Zweckverband
Gewerbepark Sol
Böblinger Straße 5 - 7
71088 Holzgerlingen

Baugrunduntersuchung

BV 6. Erweiterung Gewerbegebiet „Sol“
in Holzgerlingen

Untersuchungsbericht Nr. 180103
vom 03. Mai 2018

Auftraggeber: Zweckverband Gewerbepark Sol

Umfang des
Untersuchungsberichts: 19 Textseiten, 2 Tabellen, 6 Anlagen, 1 Beilage

Ausfertigung Nr.:

B·G·U Dr. Hansel & Partner Hirschgasse 1 D-75392 Deckenpfronn
Tel 07056.8081 · **Fax** 07056.8334 · **e-mail** info@b-g-u.de

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen 3
2. Lage 3
3. Durchgeführte Untersuchungen 3
4. Geologische Verhältnisse 4
4.1 Lias 4
4.2 Quartär 5
4.3 Künstliche Auffüllungen 5
5. Hydrogeologische Verhältnisse 6
6. Beurteilung 6
6.1 Grundwasser und Grundwasserschutz 6
6.2 Beurteilung des Untergrundes 7
6.3 Pedologische Verhältnisse 9
6.4 Erdbebensicherheit 9
6.5 Tektonik 9
6.6 Abfalltechnische Charakterisierung 9
7. Empfehlungen 10
7.1 Angaben zum Baufeld 10
7.2 Leitungsgräben 10
7.3 Einrichten der Erschließungsstraße 13
7.4 Angaben zur Bebauung 14
7.5 Behandlung des Tagwassers 16
7.6 Wiederverwendung der Aushubmassen 16
8. Zusammenfassung 17
9. Schlussbemerkung 19

Tabellenanhang: 2 Tabellen

Anlagen:
Anlage 1: Übersichtsplan
Anlage 2: Lageplan
Anlage 3: Ergebnisse der Bohrungen
Anlage 4: Bodenkennwerte, Homogenbereiche
Anlage 5: Geologische Schnitte
Anlage 6: Fotodokumentation

Beilage 1: Analysenergebnisse

1. Vorbemerkungen

Der Zweckverband Gewerbepark Sol plant die 6. Erweiterung des bestehenden Gewerbegebietes. Im Zuge dieser Maßnahme soll der Feldweg, der zurzeit die östliche Verlängerung der Maybachstraße bildet, als Gewerbestraße ausgebaut und erschlossen werden. Die Verlängerung der Maybachstraße erfolgt hangparallel bis zum Flurstück 1062/1, welches zurzeit als Parkplatz genutzt wird. Die Straße knickt hier nach Süden ab und wird über die bereits vorhandene Stichstraße Flst. 1062/1 mit der Max-Eyth-Straße verknüpft.

Unser Büro wurde mit Schreiben vom 28.12.17 beauftragt, eine Baugrunduntersuchung gemäß unseres Angebotes vom 21.12.17 durchzuführen.

Folgende Unterlagen standen uns zur Verfügung:

1. Datei Bebauungsplan Gewerbepark Sol – 6. Änderung 1 :1.000 vom 24.10.2017, Baldauf Architekten Stadtplaner
2. Topografische Karte 1:25.000, Blatt 7320 Böblingen
3. Geologische Karte 1:25.000, Blatt 7320 Böblingen

2. Lage

Das Untersuchungsgebiet liegt im Nordosten des bestehenden Gewerbegebietes an der nördlichen Randlage einer Hochfläche. Das Gelände fällt leicht in nordnordwestliche Richtung ab. Die nördlich der geplanten Verlängerung der Maybachstraße gelegenen Flächen wurden zum Zeitpunkt der Untersuchungen als Grünland genutzt. Bei SG 3 bestand eine von Nordnordwesten nach Südsüdosten verlaufende Streuobstwiese. Auf dem Flurstück 1062/3 befand sich ein gepflasterter Firmenparkplatz. Der Parkplatz Flst. 1065 verfügte über asphaltierte Fahrgassen und beschotterte Stellflächen.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Am 17.04.18 wurden nach Rücksprache mit Herrn Hoffmann vom 12.04.18, Stadtbauamt Holzgerlingen, fünf Baggerschürfe niedergebracht. Die Lage der Schürfe wurde in Abhängigkeit von den vorhandenen unterirdischen Leitungen aus städtischem Gebiet platziert. Die Schürfe wurden in Kombination mit dem Tieflöffel und dem Baggermeißel niedergebracht, da erwartungsgemäß oberflächennah Kalksandsteinbänke von hoher Festigkeit angetroffen wurden.

Die Lage der Schürfe ist aus Anlage 2 ersichtlich. Die Schürfe wurden jeweils sofort nach der geotechnischen Aufnahme mit dem angefallenen Baggergut verschlossen. Die Einmessung erfolgte durch Nivellement, wobei die Deckelhöhen der jeweils in der Nähe gelegenen Kanalschächte zugrunde gelegt wurden.

Aus den Baggerschürfen wurden Bodenmischproben wie folgt entnommen:

- MP 1: Unterboden (Quartär): SG 1: 0,2 – 0,4 m, SG 2: 0,2 – 0,5 m, SG 3: 0,2 – 0,4 m. Die Schürfe SG 4 und SG 5 wurden nicht beprobt, da kein Unterboden/Quartär vorhanden.
- MP 2: Lias: SG 1: 0,4 – 2,7 m, SG 2: 0,5 – 2,6 m, SG 3: 0,4 – 1,8 m, SG 4: 0,5 – 4,0 m SG 5: 0,4 – 3,5 m.

Die Bodenmischproben wurden entsprechend des Parameterumfangs der VwV Boden Tabelle 6.1 (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007) analysiert. Die Laborergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengefasst. Die Laborprotokolle sind aus der Beilage ersichtlich. Sämtliche Analysen erfolgten im Labor Synlab Analytics & Services Germany GmbH, Stuttgart.

4. Geologische Verhältnisse

Der Untergrund besteht aus Schichten des Lias, geringmächtigen quartären Deckschichten und teilweise auch aus künstlichen Auffüllungen.

4.1 Lias

Es handelt sich um eine Wechselfolge aus zu Tonen verwitterten Tonmergelsteinen, felsartig ausgebildeten Kalksandsteinbänken und Sandsteinschichten.

In Schurf SG 1 wurde im Tiefenbereich von 0,4 – 1,5 m eine Verwitterungszone aus ockerbraunem und ockerbraun bis grau marmoriertem schluffigen Ton angetroffen. Dieser wies ein klebendes Verhalten auf. Die Konsistenz war steif bis weich. Von 1,5 – 2,7 m wurde felsartig ausgebildeter Kalksandstein von grauer Farbe angetroffen. Dieser sonderte blockig ab und bildete Blöcke bis 0,7 m Kantenlänge. Die Bankstärken betrugen 0,2 – 0,6 m.

In Schurf SG 2 war der Lias im Tiefenbereich von 0,5 – 1,5 m bindig verwittert. Von 0,5 – 0,8 m wurde stark toniger Schluff von olivbrauner Farbe und steifer bis weicher Konsistenz durchfahren. Von 0,8 – 1,5 m bestand olivbrauner Ton von steifplastischer Konsistenz. Von 1,5 – 2,6 m wurde felsartig ausgebildeter Kalksandstein angetroffen. Dieser reagierte mit einem steinigen bis blockigen Bruch, wobei sich Blöcke bis 1,2 m Kantenlänge bildeten. Die Bankstärken betrugen 0,2 – 0,5 m.

In Schurf SG 3 wurde im Tiefenbereich von 0,4 – 1,5 m schluffiger Ton mit eingelagerten Steinen angetroffen. Dieser war olivbraun bis grau marmoriert. Die Konsistenz war

steifplastisch. Von 1,5 – 1,8 m wurde Kalksandstein durchörtert. Die Klüfte und Schichtflächen waren korrodiert und verlehmt. Die Absonderung war grobsteinig bis blockig, die Bankstärke betrug 0,3 m. Aufgrund der erschwerten Arbeitsbedingungen durch nahestehende Obstbäume wurde der Schurf in einer Tiefe von 1,8 m beendet, um unnötigen Flurschaden zu vermeiden.

In Schurf SG 4 wurde der Lias in einer Tiefe von 0,5 m angeschnitten. Von 0,5 – 0,7 m bestand Sandsteinzersatz. Dieser war oben kiesig und ging mit zunehmender Tiefe in eine steinig-plattige Textur über. Von 0,7 – 1,8 m wurde plattig texturierter Sandstein durchfahren. Von 1,8 – 2,5 m trat stark toniger Schluff von braunockerer Farbe und steifer bis halbfester Konsistenz auf. Von 2,5 – 4,0 m wurde schluffig-sandiger Ton von olivbrauner Farbe und steifer bis halbfester Konsistenz aufgeschlossen.

In Schurf SG 5 wurde der Lias in einer Tiefe von 0,4 m angetroffen. Von 0,4 – 1,2 m war dieser zu stark tonigem Schluff von steifplastischer Konsistenz verwittert. Von 1,2 – 1,6 m wurde schluffiger Ton mit einzelnen eingelagerten Steinen durchörtert. Es bestand eine grauolive Farbe und eine steifplastische Konsistenz. Von 1,6 – 1,8 m wurde eine pflastersteinartig verwitterte Kalksandsteinbank von grauer Farbe durchörtert. Von 1,8 – 3,5 m wurde olivbrauner schluffiger Ton von steifplastischer Konsistenz aufgeschlossen. Der Schurf wurde bei 3,5 m beendet, um unnötige Flurschäden auf der hier bestehenden Rabatte und Busch- und Baumpflanzung zu vermeiden.

4.2 Quartär

In den Schürfen SG 1 – SG 3 wurde eine quartäre Auflage mit eienr Mächtigkeit von 0,4 m (SG 1, SG 3) – 0,5 m (SG 2) angetroffen. Es bestand jeweils eine 0,2 m mächtige Mutterbodenschicht. Unter dieser folge in allen drei Schürfen tonig-sandiger Verwitterungsschluff von mittelbrauner Farbe und steifplastischer Konsistenz.

In Schurf SG 4 wurde eine 0,5 m mächtige Humusschicht angetroffen. Deren Mächtigkeit ist offensichtlich teilweise auf eine Andeckung von ortstypischem Oberboden zurückzuführen, wobei diese aller Wahrscheinlichkeit nach im Zuge früherer Eingriffe durch die weiter nördlich liegenden Leitungstrassen erfolgt ist. Da keine eindeutige Einstufung möglich war, wurde die Humusschicht als Quartär/Auffüllung zusammengefasst.

In Schurf SG 5 hat sich das Quartär wegen früher Eingriffe im Zuge des Baus der Max-Eyth-Straße nicht erhalten.

4.3 Künstliche Auffüllungen

In Schurf SG 5 wurde eine 0,4 m mächtige Auffüllung angetroffen. Von 0,0 – 0,2 m wurde eine planmäßig zur Begrünung aufgebrachte Mutterbodenandeckung angetroffen. Von 0,2 – 0,4 m

trat ortsähnlicher tonig-sandiger Schluff auf. Dieser enthielt eingestreutes Splittkorn. Die Konsistenz war steifplastisch.

Weitere Auffüllungen bestanden in Form des Wegekoffers von SG 1 – SG 3. Bei SG 3 ging der beschotterte Weg in einen Grasweg über und verlor sich schließlich auf Höhe von SG 4 im Gelände.

Die angetroffenen Auffüllungen waren visuell und geruchlich unauffällig.

5. Hydrogeologische Verhältnisse

In den Schürfen wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen kein Wasser angetroffen. Die gegebenen tonigen Böden unterliegen bei länger anhaltenden Niederschlägen und bei Schneeschmelze einer Staunässebildung, die dann jeweils temporär andauert.

Die Kalksandsteinbänke führen nach anderen Untersuchungen aufgrund der Klüftigkeit zeitweise Schichtwasser. Das Wasser bewegt sich an der gegebenen Randlage der Hochfläche in nördlicher Richtung, wo es schließlich außerhalb des Untersuchungsgebietes unterirdisch in die quartäre Hangauflage übertritt.

6. Beurteilung
6.1 Grundwasser und Grundwasserschutz

Das Erschließungsgebiet liegt nach unserem Kenntnisstand außerhalb von Wasserschutzgebieten. Das zeitweise auf den Kalksandsteinbänken zu erwartende Schichtwasser ist über die Dauer von Gründungs- und Leitungsarbeiten gefährdet. Baumaschinen sind daher mit geeignetem Hydrauliköl auszustatten. Betankungen und Lagerungen von Kraftstoffen sind in unmittelbarer Nähe zu offenen Leitungsgräben, Bau- und Fundamentgruben zu unterlassen.

Um einer ungewollten Drainagewirkung wirksam entgegenzutreten, sind innerhalb der Kalksandsteinbänke (SG 1 – SG 3) sowie im in Fallrichtung des Geländes erfolgenden Leitungsgrabens BS 5 – BS 4 Sperrriegel vorzusehen. Diese sind im Streckenabschnitt SG 1 – SG 3 bis zur Oberkante der Kalksandsteinschichten hochzuziehen. Im Streckenabschnitt SG 5 – SG 4 sind diese bis 1 m unter Oberkante Erdplanum der zukünftigen Straße auszuführen.

- Versickerung von Tagwasser

In den tonigen Böden des Lias ist von einer Versickerungsfähigkeit von kf $= 1 \times 10^{-9}$ m /s auszugehen.

Nach dem Leitfaden des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg „Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung“ wird die Versickerung anhand des kf-Wertes in die Kategorien „gut möglich, kf-Wert überwiegend > 10^{-5} m/s“, „möglich, kf-Wert um 10^{-5} m/s“ und „kaum möglich, kf-Wert überwiegend < 10^{-5} m/s“ zugeordnet.

Aufgrund dieser Einteilung ist die Versickerungsfähigkeit innerhalb der tonigen Liasschichten als kaum möglich einzustufen. Versickerungen spielen sich hier hauptsächlich innerhalb des Oberbodens und – soweit vorhanden – in der geringmächtigen quartären Auflage ab. Dies bedeutet, dass zur Beseitigung von Tagwasser angelegte Versickerungseinrichtungen nicht ausreichend funktionieren werden.

Die im Streckenabschnitt SG 1 – SG 2 angetroffenen Kalksandsteinbänke weisen dagegen eine wesentlich bessere Wasserwegsamkeit auf, wobei hier die Durchgängigkeit je nach Verlehmung der Klüfte und Schichtfugen deutlich schwanken kann. Eine künstliche Einspeisung über Versickerungsanlagen wird hier zu Folge haben, dass sich das Schichtwasseraufkommen erhöhen wird. Dies wird in erster Linie zu Beeinträchtigungen der sich auf der Nordseite liegenden Anlieger führen. Des Weiteren wird es außerhalb der geplanten Erschließungsmaßnahme im Norden an der Grenze vom Lias zum hier ausstreichenden Knollenmergel zu vermehrt auftretendem Schichtwasser kommen. Da der Knollenmergel rutsch- und kriechgefährdet ist, wird letzteres eine Begünstigung von Hangbewegungen nach sich ziehen. Von der Einrichtung von Versickerungsablagen wird daher aus geotechnischer Sicht abgeraten.

6.2 Beurteilung des Untergrundes

Der Untergrund wird im Abschnitt SG 1 – SG 3 bis in eine Tiefe von 1,5 m aus steifplastischem Ton gebildet. Darunter setzen felsartige Kalksandsteinbänke von hoher Festigkeit ein. Letztere konnten nur unter Einsatz des Baggermeißels gelöst werden.

In Schurf SG 4 bestehen steife bis halbfeste Tone und Schluffe mit Einschaltung einer Sandsteinschicht. Im Schurf SG 5 wurden steifplastische Tone mit Einschaltung einer pflastersteinartig verwitterten Kalksandsteinbank angetroffen.

Leitungen und Schachtbauwerke können bei mindestens steifplastischer Konsistenz mit einer Bodenpressung von 200 kN/m² gegründet werden.

Über den felsartigen Schichten ist die zulässige Bodenpressung mit 400 kN/m² anzusetzen. Zwar sind hier im Prinzip wesentlich höhere Pressungen möglich, jedoch sind nach anderen Untersuchungen unter den Kalksandsteinbänken wiederum tonige Schichten und Tonmergel zu erwarten, sodass diese Schichten letztendlich ausschlaggebend für die Tragfähigkeit sind. Der Felshorizont wurde wie folgt angetroffen:

Aufschluss	m u. GOK	m ü. NN
SG 1	1,50	496,71
SG 2	1,50	496,94
SG 3	1,50	495,83

In Schurf SG 4 wurde im Tiefenbereich von 0,7 – 1,8 m Sandstein angetroffen. Dieser war mit dem Tieflöffel lösbar. In Schuf SG 5 bestand im Tiefenbereich von 1,6 – 1,8 m eine steinig verwitterte Kalksandsteinbank.

Die zu erwartenden Setzungen werden gegen Null streben, da die Bodenpressung beim Leitungsbau gegenüber dem Vorzustand nur unwesentlich verändert wird. Bei Anschnitt von Ton und stark tonigen Schluffen ist jedoch die Witterungsempfindlichkeit zu beachten.

Erschwernisse im Leitungsbau ergeben sich im Streckenabschnitt SG 1 – SG 3 durch die felsartig ausgebildeten Kalksandsteinbänke. Diese machen Spitzarbeiten erforderlich. Eine Bearbeitung mit der Felsfräse ist aufgrund der hohen Festigkeit erschwert. Die Kalksandsteinbänke sondern aufgrund der weitständigen Klüftung blockig bis grobblockig ab.

Die spätere Bebauung ist zwischen SG 1 und SG 3 auf dem Kalksandstein zu gründen. Zwischen SG 3 und SG 5 werden die Gründungen den überwiegend tonig verwitterten Lias anschneiden.

Folgende Bodenklassen wurden angetroffen:

Bodenart	Klasse (DIN 18300 2012-09	Homogenbereich (DIN 18300 2016-09
Mutterboden	1	
Schluff, tonig, sandig	4 - 5	A
Ton, schluffig, Schluff, stark tonig	5	B
Kalksandstein	6 - 7	C
Kalksandstein, pflasterartig verwittert	6	D
Sandstein	6	E

Böden der Klasse 2 wurden in den Bohrungen nicht angetroffen. Es ist jedoch zu beachten, dass derartige Böden aus den im Baufeld angetroffenen bindigen Böden unter Arbeitsbedingungen bei ungünstiger Witterung entstehen können. Auskofferungen und Befahrungen mit schweren Baufahrzeugen sind daher bei Regenwetter zu unterlassen.

Kalksandsteinbänke der Bodenklasse 7 wurden in den Schürfen wie folgt angetroffen: SG 1: 1,8 – 2,7 m, SG 2: 1,8 – 2,6 m, SG 3: ab 1,8 m.

6.3 Pedologische Verhältnisse

In der Grünlandflur (SG 1 – SG 3) wurde der Bodentyp Parabraunerde angetroffen (SG 1). Der Ah-Horizont wies unter Grünland eine Mächtigkeit von 20 cm auf. Es bestand ein hoher Humusanteil und ein krümeliges Gefüge bei stark ausgebildetem Wurzelfilz. Der Bv-Horizont wies eine Stärke von 20 cm (SG 1, SG 3) - 30 cm (SG 2) auf. Es bestand ein schwach kohärentes Gefüge. Der Cv-Horizont wird von Verwitterungston des Lias gebildet.

In den Schürfen SG 4 und SG 5 waren die ursprünglichen Böden nicht erhalten.

6.4 Erdbebensicherheit

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg 1:350.000 Auflage 2005 liegt das Erschließungsgebiet in der Erdbebenzone 2. Es besteht die Untergrundklasse R. Der felsartige Kalksandstein (SG 1 – SG 3) ist in die Baugrundklasse B einzustufen. Der tonig verwitterte Lias und der in Schurf SG 4 angetroffene Sandstein sind der Baugrundklasse C zuzuordnen.

6.5 Tektonik

Die Schürfe SG 1 – SG 3 lassen sich gut parallelisieren. Es ist hier von einer annähernd söhligen Schichtlagerung auszugehen.

In den Schürfen SG 3 und SG 4 wurden völlig unterschiedliche Profile angetroffen, die sich nicht parallelisieren ließen. Dabei fiel insbesondere auf, dass in Schurf SG 4 die Kalksandsteinbänke nicht ausgebildet sind. Eine vollkommene Verwitterung scheidet hier aufgrund der Festigkeit, Mächtigkeiten und der gleichen topografischen Lage wie SG 1 – SG 3 aus. Es muss daher hier von einer tektonischen Störung ausgegangen werden. Deren Lage kann erst im Zuge des Bauaufschlusses genauer auskartiert werden.

6.6 Abfalltechnische Charakterisierung

Aufgrund der in den Tabellen 1 und 2 zusammengefassten Analysenwerte sind sowohl die quartäre Bedeckung (Unterboden) als auch der Lias vorläufig als Z 1.1 – Böden einzustufen. Maßgeben sind hierfür die erhöhten Werte für Arsen (MP 1: 20 mg/kg, MP 2: 24 mg/kg).

Da es sich hier um geogen bedingte Werte handelt, kann gemäß der VwV Boden die Öffnungsklausel angewendet werden, sodass eine günstigere Einstufung möglich wird. Voraussetzung hierzu ist die Zustimmung der überwachenden Behörde.

7. Empfehlungen
7.1 Angaben zum Baufeld

Das Erschließungsgebiet kann mit schweren Baufahrzeugen zurzeit nur über die Maybachstraße angefahren werden. Es besteht hier von der Straßenecke der Maybachstraße bis SG 3 ein beschotterter Feldweg. Ab SG 3 setzt sich dieser als Grasweg fort und verliert sich schließlich im Gelände.

Der Grasweg und der Übergang ins Gelände können mit schweren Baufahrzeugen bei länger anhaltender Trockenheit nur bedingt befahren werden. Bei Niederschlägen und zur nasskalten Jahreszeit besteht generell keine Befahrbarkeit. Es wird daher vorgeschlagen, den Schotterweg bis zum geplanten Knickpunkt bei SG 4 durch eine Baustraße zu verlängern, um eine witterungsunabhängige Andienbarkeit der Baustelle zu ermöglichen.

Um eine ausreichende Befahrbarkeit zu erzielen, wird zur gegebenen Jahreszeit ein Bodenaustausch von mindestens 40 cm Stärke vorgeschlagen. Nach Abschieben des Oberbodens ist ein Geotextil zur Trennung gegen den feinkörnigen Untergrund auszulegen. Darüber ist eine mindestens 40 cm starke Schüttung aus Schroppen der Körnung 0/100 mm aufzubauen.

An Stelle des Bodenaustausches ist auch eine Bodenverbesserung mit Dorosol oder einem gleichwertigen Bindemittel möglich. Hierzu ist letzteres mindestens 40 cm in den Boden einzufräsen, danach ist sofort zu verdichten. Benötigt wird eine Bindemittelmenge um ca. 50 kg/m³. Da der Bindemittelbedarf letztendlich von der Witterung und Jahreszeit zur Bauausführung abhängig ist, wird empfohlen, den Bindemittelbedarf mit Aufnahme der Arbeiten durch Eignungsprüfungen zu ermitteln.

Zwischen SG 4 und SG 5 verläuft die Erschließungsstraße über eine gepflasterte Parkierungsfläche wie einen asphaltierten Stichweg, der an der Max-Eyth-Straße beginnt und auf halber Strecke zu SG 4 in die gepflasterte Parkierungsfläche übergeht. Zwischen SG 4 und SG 5 können die vorhandenen Befestigungen als Bauzufahrt verwendet werden, wobei die Pflasterfläche jedoch den Lasten schwerer Baufahrzeuge nur bedingt standhalten wird.

7.2 Leitungsgräben

- Einrichtung der Gräben

Die in den Schürfen angetroffenen Tonböden und der in Schurf SG 4 angetroffenen Sandstein lassen sich mit dem zahnbestückten Tieflöffel lösen. Je nach zum Zeitpunkt der Bauausführung herrschender Witterung und Jahreszeit kann der natürliche Wassergehalt insbesondere in Oberflächennähe wesentlich von den zum Zeitpunkt der Untersuchungen angetroffenen

Verhältnissen zur nassen Seite hin abweichen. Hierdurch wird der Aushub erschwert, da tonige Anteile klebende Eigenschaften annehmen können.

Der in den Schürfen SG 1 – SG 3 angetroffene Kalksandstein weist eine hohe Festigkeit aus. Die Lösbarkeit im Grabenbau wird zusätzlich dadurch erschwert, dass die Kalksandsteinbänke aufgrund der weitständigen Klüftung blockig bis grobblockig absondern. Es sind daher Spitzarbeiten mit dem Baggermeißel erforderlich. Ein Lösen durch Reißen ist wegen der damit einhergehenden Auflockerungen und Profilunterschneidungen zu vermeiden.

Die Leitungsgräben können zur trockenwarmen Jahreszeit innerhalb der tonig-schluffigen Schichten mit maximal 60° geböscht werden. Zur nasskalten Jahreszeit ist wegen der Gefahr der Ablösung von Erdschollen durch Frost-Tau-Wechsel und ggf. erhöhter Staunässe nicht steiler als 45° zu böschen. Falls steiler geböscht werden sollte, sind die Leitungsgräben durch Grabenverbaue zu sichern. Mit Anschnitt der harten Kalksandsteinbänke kann mit 80° geböscht werden.

Zu beachten ist die Konfliktsituation mit den im bestehenden Weg liegenden Leitungen. Es ist somit davon auszugehen, dass neben den gewachsenen Böden auch Leitungsgrabenverfüllungen angeschnitten werden. Diese sind nicht steiler als 45° zu böschen. Eine senkrechte Abböschung ist bei Einsatz eines Grabenverbaus möglich. Zu beachten ist, dass sich vorzugsweise in den vorhandenen Grabenverfüllungen Erdkeile bilden können. Diese sind bei der Verfüllung der neuen Leitungsgräben komplett auszuräumen und neu aufzubauen.

Es ist zu beachten, dass ggf. bei länger anhaltenden Niederschlägen vorzugsweise im Bereich der Kalksandsteinbänke Schürfe SG 1 – SG 3 sowie auch in den Sandsteinhorizonten in SG 4 zeitweise auftretende Schichtwässer nicht ausgeschlossen werden können. Um daraus resultierenden Arbeitserschwernissen entgegenzutreten, ist zweckmäßigerweise am Tiefpunkt der Baumaßnahme zu beginnen.

Um einer ungewollten Drainagewirkung der neuen Kanalisationsgräben wirksam entgegenzutreten, sind zwischen den Schürfen SG 1 und SG 3 sowie zwischen SG 4 und SG 5 Sperrriegel vorzusehen. Diese sind bis Oberkante der Kalksandsteinbänke (SG 1 – SG 3) bzw. etwa 1 m unter bestehendem Gelände (SG 4 – SG 5) hochzuziehen. Solange kein Schichtwasser zutritt, können die Sperren mit Tonböden von geringer Wasserdurchlässigkeit unter lagenweiser Verdichtung auf DPr > 97 % hergestellt werden. Bei etwaigen Wasserzutritten sind Betonsperren zu bevorzugen. Bei Verzicht auf die Sperren werden sich Sickerwässer über die Grabenverfüllungen neue Fließwege suchen, was im ungünstigsten Fall zu vermehrt auftretender Wasserführung an den Anschlusspunkten an das bestehende Kanalnetz sowie zu Vernässungen der Grabenverfüllungen mit daraus folgenden unzulässigen Setzungen führen kann. Um eine ausreichende Sperrwirkung zu erzielen, sind die Sperrriegel mindestens 1 m in den gewachsenen Untergrund einzubinden.

Zwischen SG 3 und SG 4 sind keine zusätzlichen Sperrriegel erforderlich.

Im Fall einer Kanalerneuerung auf der vorhandenen Kanaltrasse ist die Durchgängigkeit der bestehenden Rohrbettung zwingend zu erhalten, da hier Sperrriegel gegenüber dem Vorzustand zu Aufstauungen und damit einhergehenden Vernässungen sowie zu verstärkten Setzungen führen werden. Sperrriegel sind in diesem Fall – tiefer liegende Leitungen vorausgesetzt – bis Unterkante alte Rohrbettung hochzuziehen.

Die Leitungen können unter den angetroffenen Verhältnissen bei mindestens steifplastischer Konsistenz konventionell gebettet werden. Bei etwaigem Antreffen weichplastischer Schichten ist die Gründung auf einer Schottermatratze erforderlich. Hierzu ist ein Mehraushub von mindestens 40 cm vorzusehen. Nach Auslegen eines Geotextils ist güteüberwachtes Splitt-Schottergemisch in einer Stärke von 40 cm einzubauen. Im Anschluss ist das Geotextil oben umzuschlagen, um die Matratzenwirkung zu erzielen. Nicht ausreichende Bettungssohlen wurden in den Schürfen zwar nicht angetroffen, jedoch können diese bei länger anhaltenden Niederschlägen und zur nasskalten Jahreszeit innerhalb der tonigen Schichten nicht ausgeschlossen werden.

Die Kalksandsteinbänke sind bezüglich der Rohrbettung nur dahin gehend problematisch, dass sich diese nur entlang der natürlichen Trennflächen wie Klüften und Schichtfugen lösen lassen. Dies bedeutet, dass Sohlunterschneidungen nicht ausgeschlossen werden können. Letztere sind mit kornabgestuften nässeunempfindlichen Massen oder Magerbeton auszugleichen.

- Grabenverfüllung

Die Leitungszone ist mit kornabgestuftem Fremdmaterial mit einem Größtkorn bis maximal 20 mm unter lagenweiser Verdichtung auf DPr > 97 % zu verfüllen.

Die Verfüllung zwischen der Leitungszone und dem Niveau 50 cm unter Erdplanum kann bei mindestens steifer bis halbfester Konsistenz mit dem vor Ort anfallenden bindigen Grabenaushub erfolgen. Massen mit steifer und weicher bis steifer Konsistenz sind mit Dorosol oder einem gleichwertigen Produkt zu verbessern. Nach überschlägigen Berechnungen ist von einem Bindemittebedarf von 20 – 30 kg/m³ auszugehen. Ggf. durch Sonneneinstrahlung ausgetrocknete Massen sind zu wässern. Bei einer Bodenbehandlung ist zu beachten, dass verwehter Bindemittelstaub zu Schäden an den angrenzenden Gebäuden und hier parkenden Kfz führen kann. Bodenbehandlungen bei Wind und Regenwetter sind daher zu unterlassen.

Bei Grabenverfüllungen mit Tiefen von mehr als 4 m sind die Massen generell zu stabilisieren, um eine verbesserte Eigensteifigkeit zu erzielen.

Frisch behandelte Massen sind sofort unter lagenweiser Verdichtung auf DPr > 98 % einzubauen.

Aus den Kalksandsteinbänken anfallender blockig-steiniger Schutt kann nur unter der Voraussetzung als Grabenverfüllung eingesetzt werden, dass eine Aufbereitung durch einen Brechvorgang erfolgt. Der Brecher ist in diesem Fall so einzustellen, dass sich ein vorsiebartiges Korngemisch ergibt.

Falls Winterbau betrieben werden sollte, ist zu beachten, dass die zur nasskalten Jahreszeit zu erwartenden ungünstigen Konsistenzverhältnisse ohne zusätzliche technische Behandlung im Regelfall keine ausreichende Verdichtung zulassen. Bodenbehandlungen bei nasskalter Witterung führen nur bedingt zum Erfolg, wobei keine Winterfestigkeit erzielt werden kann. Frisch behandelte Massen sind daher durch zügiges Einbauen oder durch eine Überschüttung vor nasskalter Witterung zu schützen. Ggf. aufgeweichte oder durch Frost aufgelockerte Zonen sind vor Einbau der nächsten Schüttlage abzuschieben.

Um witterungsbedingten Arbeitserschwernissen bei Winterbau wirksam entgegenzutreten, sind verdichtungsfähige kornabgestufte Fremdmassen als Grabenverfüllung zu bevorzugen. Durch einen Brechvorgang zu vorsiebartigem Gemisch aufbereitete Kalksandsteinblöcke können diese Funktion übernehmen.

7.3 Einrichten der Erschließungsstraße

Die im Baufeld anstehenden Böden erbringen den gemäß ZTVE-StB 09 geforderten Verformungsmodul von $Ev2 \geq 45$ MN/m² nicht. Der Ev2-Wert wird sich je nach Witterung und Jahreszeit um ca. 5 – 20 MN/m² bewegen. Es ist daher generell eine Bodenverbesserung erforderlich. Diese kann durch Behandeln mit Dorosol oder durch einen Bodenaustausch erfolgen.

Nach überschlägigen Berechnungen ist von einem Bindemittelbedarf von 50 kg/m³ auszugehen. Hierbei ist das Bindemittel mindestens 40 cm tief in den Boden einzufräsen. Frisch behandelte Planien sind sofort zu verdichten. Die Planien sind mit Dachprofil anzulegen, damit Tagwasser zügig ablaufen kann. Auf die bereits erwähnte Problematik verwehten Bindemittelstaubes wird nochmals hingewiesen. Da die angetroffenen bindigen Böden bereichsweise Steine enthalten, ist eine für steinhaltige Böden geeignete Fräse erforderlich. Ggf. enthaltene grobe Steine sind im Bedarfsfall vor der Bearbeitung mit der Bodenfräse auszulesen, da diese sonst wegen der zu großen Festigkeit zu einem erhöhten Verschleiß führen werden.

Für den Fall, dass Winterbau betrieben wird, ist zu beachten, dass Bodenbehandlungen bei Temperaturen unter 5° C nur bedingt zum Erfolg führen werden. Um eine ausreichende Winterfestigkeit zu erzielen, ist die Behandlung mindestens vier Wochen vor Einsetzen der nasskalten Witterung durchzuführen. Zur nasskalten Jahreszeit behandelte Planien sind durch zügiges Überbauen oder ggf. durch Überschütten vor nasskalter Witterung zu schützen.

Wegen der gegebenen tonigen Böden und der nicht ausreichenden Versickerungsfähigkeit ist das Erdplanum zu entwässern.

- Straßenbelag

Sofern Pflasterungen zur Ausführung kommen sollten, ist zu beachten, dass in den Fugen versickerndes Tagwasser zu einer zeitweise andauernden Herabsetzung der Tragfähigkeit des Unterbaues und ggf. auch des Erdplanums führen kann. Dadurch werden insbesondere in Kurven- und Gefällelagen langfristig Verformungen des Belages vorprogrammiert. Letztere sind dann im Nachhinein nur noch schwer in den Griff zu bekommen. Die Erschließungsstraße sollte im Hinblick auf den zukünftigen gewerblichen Verkehr daher generell mit einer Schwarzdecke befestigt werden.

7.4 Angaben zur Bebauung

- Angaben zu den Baugruben

Die Baugruben können unter den gegebenen Baugrundverhältnissen zur trockenwarmen Jahreszeit im Streckenabschnitt SG 1 – SG 3 innerhalb der tonigen Verwitterungszone mit einem Winkel von nicht steiler als 60° geböscht werden. Mit Anschnitt des felsartigen Kalksandsteins kann die Böschungsneigung auf 80° erhöht werden. Felsbänke sind in Böschungs- und Sohlnähe vorzugsweise durch Spitzen zu lösen und entlang der natürlichen Trennflächen abzutreppen, um eine unnötige Auflockerung zu vermeiden. Da sich der Kalksandstein vorzugsweise entlang der natürlichen Trennflächen löst, kann es insbesondere im Sohlbereich der Baugruben zu Profilunterschneidungen kommen.

Östlich von Schurf SG 3 ist eine tektonische Störung zu erwarten, wobei ab hier tonige Schichten mit Einschaltungen von Sandsteinlagen zu erwarten sind. Hier kann zur trockenwarmen Jahreszeit mit einem Winkel von maximal 60° geböscht werden. Zur nasskalten Jahreszeit ist wegen der Gefahr der Ablösung von Erdschollen infolge von Frost-Tau-Wechseln und Durchfeuchtungen durch Niederschläge nicht steiler als 45° zu böschen.

Um Baustillständen durch aufgeweichten Untergrund wirksam entgegenzutreten, sind auf tonigem Untergrund liegende Baugrubensohlen mit Arbeitsebenen mit einer Stärke von mindestens 25 cm einzurichten. Gegen den feinkörnigen Untergrund ist Geotextil als Trennmittel auszulegen. Es ist zu beachten, dass Niederschläge wegen der geringen Versickerungsfähigkeit des Baugrundes nur sehr langsam versickern werden. Die Baugruben sind daher mit funktionsfähigen Tagwasserhaltungen auszustatten. Bei nicht ausreichender Baugrubenentwässerung kommt es über Pfützenbildungen zu Intensivvernässungen des Untergrundes, wodurch die gegebene mäßige Tragfähigkeit deutlich zurückgehen wird.

Bei Anschnitt des Kalksandsteins (SG 1 – SG 3) kann die Arbeitsebene entfallen. Die Versickerungsfähigkeit der Baugrubensohle ist von der Klüftung und deren Verwitterungsgrad abhängig. Sie kann daher von Baugrube zu Baugrube deutlich schwanken.

- Gründung der Gebäude

Die Gebäude sind im Bereich SG 1 – SG 3 vorzugsweise im felsartig ausgebildeten Kalksandstein zu gründen. Ggf. durch den Aushub bedingte Sohlübertiefungen sind im Bereich zukünftiger Gründungssohlen mit Magerbeton auszugleichen.

Östlich von SG 3 können die Gebäude unter einer zulässigen Bodenpressung von 200 kN/m² im steifen bis halbfesten Ton bzw. tonigen Schluff gegründet werden.

Zu beachten ist, dass die gegebenen tonigen Schichten nach Versiegelung durch die Überbauung einer Schrumpfung durch Austrocknung unterliegen werden. Die Schrumpfungen reichen erfahrungsgemäß bis 1,8 m unter Gelände. Die Fundamente sind daher mindestens auf diese Tiefe hinabzuführen, sofern nicht vorher schon der Kalksandstein (Nur SG 1 – SG 3) angetroffen wird.

Bodenplatten sind im Hinblick auf die Untergrundschrumpfung als tragende Decken zu bemessen. Um die Spannweiten ggf. zu verringern, können Zwischenfundamente gesetzt werden. Diese sind auf der gleichen Tiefe wie die Gebäudefundamente zu vertiefen.

Nähere Aussagen zur Gründung können letztendlich erst durch objektbezogene Untersuchungen getroffen werden.

- Schutzmaßnahmen gegen Durchfeuchtung, Verfüllung der Arbeitsräume

Die im Erschließungsgebiet „6. Erweiterung Sol“ gegebenen Böden weisen eine geringe Versickerungsfähigkeit auf. Sickerpackungen als Ersatzvorfluter für die Drainagen werden daher nicht ausreichend funktionieren, zumal hier bei entsprechendem Niederschlagsangebot zeitweise auftretende Schichtwässer zu erwarten sind. Von einer Versickerung in den klüftigen Kalksandsteinbänken wird abgeraten, da sich die Wässer einerseits verstärkt zur nördlichen Hanglage hin bewegen werden, wo sie außerhalb des Erschließungsvorhabens auf den empfindlichen Knollenmergelausstich treffen werden. Hierdurch können ggf. Hangbewegungen infolge verstärkten Wasserandranges begünstigt werden. Des Weiteren können die Kalksandsteinbänke bei entsprechendem Niederschlagsangebot ggf. der Arbeitsräumen Schichtwasser zuführen. Eine konventionelle Bauwerksabdichtung setzt daher funktionsfähige Drainagen voraus. Wenn solche nicht eingerichtet werden, sind die Untergeschosse in wasserdichter Bauweise zu erstellen.

Unter den Bodenplatten sind Flächenfilter mit einer Stärke von mindestens 20 cm vorzusehen. Streifenfundamente sind alle 2 – 3 m mit Durchlässen auszustatten, damit sich das Wasser flächig verteilen und damit besser versickern kann.

Bei nicht unterkellerten Baukörpern ist die Bodenplatte durch eine kapillarbrechende Schicht gegen Erdfeuchte zu schützen.

7.5 Behandlung des Tagwassers

Eine Beseitigung des anfallenden Tagwassers durch Versickerungsanlagen ist im geplanten Erschließungsgebiet „6. Erweiterung Sol“ kaum möglich, da die tonigen Schichten keine ausreichende Versickerungsfähigkeit aufweisen. Auf die Problematik möglicher Versickerungen in den Kalksandsteinbänken (SG 1 – SG 3) wird nochmals hingewiesen.

Zur trockenwarmen Jahreszeit kann ein Teil des anfallenden Wassers in begrünten Mulden versickert werden, wobei die Verdunstung und der biologische Wasserverbrauch eine wesentliche Rolle spielen. In der nasskalten Jahreszeit und bei Sättigung durch langanhaltende Niederschläge geht das Wasseraufnahmevermögen gegen Null zurück. In diesen Fall werden sich Oberflächenabflüsse einstellen. Etwaige Versickerungsmulden sind daher mit funktionsfähigen Notüberläufen auszustatten.

Um trotzdem einen Teil des Niederschlagwassers möglichst schon am Ort des Anfalls beseitigen zu können, sind Fußwege und untergeordnete Verkehrsflächen möglichst mit wasserdurchlässigen Belägen auszustatten. Von den Dächern ablaufendes Wasser kann ggf. über Zisternen gesammelt und gepuffert werden.

7.6 Wiederverwendung der Aushubmassen

Der Mutterboden ist abzuschieben und für Wiederbegrünungsmaßnahmen bereitzustellen. Der Bewuchs ist vor dem Abschieben zu mähen, das Mähgut ist zu beseitigen. Im Erschließungsgebiet stehende Obstbäume sind abzuräumen, die Baumstubben sind zu roden.

Um die für landwirtschaftliche Nutzung und im GaLa-Bau wichtigen Grobporen und den davon abhängigen Luft-Wasser-Haushalt des Bodens zu erhalten, sind die Massen bei einer Konsistenz im Grenzbereich von mindestens steifplastisch nach halbfest zu gewinnen. Die Voraussetzungen hierzu waren zum Zeitpunkt der Untersuchungen nicht gegeben, da die Böden noch eine zu hohe Durchfeuchtung aufgewiesen hatten. Günstige Voraussetzungen sind im Regelfall nach länger anhaltender Trockenheit gegeben. Indizien für günstige Voraussetzungen sind ein brockiger Zerfall beim Lösen, während Massen mit zu hohem natürlichen Wassergehalt Klumpen bilden.

Für den GaLa-Bau und landwirtschaftliche Zwecke vorgesehene Massen bedürfen einer Gewinnung im Vor-Kopf-Verfahren. Ein Befahren mit schweren Baufahrzeugen führt im Regelfall bereits zu einer Zerstörung der Grobporen. Unter ungeeigneten Voraussetzungen gewonnene Massen führen später zu Verschlämmungen, oberflächennaher Staunässe und Stockwuchs sowie zu erhöhter Anfälligkeit gegen Erosion.

Der Unterboden (BV –Horizont) kann als solcher im GaLa-Bau wieder verwendet werden, wenn dessen Gewinnung ebenfalls bei mindestens steifer bis halbfester Konsistenz erfolgt. Zu beachten ist, dass der Unterboden in der Regel empfindlicher reagiert als der Oberboden.

Die im Baufeld anfallenden bindigen Böden eignen sich ohne zusätzliche technische Behandlung nur für Auffüllungen, an die keine qualifizierten Anforderungen gestellt werden. Bei mindestens steifer bis halbfester Konsistenz ist eine Wiederverwendung als Grabenverfüllung möglich.

Ausgeprägt toniger Boden kann zu Abdichtungszwecken bereitgestellt werden. Im Fall eienr derartigen Nutzung wird empfohlen, die genaue Durchlässigkeit anhand von Wasserdurchlässigkeitsversuchen zu ermitteln.

Aus den Kalksandsteinbänken anfallender Felsschutt bedarf bei Wiederverwendung als Grabenverfüllung oder zur Herstellung qualifizierter Auffüllungen einer Aufbereitung durch einen Brechvorgang. Bei Wiederverwendung blockartig anfallender Felsbänke im GaLa-Bau ist zu beachten, dass die Blöcke trotz der hohen Festigkeit nur eine bedingte Frostbeständigkeit aufweisen.

8. Zusammenfassung

Das Erschließungsgebiet „6. Erweiterung Sol“ erstreckt sich über die nördliche Randlage einer Hochfläche. Oberflächennahes Schichtwasser wurde in den am 17.04.18 niedergebrachten Schürfen nicht angetroffen. Bei entsprechendem Niederschlagsangebot sind auf den Kalksandsteinbänken und in den Sandsteinschichten zeitweise auftretende Schichtwasserführungen nicht auszuschließen.

Um das Baufeld witterungsunabhängig andienen zu können, wird empfohlen, den bestehenden beschotterten Feldweg ab dem Übergang in den Grasweg durch eine Baustraße zu verlängern. Der vorhandene Grasweg kann bei Nässe und generell zur nasskalten Jahreszeit mit schweren Baufahrzeugen nicht befahren werden. Die Pflasterfläche zwischen SG 4 und SG 5 wird den Lasten des Baubetriebes nur bedingt standhalten.

Die im Baufeld anstehenden tonigen Böden und der verwitterte Sandstein können mit dem Tieflöffel gelöst werden. Der Tonboden neigt bei länger anhaltenden Niederschlägen zur

Annahme klebender Eigenschaften. Die Kalksandsteinbänke (SG 1 – SG 3) machen Spitzarbeiten mit dem Baggermeißel erforderlich. Sie sondern grobsteinig bis blockig ab.

Die anfallenden Aushubmassen sind nach den Analysenergebnissen vorläufig als Z1.1- Böden einzustufen. Je nach abnehmender Stelle und Zustimmung der überwachenden Behörden ist nach Anwendung der Öffnungsklausel der VwV Boden eine günstige Einstufung möglich, da die erhöhten Arsengehalte als geogenen Ursprungs anzusehen sind.

Zwischen den Schürfen SG 3 und SG 4 ist eine tektonische Störung zu erwarten. Deren genaue Lage kann erst im Zuge der Bauaufschlüsse ermittelt werden.

Rohrbettungen können auf mindestens steifplastischen Böden sowie auf den feslartigen Schichten direkt gegründet werden. Mit Antreffen der Kalksandsteinbänke (SG 1 – SG 3) ist der Grabenaushub erheblich erschwert. Es ist hier der Einsatz eines Baggermeißels erforderlich. Bei etwaigem Antreffen weichplastischer Böden sind Schottermatratzen erforderlich.

Bei einer Konsistenz im Grenzbereich von mindestens steifplastisch nach halbfest können Aushubmassen direkt der Grabenverfüllung zugeführt werden. Bei Konsistenzverhältnissen von steifplastisch und schlechter ist eine Bodenverbesserung mit Dorosol erforderlich. Bei der Bodenbehandlung ist die Staubproblematik zu beachten. Bei Bauausführung zur nasskalten Jahreszeit werden verdichtungsfähige kornabgestufte Fremdmassen empfohlen.

Die aus den Felsbänken anfallenden steinig-blockigen Aushubmassen können zur Grabenverfüllung unter der Voraussetzung wieder verwendet werden, dass eine Aufbereitung durch einen Brechvorgang zu einem vorsiebartigen Gemisch erfolgt.

Die Leitungsgräben sind im Streckenabschnitt SG 1 – SG 3 und SG 4 – SG 5 mit Sperrriegeln auszustatten, damit sich keine ungewollte Drainagewirkung einstellen kann. Im Gegensatz dazu ist im Fall einer Kanalerneuerung im bestehenden Feldweg die Durchgängigkeit der Rohrbettung zu erhalten, da es sonst zu Aufstauungen und damit möglichen Beeinträchtigungen der Anlieger kommen kann. Falls hier neue Leitungen mit tieferer Lage als bisher angelegt werden, sind die Sperren bis zum Niveau Unterkante der alten Rohrbettung hochzuziehen.

Um für die Erschließungsstraße ein ausreichend tragfähiges Erdplanum zu erzielen, sind Bodenverbesserungen durch Bodenaustausch oder Behandeln mit Dorosol erforderlich. Das Erdplanum der Straße bzw. das Rohplanum bei Bodenaustausch ist durch Drainagen zu entwässern.

Von der Einrichtung von Versickerungsanlagen wird abgeraten, da die Tonböden über keine ausreichende Versickerungsfähigkeit verfügen. Versickerungen in den Kalksandsteinbänken (SG 1 – SG 3) sind als kritisch zu sehen, da es hierdurch zu einem verstärkten Wasserandrang am Ausstrich in der weiter nördlich gelegenen Hanglage kommen kann. Hier befinden sich rutsch- und Kriechgefährdete Schichten, die ggf. durch vermehrt auftretendes Schichtwasser ungünstig

beeinflusst werden. Um trotzdem den Anfall an zu beseitigendem Tagwasser zu senken, wird empfohlen, untergeordnete Verkehrsflächen und Gehwege sickerfähig zu gestalten. Dachwasser kann ggf. über Zisternen gepuffert werden.

Die Gebäude können entlang der Linie SG 1 – SG 3 im Kalksandstein gegründet werden. Zwischen SG 3 und SG 5 ist die gründung unter einer verminderten Bodenpressung möglich. Aufgrund der nicht ausreichenden Versickerungsfähigkeit sind bei unterkellerter Bauweise Schutzmaßnahmen gegen Durchfeuchtung zwingend erforderlich. Dies gilt auch für die Lage in den Kalksandsteinbänken, da letztere bei entsprechendem Niederschlagsangebot zeitweise Wasser bringen können.

9. Schlussbemerkung

Der vorliegende Untersuchungsbericht basiert auf fünf Baggerschürfen und der Analyse zweier Bodenmischproben. Er bezieht sich ausschließlich auf das oben beschriebene Erschließungsvorhaben und kann daher nicht auf mögliche andere Standorte übertragen werden. Das vorliegende Gutachten befasst sich in erster Linie mit der geplanten Erschließungsmaßnahme und kann daher objektbezogene Baugrunduntersuchungen für die später zu errichtenden Gebäude nicht ersetzen. Da die Schürfe und Analysen zwangsläufig nur punktuelle Aufschlüsse darstellen, sind Abweichungen möglich.

Sollten sich im Zuge der Baumaßnahme unerwartete oder hier nicht besprochene Probleme herausstellen, bitten wir umgehend um Nachricht. Auszugsweise Vervielfältigungen des vorliegenden Untersuchungsberichtes sind nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verfassers zulässig.

Deckenpfronn, den 03.05.2018

Dr. Wilhelm

Tabelle 1: VwV Boden Lehm/Schluff

Analysenwerte Probe MP 1 (Unterboden) und Zuordnungswerte nach VwV Umweltministerium Baden-Württemberg v. 14.3.2007

		MP 1	Z0 Lehm/ Schluff	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Parameter	***Dimension***						
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,3	-	-	≤3	≤3	≤10
EOX	mg/kg TS	<0,5	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Kohlenwasserstoffe C_{10}-C_{22}	mg/kg TS	<50	≤100	≤200	≤300	≤300	≤1000
Kohlenwasserstoffe C_{10}-C_{40}		<50	≤100	≤400	≤600	≤600	≤2000
BTX (AKW)	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
LHKW	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
PAK_{16}	mg/kg TS	n.n.	≤3	≤3	≤3	≤9	≤30
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	≤0,3	≤0,6	≤0,9	≤0,9	≤3
PCB_6	mg/kg TS	n.n.	≤0,05	≤0,1	≤0,15	≤0,15	≤0,5
Arsen	mg/kg TS	**20**	≤15	≤15	≤45	≤45	≤150
Blei	mg/kg TS	33	≤70	≤140	≤210	≤210	≤700
Cadmium	mg/kg TS	0,3	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Chrom gesamt	mg/kg TS	40	≤60	≤120	≤180	≤180	≤600
Kupfer	mg/kg TS	25	≤40	≤80	≤120	≤120	≤400
Nickel	mg/kg TS	40	≤50	≤100	≤150	≤150	≤500
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	≤0,5	≤1	≤1,5	≤1,5	≤5
Zink	mg/kg TS	55	≤150	≤300	≤450	≤450	≤1500
Thallium	mg/kg TS	<0,25	≤0,7	≤0,7	≤2,1	≤2,1	≤7
Eluat							
pH-Wert		8,2	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	82	≤250	≤250	≤250	≤1500	≤2000
Chlorid	mg/l	<0,5	≤30	≤30	≤30	≤50	≤100
Sulfat	mg/l	2,23	≤50	≤50	≤50	≤100	≤150
Cyanide gesamt	µg/l	<5	≤5	≤5	≤5	≤10	≤20
Phenolindex	µg/l	<10	≤20	≤20	≤20	≤40	≤100
Arsen	µg/l	<1,0	-	≤14	≤14	≤20	≤60
Blei	µg/l	<1,0	-	≤40	≤40	≤80	≤200
Cadmium	µg/l	0,11	-	≤1,5	≤1,5	≤3	≤6
Chrom gesamt	µg/l	<1,0	-	≤12,5	≤12,5	≤25	≤60
Kupfer	µg/l	1,2	-	≤20	≤20	≤60	≤100
Nickel	µg/l	<1,0	-	≤15	≤15	≤20	≤70
Quecksilber	µg/l	<0,1	-	≤0,5	≤0,5	≤1	≤2
Zink	µg/l	23	-	≤150	≤150	≤200	≤600
Einstufung nach VwV UM		**Z1.1**					

n.n.=nicht nachweisbar bzw. unterhalb der erforderlichen Nachweisgrenze

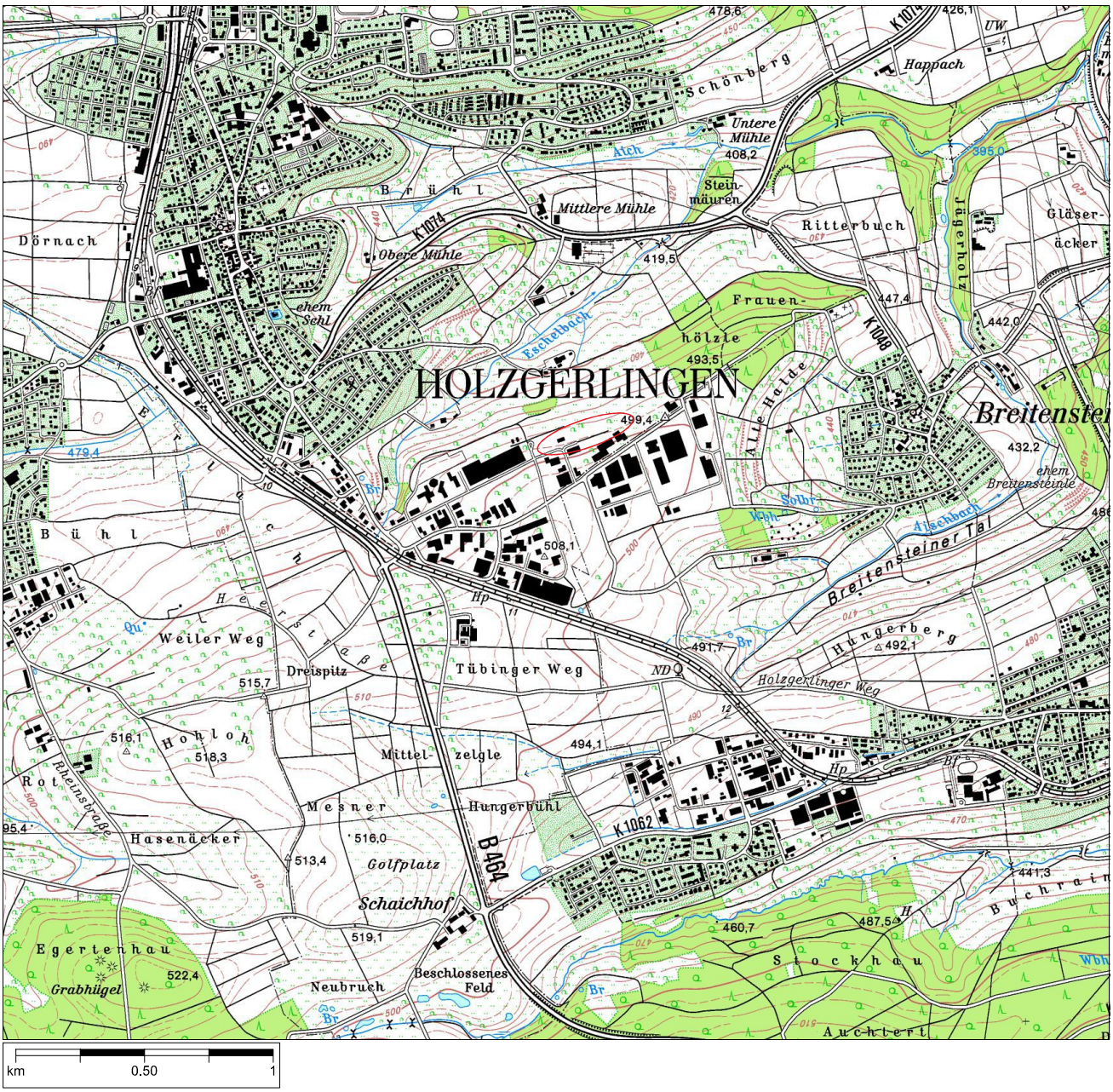
Tabelle 2: VwV Boden Lehm/Schluff

Analysenwerte Probe MP 2 (Lias) und Zuordnungswerte nach VwV Umweltministerium Baden-Württemberg v. 14.3.2007

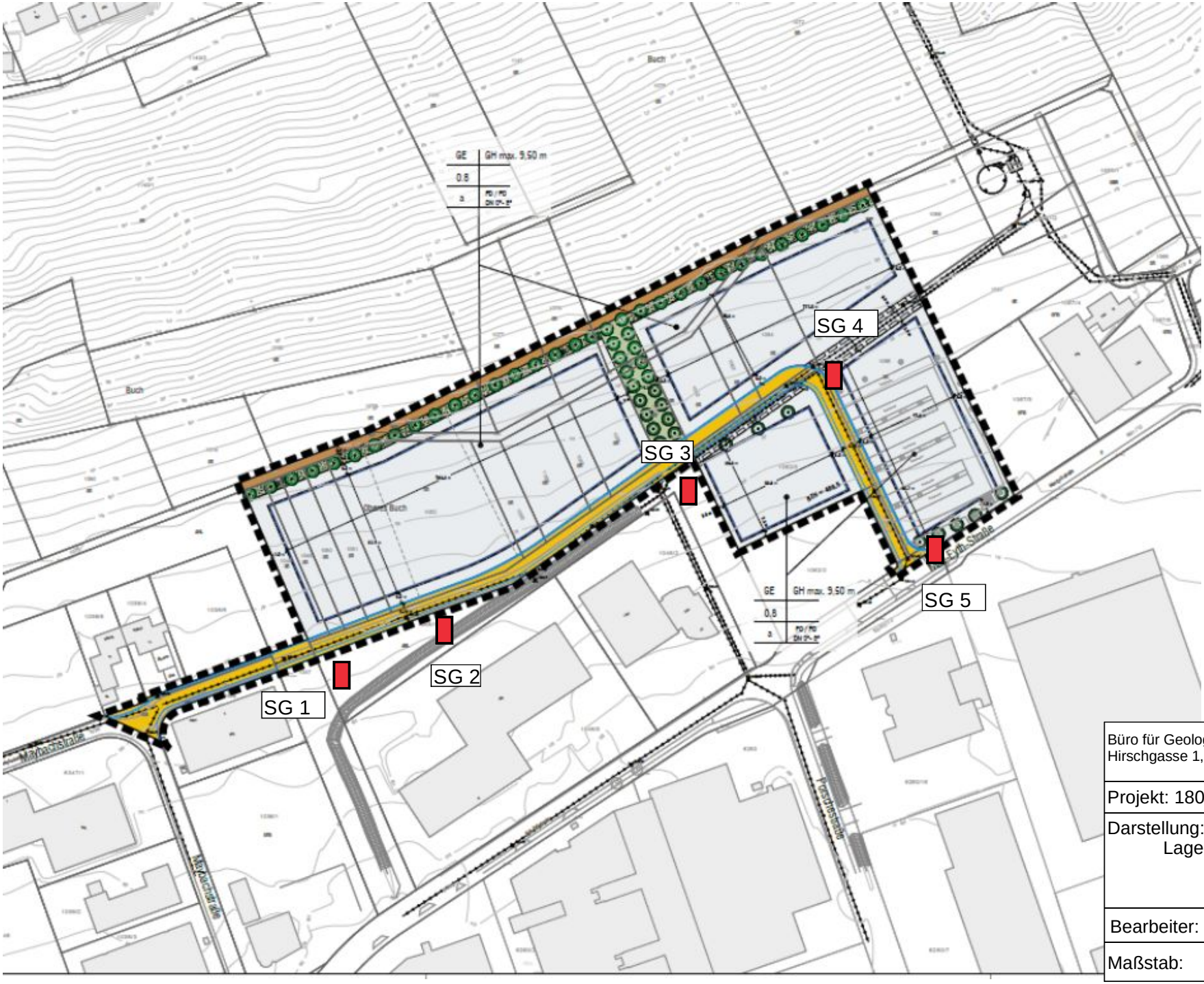
		MP 2	Z0 Lehm/ Schluff	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Parameter	***Dimension***						
Cyanide gesamt	mg/kg TS	<0,3	-	-	≤3	≤3	≤10
EOX	mg/kg TS	<0,5	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Kohlenwasserstoffe C_{10}-C_{22}	mg/kg TS	<50	≤100	≤200	≤300	≤300	≤1000
Kohlenwasserstoffe C_{10}-C_{40}		<50	≤100	≤400	≤600	≤600	≤2000
BTX (AKW)	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
LHKW	mg/kg TS	n.n.	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
PAK_{16}	mg/kg TS	n.n.	≤3	≤3	≤3	≤9	≤30
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	≤0,3	≤0,6	≤0,9	≤0,9	≤3
PCB_6	mg/kg TS	n.n.	≤0,05	≤0,1	≤0,15	≤0,15	≤0,5
Arsen	mg/kg TS	**24**	≤15	≤15	≤45	≤45	≤150
Blei	mg/kg TS	16	≤70	≤140	≤210	≤210	≤700
Cadmium	mg/kg TS	<0,3	≤1	≤1	≤3	≤3	≤10
Chrom gesamt	mg/kg TS	32	≤60	≤120	≤180	≤180	≤600
Kupfer	mg/kg TS	11	≤40	≤80	≤120	≤120	≤400
Nickel	mg/kg TS	44	≤50	≤100	≤150	≤150	≤500
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	≤0,5	≤1	≤1,5	≤1,5	≤5
Zink	mg/kg TS	58	≤150	≤300	≤450	≤450	≤1500
Thallium	mg/kg TS	<0,25	≤0,7	≤0,7	≤2,1	≤2,1	≤7
Eluat							
pH-Wert		8,3	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	75	≤250	≤250	≤250	≤1500	≤2000
Chlorid	mg/l	1,41	≤30	≤30	≤30	≤50	≤100
Sulfat	mg/l	5,24	≤50	≤50	≤50	≤100	≤150
Cyanide gesamt	µg/l	<5	≤5	≤5	≤5	≤10	≤20
Phenolindex	µg/l	<10	≤20	≤20	≤20	≤40	≤100
Arsen	µg/l	<1,0	-	≤14	≤14	≤20	≤60
Blei	µg/l	<1,0	-	≤40	≤40	≤80	≤200
Cadmium	µg/l	<0,10	-	≤1,5	≤1,5	≤3	≤6
Chrom gesamt	µg/l	<1,0	-	≤12,5	≤12,5	≤25	≤60
Kupfer	µg/l	9,5	-	≤20	≤20	≤60	≤100
Nickel	µg/l	<1,0	-	≤15	≤15	≤20	≤70
Quecksilber	µg/l	<0,1	-	≤0,5	≤0,5	≤1	≤2
Zink	µg/l	9,8	-	≤150	≤150	≤200	≤600
Einstufung nach VwV UM		**Z1.1**					

n.n.=nicht nachweisbar bzw. unterhalb der erforderlichen Nachweisgrenze

Büro für Geologie und Umweltfragen
Hirschgasse 1, 75392 Deckenpfronn



Projekt: 180103	Anlage: 1	Bearbeiter: Dr. Wilhelm
Darstellung: Ausschnitt aus der Topographischen Karte Baden-Württemberg		
Datum: 27.04.2018	Maßstab: 1:25000	N

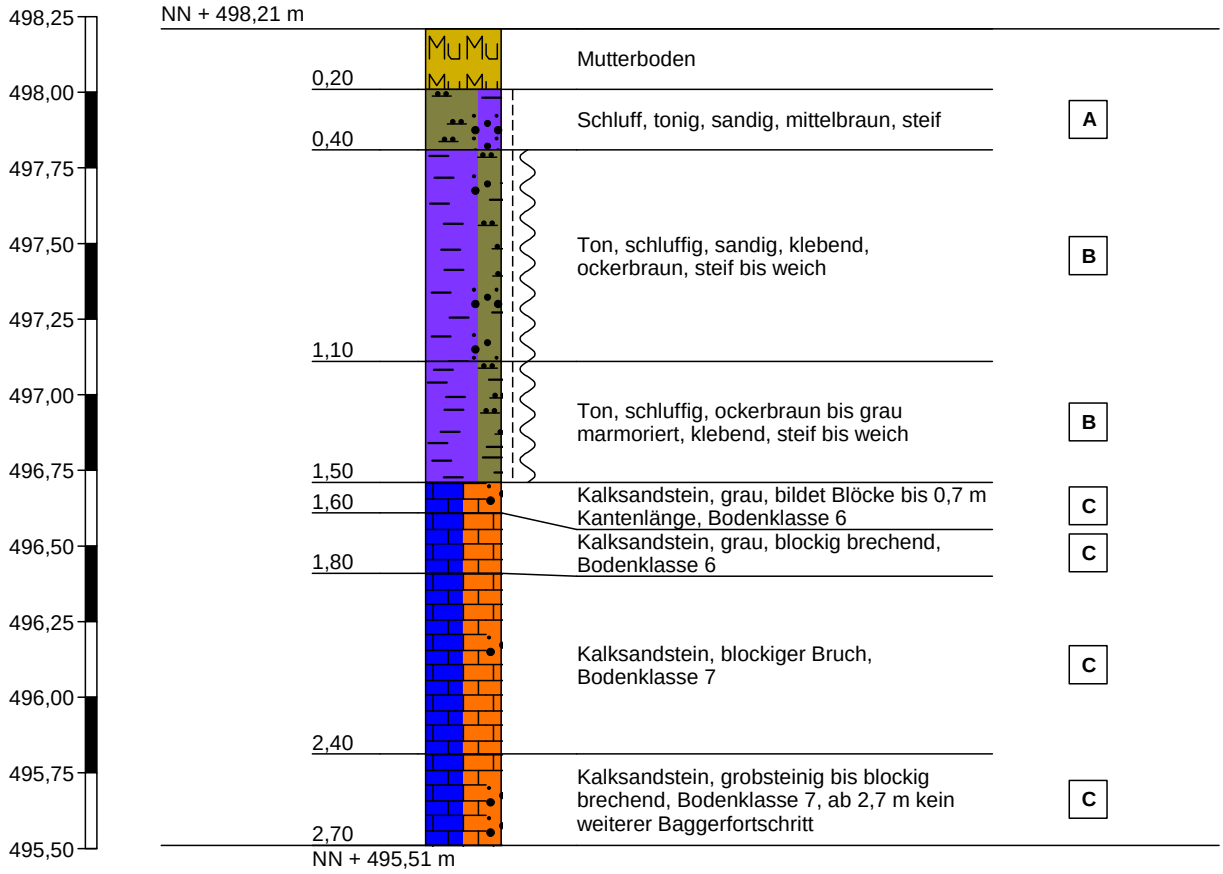


Büro für Geologie und Umweltfragen Hirschgasse 1, 75392 Deckenpfronn	B G U
Projekt: 180103	Anlage: 2
Darstellung: Lage SG 1 bis SG 5	
Bearbeiter: Dr. Wilhelm	Datum: 27.04.2018
Maßstab:	N

BÜRO FÜR GEOLOGIE UND UMWELT-FRAGEN	Projekt: 180103	Anlage 3.1
		Datum: 17.04.2018
	Auftraggeber:	Bearb.: Dr. Wilhelm

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

SG 1



Höhenmaßstab 1:25

Bemerkung

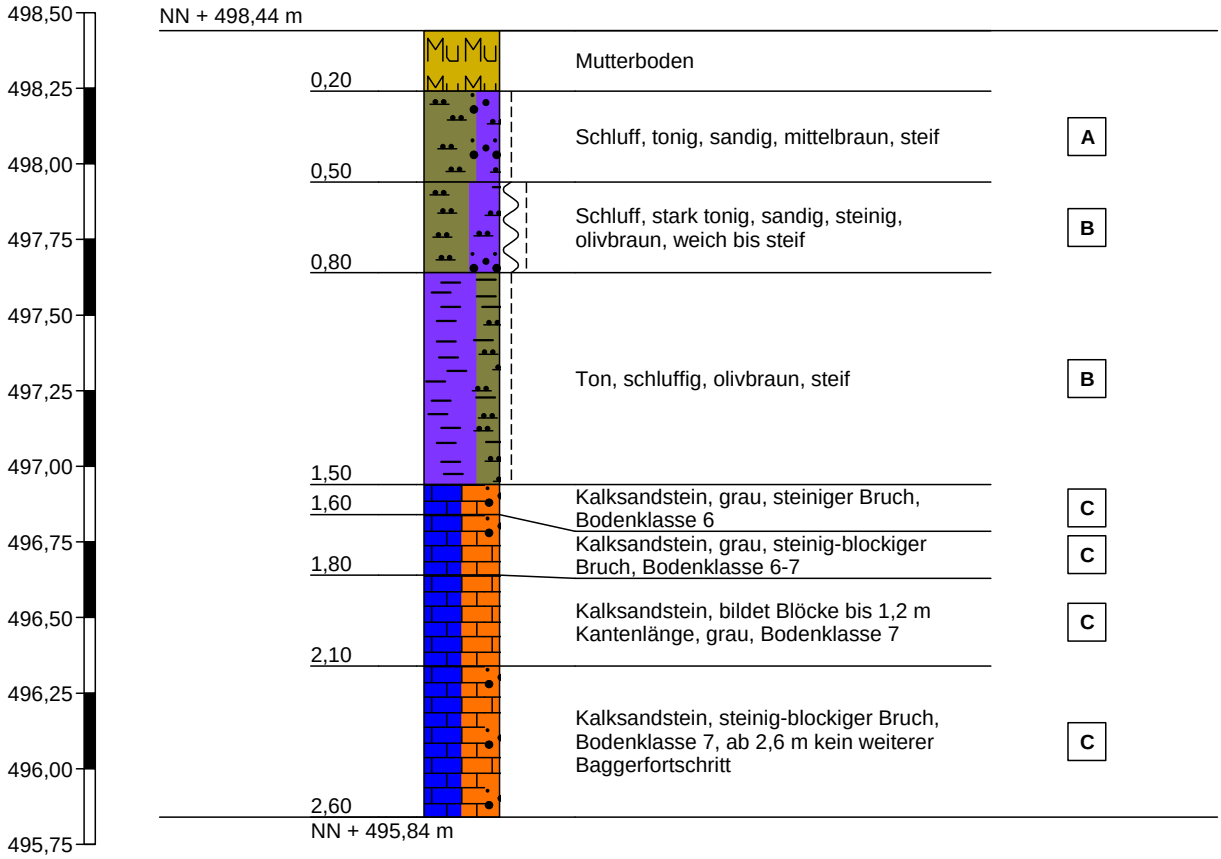
Lage: Flst. 1048/1, Nordrand

Geologische Deutung:
0,00 - 0,40 m Quartär
0,40 - 2,70 m Lias

BÜRO FÜR GEOLOGIE UND UMWELT-FRAGEN	Projekt: 180103	Anlage 3.2
		Datum: 17.04.2018
	Auftraggeber:	Bearb.: Dr. Wilhelm

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

SG 2



Höhenmaßstab 1:25

Bemerkung

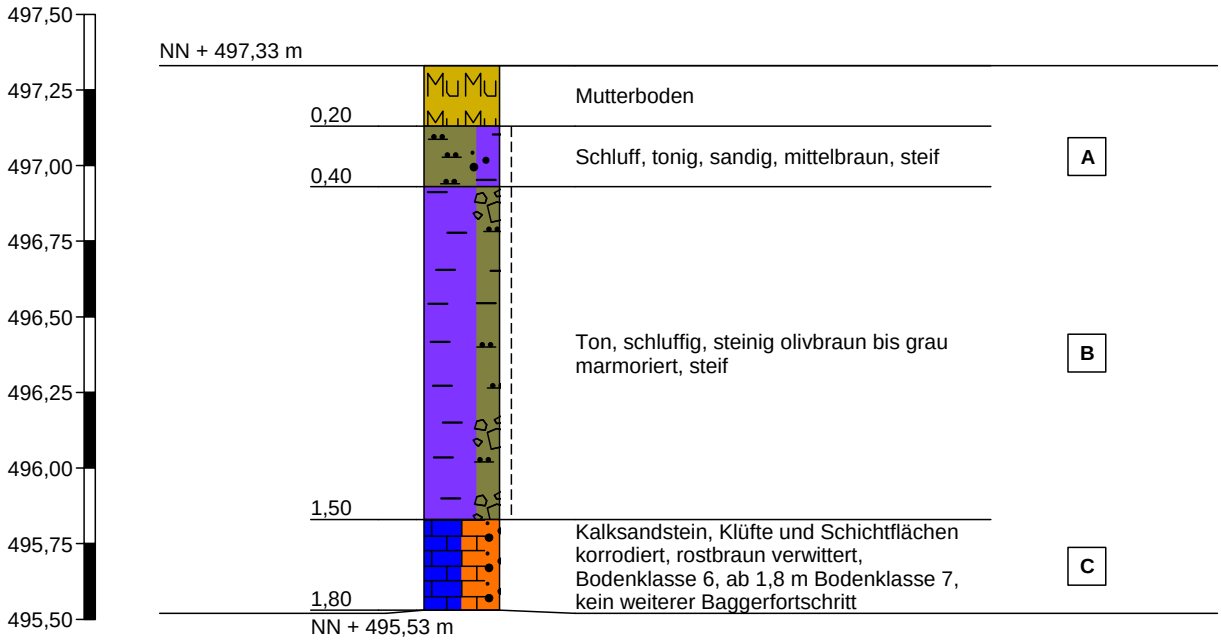
Lage: Flst. 1048/1, Nordrand

Geologische Deutung:
0,00 - 0,50 m Quartär
0,50 - 2,60 m Lias

BÜRO FÜR GEOLOGIE UND UMWELT-FRAGEN	Projekt: 180103	Anlage 3.3
		Datum: 17.04.2018
	Auftraggeber:	Bearb.: Dr. Wilhelm

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

SG 3



Höhenmaßstab 1:25

Bemerkung

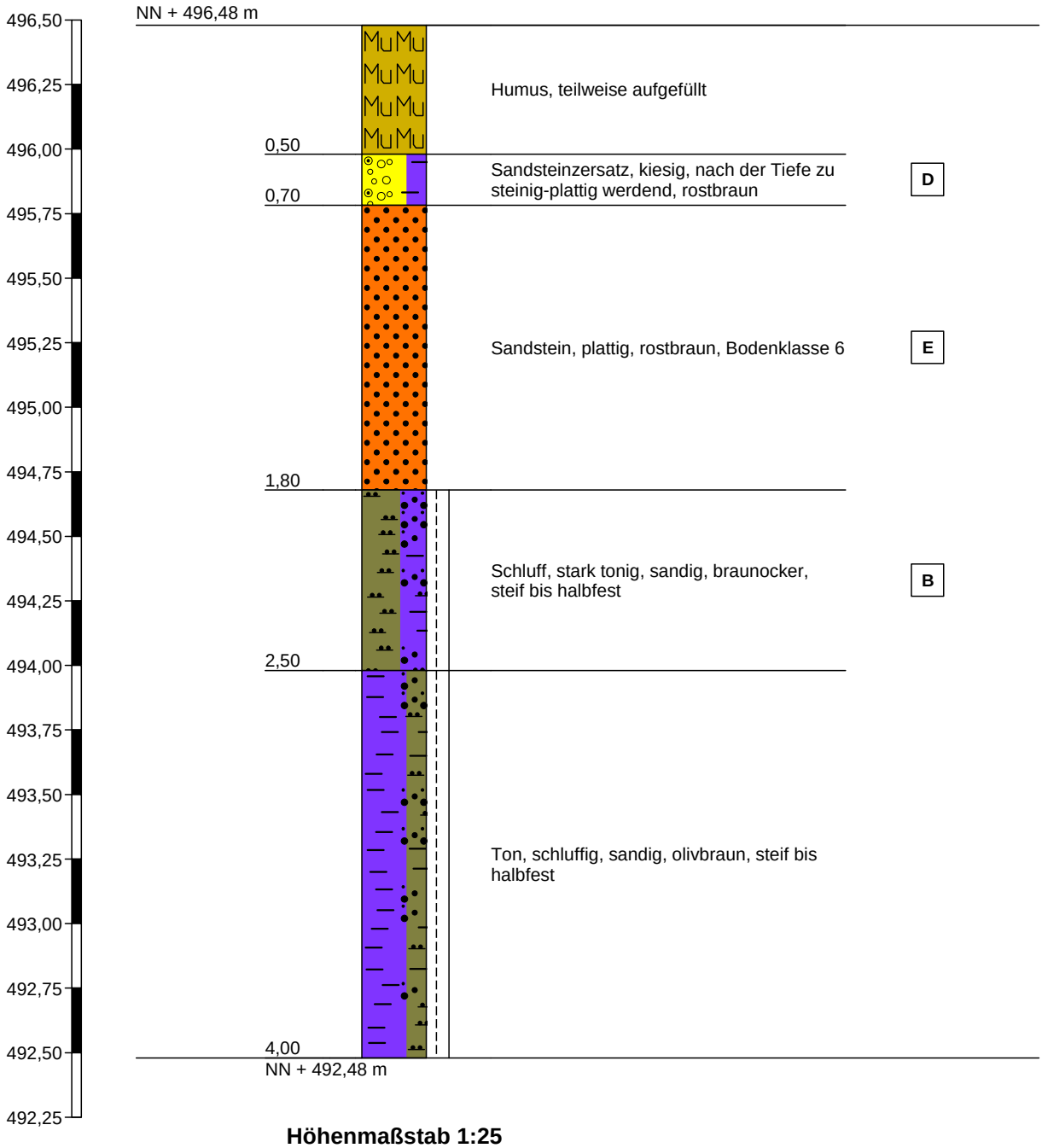
Lage: Streuobstwiese, Nordende

Geologische Deutung:
0,00 - 0,40 m Quartär
0,40 - 1,80 m Lias

BÜRO FÜR GEOLOGIE UND UMWELT-FRAGEN	Projekt: 180103	Anlage 3.4
		Datum: 17.04.2018
	Auftraggeber:	Bearb.: Dr. Wilhelm

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

SG 4



Höhenmaßstab 1:25

Bemerkung

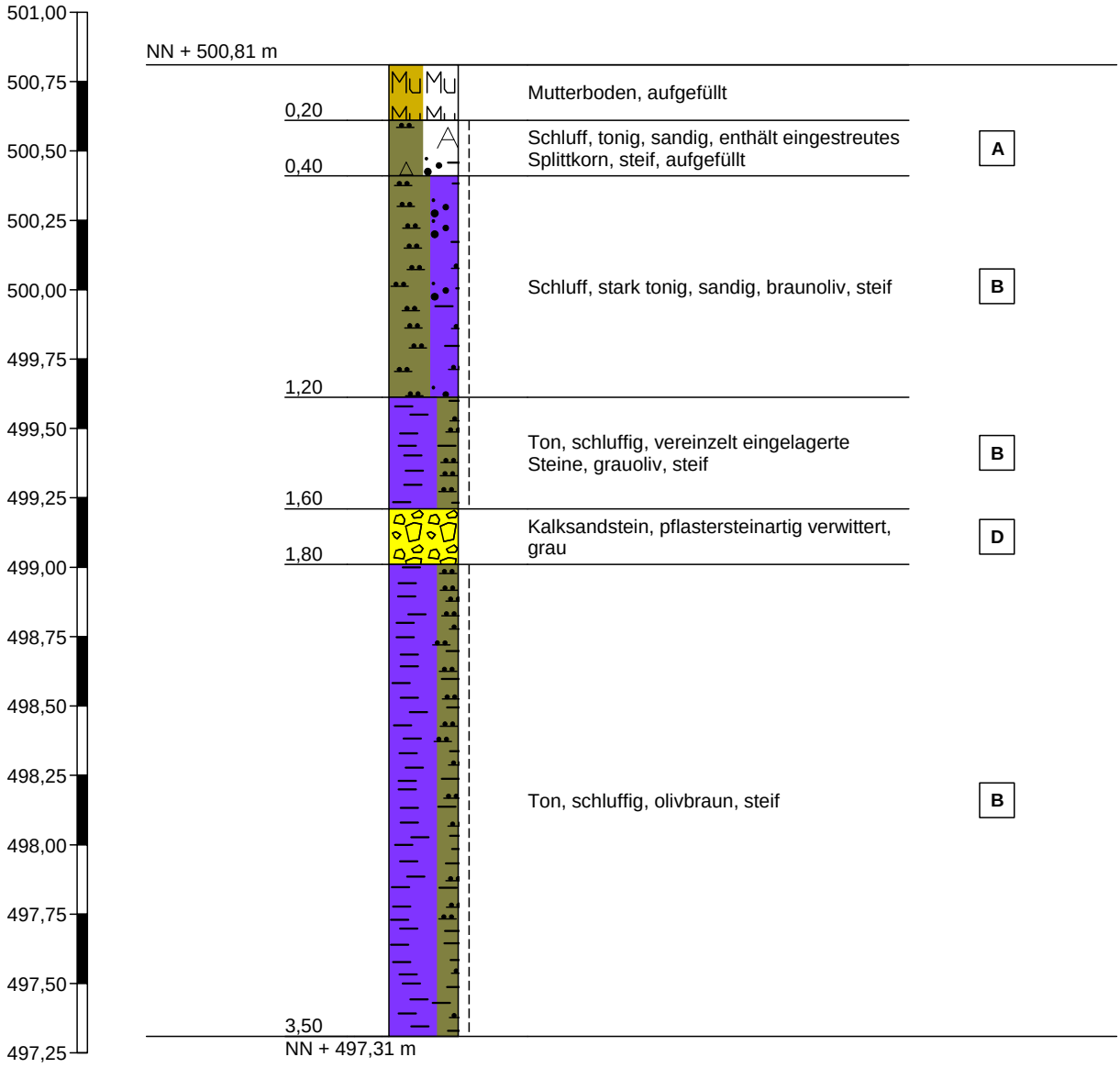
Lage: Flst. 1065 Nordwestecke

Geologische Deutung:
0,00 - 0,50 m Quartär/Auffüllung
0,50 - 4,00 m Lias

BÜRO FÜR GEOLOGIE UND UMWELT-FRAGEN	Projekt: 180103	Anlage 3.5
		Datum: 17.04.2018
	Auftraggeber:	Bearb.: Dr. Wilhelm

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

SG 5



Höhenmaßstab 1:25

Bemerkung

Lage: Südwestecke

Geologische Deutung:
0,00 - 0,40 m Auffüllung
0,40 - 3,50 m Lias

Bodenmechanische Kennwerte

Quartär, Auffüllung: Schluff, tonig, sandig, steif

Wichte	γ	= 19	kN/m³
Reibungswinkel	φ	= 27	°
Kohäsion	c	= 3	kN/m²
Steifeziffer	Es	= 8	MN/m²
Bodengruppe	TL- TM		
Homogenbereich	A		

Lias: Ton, schluffig; Schluff, stark tonig; weich bis steif, steif

Wichte	γ	= 20	kN/m³
Reibungswinkel	φ	= 24	°
Kohäsion	c	= 10	kN/m²
Steifeziffer	Es	= 8	MN/m²
Bodengruppe	TM-TA		
Homogenbereich	B		

Lias: Kalksandstein, felsartig

Wichte	γ	= 25	kN/m³
Ersatzreibungswinkel	φ	= 45	°
Kohäsion	c	= 0	kN/m²
Steifeziffer	Es	= 300	MN/m²
Bodengruppe	Bodenklasse 6 - 7		
Homogenbereich	C		

Lias: Kalksteinzersatz, Sandsteinzersatz

Wichte	γ	= 21	kN/m³
Reibungswinkel	φ	= 32	°
Kohäsion	c	= 2	kN/m²
Steifeziffer	Es	= 15	MN/m²
Bodengruppe	X, g		
Homogenbereich	D		

Lias: Sandstein

Wichte	γ	= 23	kN/m³
Ersatzreibungswinkel	φ	= 37	°
Kohäsion	c	= 0	kN/m²
Steifeziffer	Es	= 20	MN/m²
Bodengruppe	Bodenklasse 6		
Homogenbereich	E		

Grundlagen für die Einteilung in Homogenbereiche

Angaben aus Erfahrungswerten abgeschätzt

Nr.	Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich A	Homogenbereich B
1	Korngrößenverteilung	U, t, s	T, u; U, t*
2a	Anteil an Steinen	keine	0 - 15 %
2b	Anteil an Blöcken	keine	keine
2c	Anteil an großen Blöcken	keine	keine
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	entfällt	Kalksandstein
4	Dichte	1,9 t/m³	2,0 t/m³
5	Kohäsion	3 kN/m²	10 kN/m²
6	undrainierte Scherfestigkeit	5 kN/m²	ca. 15 kN/m²
7	Sensitivität	n.b.	n.b.
8	Wassergehalt	ca. 23 %	ca. 25 %
9	Konsistenz	steif	weich bis steif; steif
10	Konsistenzzahl	> 0,75	0,5 - 0,75; > 0,75
11	Plastizität	n.b.	n.b.
12	Plastizitätszahl	n.b.	n.b.
13	Durchlässigkeit	1x10-6 m/s	1x10-9 m/s
14	Lagerungsdichte	DPr > 97 %	DPr > 97 %
15	Kalkgehalt	n.b.	n.b.
16	Sulfatgehalt	n.b.	n.b.
17	organischer Anteil	< 5 %	< 3 %
18	Benennung und Beschreibung organischer Böden	n.b.	n.b.
19	Abrasivität	schwach abrasiv	kaum abrasiv
20	Bodengruppe	TL-TM	TM - TA
21	ortsübliche Bezeichnung	Decklehm	Lias-Ton

n.e. = nicht erforderlich
n.b. = nicht bestimmt

Abweichungen von den anhand von Erfahrungswerten abgeschätzten Kennzahlen sind möglich und aufgrund von Inhomogenitäten in Böden auch zu erwarten

Grundlagen für die Einteilung in Homogenbereiche

Angaben aus Erfahrungswerten abgeschätzt

Nr.	Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich C	Homogenbereich D
1	Korngrößenverteilung	Kalksandsteinfels	X, g, u
2a	Anteil an Steinen	entfällt	20%
2b	Anteil an Blöcken	blockige Absonderung	keine
2c	Anteil an großen Blöcken	ca. 15%	keine
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	Kalksandstein	Kalksandstein
4	Dichte	2,5 t/m³	2,1 t/m³
5	Kohäsion	keine	keine
6	undrainierte Scherfestigkeit	* 150 MN/m²	* 12 - 50 MN/m²
7	Sensitivität	n.b.	n.b.
8	Wassergehalt	ca. 12 %	ca. 15 %
9	Konsistenz	felsartig	rollig
10	Konsistenzzahl	entfällt	entfällt
11	Plastizität	n.b.	n.b.
12	Plastizitätszahl	n.b.	n.b.
13	Durchlässigkeit	1x10-6 m/s	1x10-6 m/s
14	Lagerungsdichte	DPr > 97 %	DPr > 97 %
15	Kalkgehalt	n.b.	n.b.
16	Sulfatgehalt	n.b.	n.b.
17	organischer Anteil	< 3 %	< 3 %
18	Benennung und Beschreibung organischer Böden	n.b.	n.b.
19	Abrasivität	stark abrasiv	abrasiv
20	Bodengruppe	Bodenklasse 6 + 7	X, g
21	ortsübliche Bezeichnung	Felsbänke	Felszersatz

*: einaxiale Druckfestigkeit
n.b. = nicht bestimmt

Abweichungen von den anhand von Erfahrungswerten abgeschätzten Kennzahlen sind möglich und aufgrund von Inhomogenitäten in Böden auch zu erwarten

Grundlagen für die Einteilung in Homogenbereiche

Angaben aus Erfahrungswerten abgeschätzt

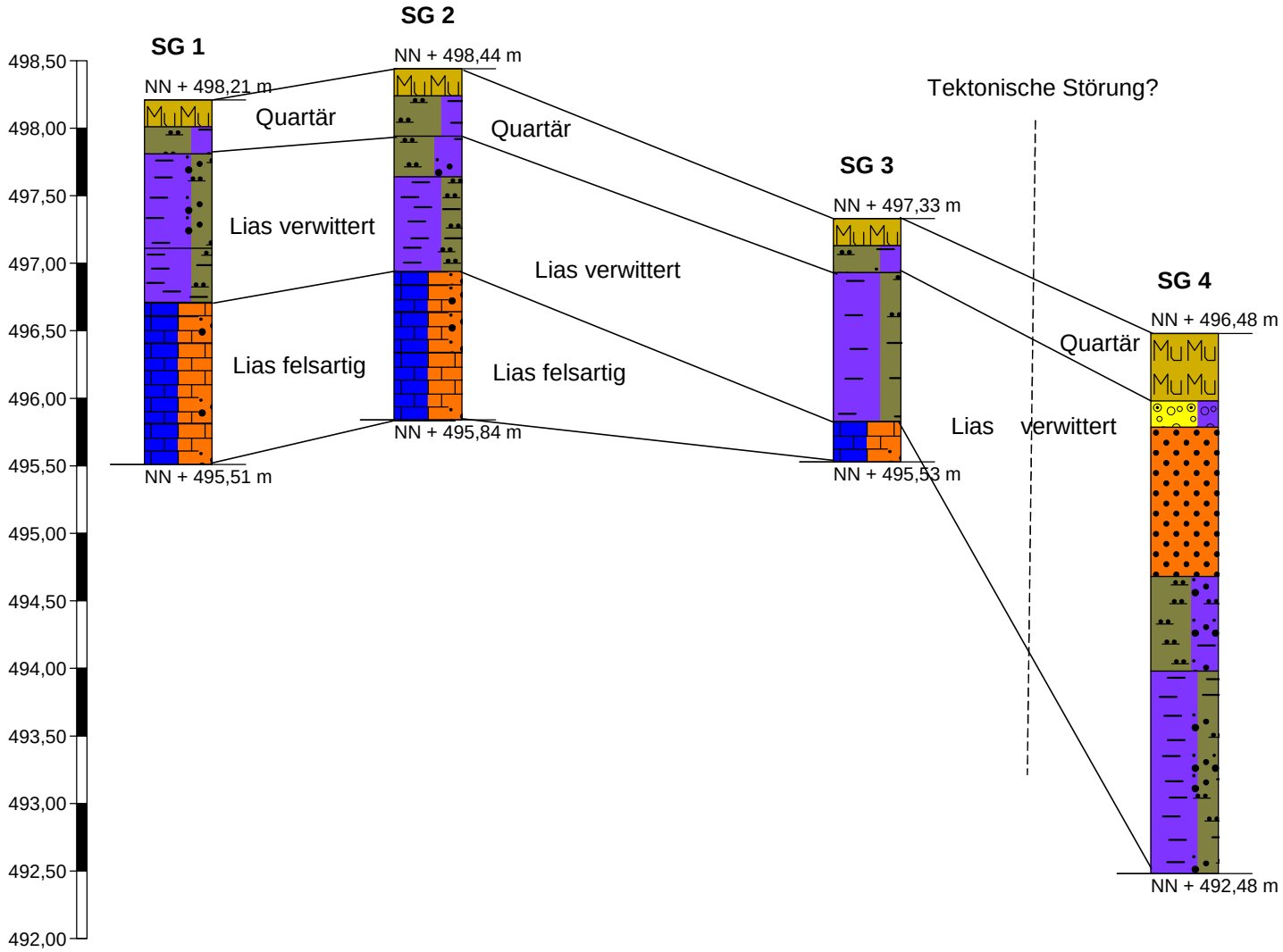
Nr.	Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich E	
1	Korngrößenverteilung	Sandsteinfels	
2a	Anteil an Steinen	entfällt	
2b	Anteil an Blöcken	entfällt	
2c	Anteil an großen Blöcken	entfällt	
3	mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	Sandsteinfels	
4	Dichte	2,3 t/m³	
5	Kohäsion	keine	
6	undrainierte Scherfestigkeit	* 50 MN/m²	
7	Sensitivität	n.b.	
8	Wassergehalt	ca. 12 %	
9	Konsistenz	felsartig	
10	Konsistenzzahl	entfällt	
11	Plastizität	n.b.	
12	Plastizitätszahl	n.b.	
13	Durchlässigkeit	1x10-7 m/s	
14	Lagerungsdichte	DPr > 97 %	
15	Kalkgehalt	n.b.	
16	Sulfatgehalt	n.b.	
17	organischer Anteil	< 3 %	
18	Benennung und Beschreibung organischer Böden	n.b.	
19	Abrasivität	stark abrasiv	
20	Bodengruppe	Bodenklasse 6	
21	ortsübliche Bezeichnung	Lias - Sandstein	

*: einaxiale Druckfestigkeit
n.b. = nicht bestimmt

Abweichungen von den anhand von Erfahrungswerten abgeschätzten Kennzahlen sind möglich und aufgrund von Inhomogenitäten in Böden auch zu erwarten

BÜRO FÜR GEOLOGIE UND UMWELT-FRAGEN	Projekt: 180103	Anlage 5.1
		Datum: 27.04.2018
	Auftraggeber:	Bearb.: Dr. Wilhelm

Geologischer Schnitt SG1-SG2-SG3-SG4 Horizontaler Maßstab 1:1000 Vertikaler Maßstab 1:50



B BÜRO FÜR G GEOLOGIE UND U UMWELT-FRAGEN	Projekt: 180103	Anlage 5.2
		Datum: 27.04.2018
	Auftraggeber:	Bearb.: Dr. Wilhelm

Geologischer Schnitt SG4-SG5 Horizontaler Maßstab 1:500 Vertikaler Maßstab 1:75

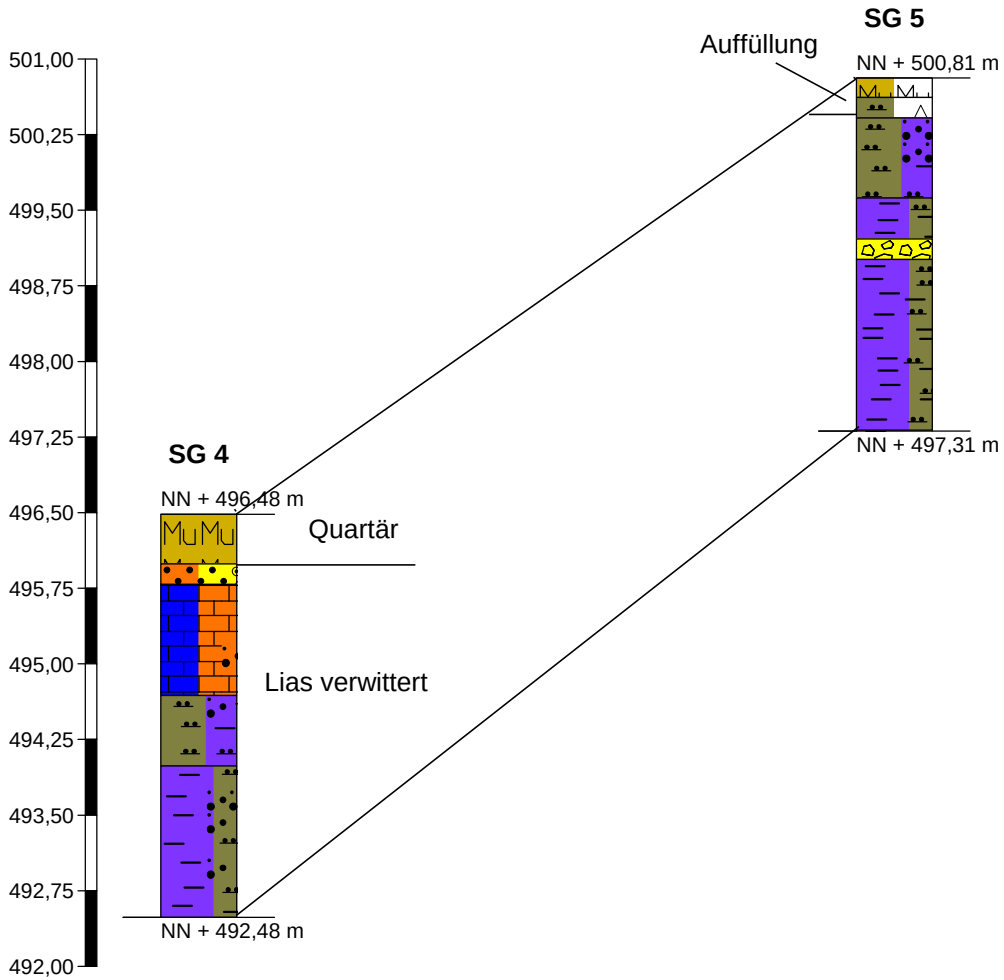


Bild 1: Baggergut SG 1.

Bild 2: Baggergut SG 2.

Bild 3: Baggergut SG 3.

Bild 4: Baggergut SG 4.

Bild 5: Baggergut SG 5.

Beilage: 1

Laborberichte
Synlab Analytics & Services Germany GmbH

6 Seiten

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

BGU Büro f.ür Geologie u. Umweltfragen
Dr. Hansel & Partner
Herr Dr. Wilhelm
Hirschgasse 1
75392 Deckenpfronn

Standort Stuttgart

Durchwahl: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-51
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Datum: 24.04.2018

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle
D-PL-14004-01-01
D-PL-14004-01-02
D-PL-14004-01-03
D-PL-14004-01-04
D-PL-14004-01-05

Prüfbericht Nr.: UST-18-0049438/01-1

Auftrag-Nr.:	UST-18-0049438
Ihr Auftrag:	vom 18.04.2018
Projekt:	180103; 6. Erweiterung Sol
Probenahme:	17.04.2018
Probenahme durch:	Auftraggeber
Eingangsdatum:	18.04.2018
Prüfzeitraum:	18.04.2018 - 24.04.2018
Probenart:	Boden

Untersuchungsergebnisse

Probe Nr.:		UST-18-0049438-01	UST-18-0049438-02
Bezeichnung:		MP 1 Unterboden	MP 2 Lias

Original

Trockenmasse	%	81,3	84,8
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	<0,3
EOX	mg/kg TS	<0,5	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	<50
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	<50

Probe Nr.:		UST-18-0049438-01	UST-18-0049438-02
Bezeichnung:		MP 1 Unterboden	MP 2 Lias

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Benzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Toluol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Styrol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	<0,05
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Summe AKW	mg/kg TS	--	--
Summe BTXE	mg/kg TS	--	--

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Trichlorfluormethan (R11)	mg/kg TS	<0,05	<0,05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Summe LHKW	mg/kg TS	--	--

Probe Nr.:		UST-18-0049438-01	UST-18-0049438-02
Bezeichnung:		MP 1 Unterboden	MP 2 Lias

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	--

Polychlorierte Biphenyle

PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	<0,005
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	<0,005
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	<0,005
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	<0,005
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	<0,005
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	<0,005
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	<0,005
Summe PCB	mg/kg TS	--	--
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	--

Schwermetalle

Königswasseraufschluss		-	-
Arsen	mg/kg TS	20	24
Blei	mg/kg TS	33	16
Cadmium	mg/kg TS	0,3	<0,3
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	40	32
Kupfer	mg/kg TS	25	11
Nickel	mg/kg TS	40	44
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	<0,05
Zink	mg/kg TS	55	58
Thallium	mg/kg TS	<0,25	<0,25

Probe Nr.:		UST-18-0049438-01	UST-18-0049438-02
Bezeichnung:		MP 1 Unterboden	MP 2 Lias

Eluat

Eluat		Filtrat	Filtrat
pH-Wert		8,2	8,3
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	82	75
Chlorid	mg/l	<0,5	1,41
Sulfat	mg/l	2,23	5,24
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	<5
Phenol-Index	µg/l	<10	<10

Schwermetalle

Arsen	µg/l	<1,0	<1,0
Blei	µg/l	<1,0	<1,0
Cadmium	µg/l	0,11	<0,10
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	<1,0
Kupfer	µg/l	1,2	9,5
Nickel	µg/l	<1,0	<1,0
Quecksilber	µg/l	<0,1	<0,1
Zink	µg/l	23	9,8

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 24.04.2018 um 16:52 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

Angewandte Methoden	
Parameter	**Norm**
Trockenmasse	DIN EN 14346:2007-03
Cyanid, gesamt	DIN ISO 11262:2012-04 (UAU)
EOX	DIN 38414-S 17:2017-01 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	DIN EN 14039 (01.05) i.V. mit LAGA KW/04 (12.09):2005-01 (UAU)
Benzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Ethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Toluol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
o-Xylol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
m,p-Xylol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Styrol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Isopropylbenzol (Cumol)	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
n-Propylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,3,5-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,4-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
1,2,3-Trimethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS

Angewandte Methoden	
Parameter	**Norm**
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Summe AKW	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Summe BTXE	DIN 38 407-F 9:1991-05, Abweichung: nur HS-Analyse; nur GC-MS
Trichlorfluormethan (R11)	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,2-Trichlortrifluorethan (R113)	DIN EN ISO 22155:2013-05
Dichlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
trans-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
cis-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1-Dichlorethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,1,1-Trichlorethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlormethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
1,2-Dichlorethan	DIN EN ISO 22155:2013-05
Trichlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
Tetrachlorethen	DIN EN ISO 22155:2013-05
Summe LHKW	DIN EN ISO 22155:2013-05
Naphthalin	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthylen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Acenaphthen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Phenanthren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Chrysen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(b)fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(k)fluoranthen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(a)pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
Summe PAK EPA	DIN ISO 18287:2006-05 (UAU)
PCB Nr. 28	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 52	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 101	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 118	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 138	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 153	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
PCB Nr. 180	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
Summe PCB	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	DIN EN 15308:2008-05 (UAU)
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

Angewandte Methoden	
Parameter	**Norm**
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Eluat	DIN EN 12457-4:2003-01
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	DIN EN 27888:1993-11
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Cyanid, gesamt	DIN EN ISO 14403:2002-07 (UAU)
Phenol-Index	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12 (UAU)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Chrom (Gesamt)	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Quecksilber	DIN EN ISO 12846:2012-08
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

(UAU) - Augsburg