, erfolgen. Dabei ist sicher zu stellen, dass sich kein Niederschlagswasser in der Schotterpackung aufstaut und dann den darunter liegenden Boden aufweicht. Auf UK Austauschkörper ist daher eine Dränage vorzusehen, auf die ein Gefälle auszubilden ist.

Auf der ungebundenen Tragschicht ist nach RStO, bzw. ZTV-SoB 04 bei der Straßenbauklasse V ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ ($E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$) nachzuweisen.

Sofern keine qualifizierte Bodenverbesserung durchgeführt wird (mindestens F2 und Einsatz von ≥ 3 % Bindemittel), empfehlen wir, die Gesamtstärke von Frostschutz- und Tragschicht bei den Straßen der Bauklasse V nicht unter 0,35 m zu wählen, um die auf OK Tragschicht geforderten Tragfähigkeiten zu erreichen.

5.3 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 anstehenden Tone von im Mittel $1,65 \text{ t/m}^3$ ergeben sich folgende Bindemittelmengen:

Tabelle 3: Bindemittelmengen

Bereich	Menge [%]	[kg/m ³]	Frästiefe: 0,30 m [kg/m ²]	Frästiefe: 0,40 m [kg/m ²]
Kanalgraben:	2 – 3	33,0 – 49,5	9,9 – 14,9	13,2 – 19,8
Planum:	2,5 – 3,5	41,25 – 57,75	12,4 – 17,3	16,5 – 23,1

Bei der Verbesserung der Kanalgrabenverfüllung bis 0,40 m unter Planum eignet sich z.B. Weißfeinkalk oder 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.

Bei der Verbesserung des Planums eignet sich z.B. Bodenbinder 500 oder ein gleichwertiges Mischbindemittel.

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

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

5.4 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Arbeitsraum- und Kanalgrabenverfüllung:

Sandiger Kies bzw. Schotter, bindigkeitsarm, $D_{Pr} \geq 100 \%$	$cal \gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
	$cal \gamma' = 12 \text{ kN/m}^3$
	$cal \varphi' = 37^\circ$
	$cal c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Ton, schluffig, schwach kiesig; (mit Bindemittel verbessert)	$cal \gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
	$cal \gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$
	$cal \varphi' = 23^\circ$
	$cal c' = 15-30 \text{ kN/m}^2*$

* in Abhängigkeit von Art und Menge des zugegebenen Bindemittels

Anstehend:

Ton, schluffig, schwach kiesig; halbfest, halbfest - fest	$cal \gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
	$cal \gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
	$cal \varphi' = 23^\circ$
	$cal c' = 10 \text{ kN/m}^2$
Ton, schluffig, schwach kiesig; steif, steif - halbfest	$cal \gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
	$cal \gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$
	$cal \varphi' = 23^\circ$
	$cal c' = 5 \text{ kN/m}^2$
Tonstein; sehr mürb	$cal \gamma = 22 \text{ kN/m}^3$
	$cal \gamma' = 13 \text{ kN/m}^3$
	$cal \varphi' = 35^\circ$
	$cal c' = 40 \text{ kN/m}^2$

Dabei sind:

γ = Feuchtdichte

γ' = Wichte unter Auftrieb

φ' = Reibungswinkel

c' = Kohäsion

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

6. Abnahme und Haftung

Haftungsvoraussetzungen sind:

- die Zusendung der Ausführungspläne
- die Abnahme der Kanalgrabensohlen
- die Durchführung einer Eignungsuntersuchung im Falle einer Bodenverbesserung
- die Durchführung von Verdichtungskontrollen der Grabenverfüllungen
- die Abnahme von Planum und Tragschichten durch Plattendruckversuche

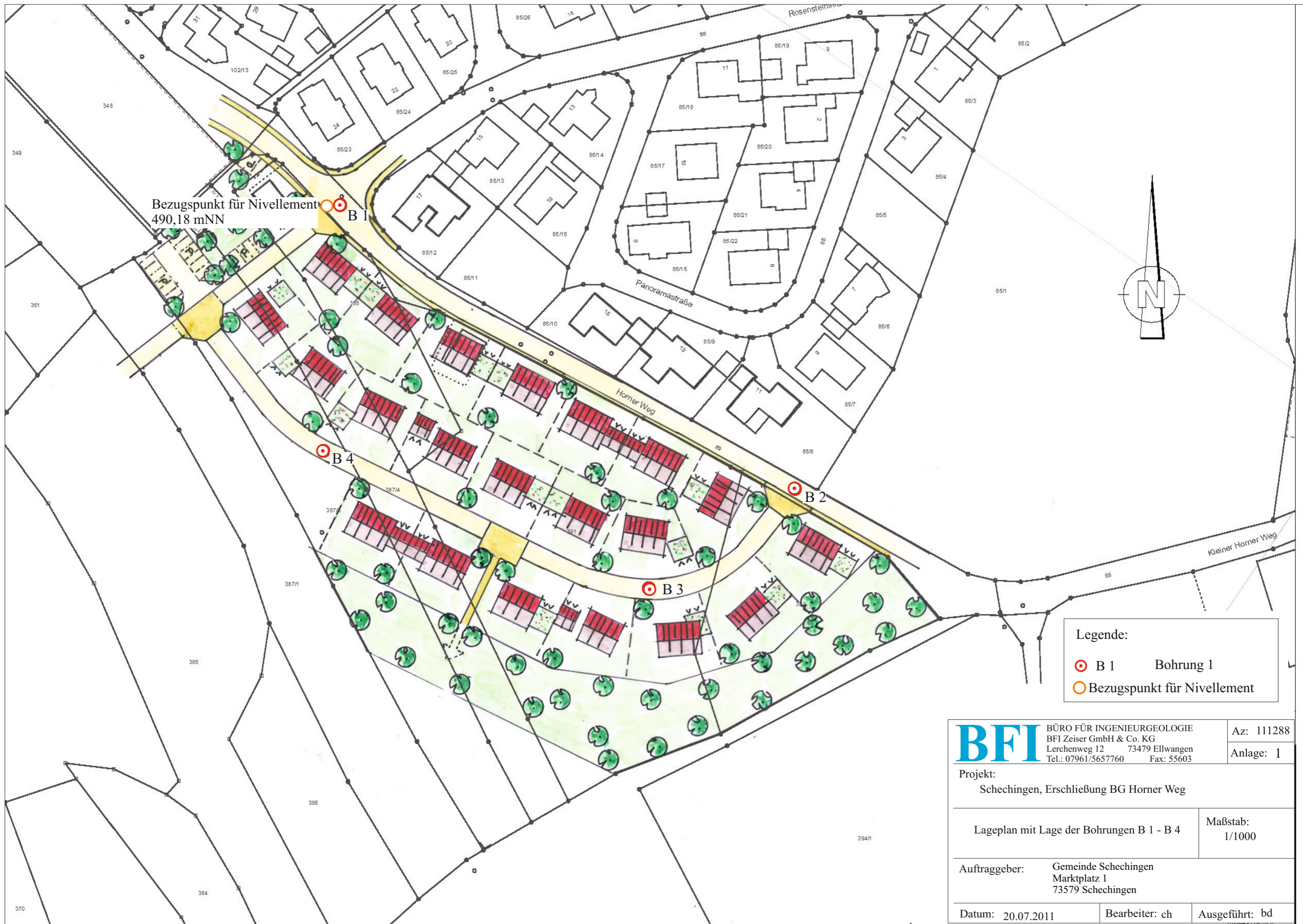
Für das BFI:

Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. G. Zeiser



Dipl.-Geol. C. Haberl

Dipl.-Ing (FH). M. Paczynski

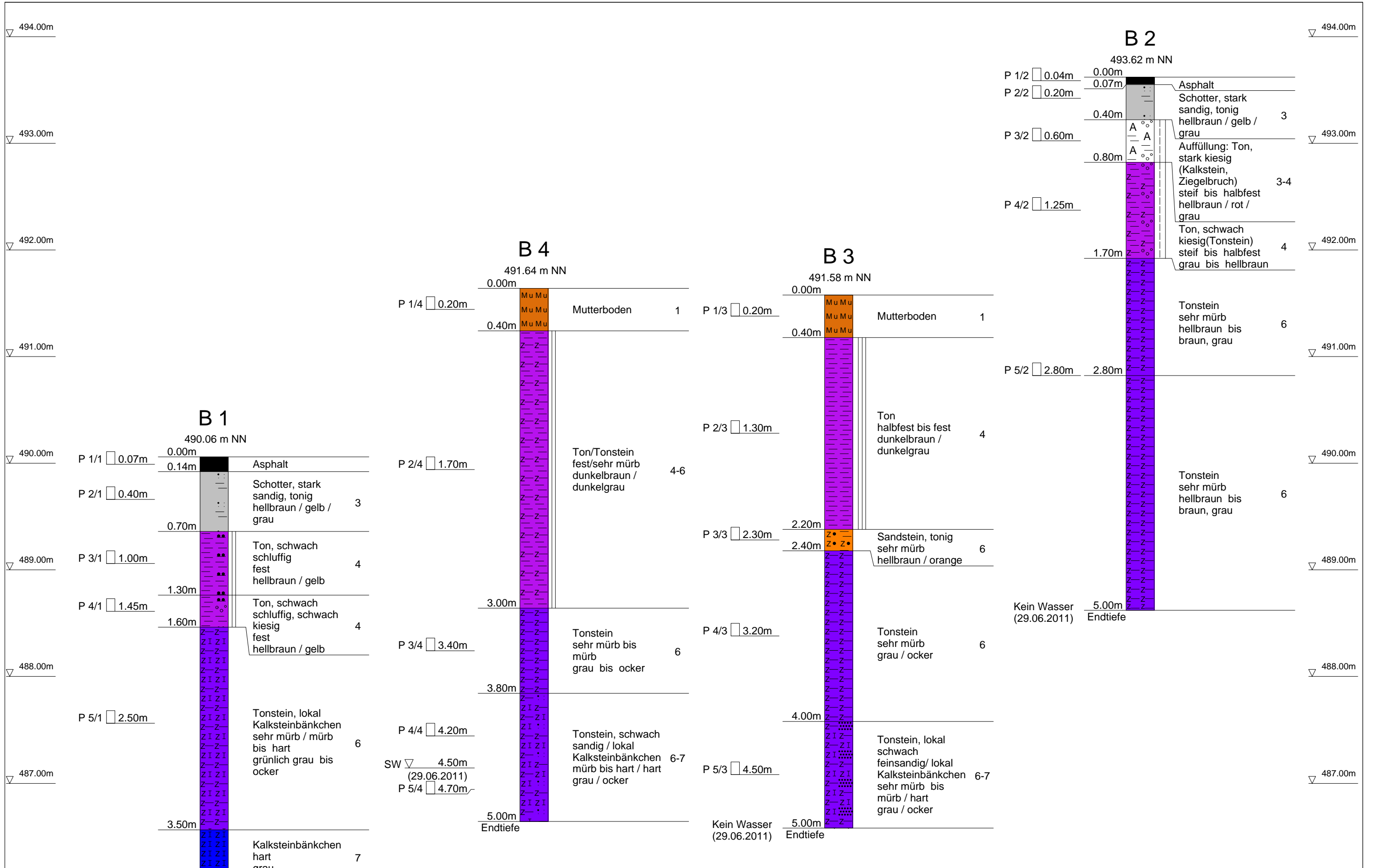


Bezugspunkt für Nivellement
490,18 mNN

Legende:

-  B 1 Bohrung 1
-  Bezugspunkt für Nivellement

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Lerchenweg 12 73479 Ellwangen Tel.: 07961/5657760 Fax: 55603	Az: 111288
		Anlage: 1
Projekt: Schechingen, Erschließung BG Horner Weg		
Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 - B 4		Maßstab: 1/1000
Auftraggeber: Gemeinde Schechingen Marktplatz 1 73579 Schechingen		
Datum: 20.07.2011	Bearbeiter: ch	Ausgeführt: bd



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Lerchenweg 12 - 73479 Ellwangen Tel. 07961/565776-0 Fax 55603 Internet: www.bfi-zeiser.de	Az:	111288
	Anlage:	2
	Maßstab:	1:33
	Datum:	06.07.2011
	aufgenommen:	29.06.2011, mp
Projekt: Schechingen, Erschl. BG Horner Weg		

Proben-Nr.	MP 1		MP 2		VwV des MUV Ba-Wü für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenaushub												Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)											
					Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen						Verwertung in technischen Bauwerken						Prüfwerte											
Geologie	Lias α		Lias α		Z 0		Z 0*		Z 0* ⁴⁾		Z 1.1		Z 1.2		Z 2		Kinderspiel- flächen		Wohngebiete		Park- und Freizeitanlagen		Industrie- und Gewerbegrund.					
Bodenart	Mutterboden		T, q u', q g'		Ton		WSG IIIA ³⁾																					
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)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)	Original (mg/kg)	Eluat (mg/l)				
Arsen	20	<0,003	17	<0,003	20	-	15 ²⁾	0,014	15 ²⁾	0,014	45	0,014	45	0,02	150	0,06	25	-	50	-	125	-	140	-				
Cadmium	< 0,40	<0,001	< 0,40	<0,001	1,5	-	1	0,0015	1	0,0015	3	0,0015	3	0,003	10	0,006	10 ¹⁾	-	20 ¹⁾	-	50	-	60	-				
Chrom, ges.	40	<0,01	34	<0,01	100	-	100	0,0125	120	0,0125	180	0,0125	180	0,025	600	0,06	200	-	400	-	1000	-	1000	-				
Nickel	27	<0,01	51	<0,01	70	-	70	0,015	100	0,015	150	0,015	150	0,02	500	0,07	70	-	140	-	350	-	900	-				
Bewertung	Z 0		Z 0																									

1) in Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, ist für Cadmium der Wert von 2,0 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.

2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für die Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg

3) Einbau auch in Wasserschutzgebieten der Zone III A zulässig

4) Verfüllungen von Abgrabungen unterhalb einer Abdeckschicht D >2,0 m, welche die Vorsorgewerte der BBodSchV einhält

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Lerchenweg 12 73479 Ellwangen Tel.: 07961/5657760 Fax: 55603	Az: 111288
		Anlage: 3
Projekt: Schechingen, Erschließung BG "Horner Weg"		
Analysenergebnisse der Bodenproben auf geogene Belastung		
Auftraggeber:		Gemeinde Schechingen Marktplatz 1 73579 Schechingen
Datum: 20.07.2011	Bearbeiter: ch	Ausgeführt: ch

Parameter	Bohrung	B 1	B 2	Verwertung				Entsorgung		
				im Straßenbau	als Baustoffrecyclingmaterial außerhalb des Straßenbaus			auf Deponien nach Deponieverordnung ⁴⁾		
					Verwertungs-klasse nach RuVA ¹⁾	Zuordnungswerte nach Baustoffrecycling-erlass ²⁾			Zuordnungswerte nach DepV ⁴⁾ bzw. Handlungshilfe ³⁾	
Stärke (cm)	14	7	A, B u. C	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	DK 0	DK 1	DK 2	
Naphthalin	mg/kg	0,10	0,03	-	-	-	-	-	-	-
Acenaphthylen	mg/kg	0,05	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Acenaphthen	mg/kg	0,06	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Fluoren	mg/kg	0,08	0,03	-	-	-	-	-	-	-
Phenanthren	mg/kg	0,49	0,07	-	-	-	-	-	-	-
Anthracen	mg/kg	0,19	0,04	-	-	-	-	-	-	-
Fluoranthen	mg/kg	0,94	0,06	-	-	-	-	-	-	-
Pyren	mg/kg	0,94	0,09	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,70	0,15	-	-	-	-	-	-	-
Chrysen	mg/kg	0,93	0,30	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(b,k)fluoranth.	mg/kg	1,10	0,26	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,68	0,22	-	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)anthr.	mg/kg	0,10	0,04	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	0,35	0,06	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	0,45	0,12	-	-	-	-	-	-	-
Summe PAK 16	mg/kg	7,2	1,5	A<25 B,C>25	10	15	35	30 ³⁾	200 ³⁾	1000 ³⁾
Phenolindex	mg/l	< 0,01	< 0,01	A,B <0,1 C >0,1	0,02	0,05	0,1	-	-	-
Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01 ¹⁾		A	A							
Qualitätsstufe n. Baustoffrecycling-Erlass ²⁾		Z 1.1	Z 1.1							
Deponieklasse ^{3) 4)}		DK 0	DK 0							

- 1) Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechhaltigen Bestandteile sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA 01-StB)
- 2) Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial; Erlass des UVM vom 13.04.2004 ("Dihlmann-Erlass")
- 3) Handlungshilfe des UVM für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit PAK-, MKW-, BTEX-, LHKW-, PCB-, PCDD/F- und Herbizid-haltiger Abfälle vom 14. Juni 2007, aktualisiert 15.12.2009
- 4) Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27.04.2009

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co. KG Lerchenweg 12 73479 Ellwangen Tel.: 07961/5657760 Fax: 55603	Az: 111288
		Anlage: 4
Projekt: Schechingen, Erschließung BG "Horner Weg"		
Analysergebnisse der Asphaltproben		
Auftraggeber: Gemeinde Schechingen, Marktplatz 1 73579 Schechingen		
Datum: 20.07.2011	Bearbeiter: ch	Ausgeführt: ch