

Büro für angewandte Geowissenschaften – 72074 Tübingen – Nauklerstraße 37A

Vermögen und Bau Baden-Württemberg
Amt Tübingen
Schnarrenbergstraße 1

72076 Tübingen

Baugrunderkundung
Gründungsberatung
Altlastenerkundung
Bodenmechanik
Umweltgeologie
Deponietechnik
Hydrogeologie

30.04.2008
Az 08 029

BAUGRUND- UND GRÜNDUNGSGUTACHTEN

für das geplante modular erweiterbare Laborgebäude
der Hochschule für Forstwirtschaft, Schadenweiler Hof
in Rottenburg

INHALT	Seite
1. Allgemeines und Aufgabenstellung	3
2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse	3
4. Ergebnisse der Untersuchungen	4
4.1 Schichtaufbau des Untergrunds	4
4.2 Hydrogeologische Verhältnisse	5
4.3 Hinweise zur Verwertung von Aushubmaterial	6
5. Tragfähigkeit des Untergrunds	6
6. Gründung	7
7. Schutz des Bauwerks gegen Durchfeuchtung	9
8. Baugrubengestaltung	12
9. Verfüllung der Arbeitsräume	13
10. Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 für den Zustand beim Lösen	15
11. Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	16
12. Schlussbemerkungen	17

ANLAGEN

- Anlage 1: Lageplan im Maßstab 1 : 500
- Anlagen 2.1 + 2.2: Schichtprofile der Schürfgruben
- Anlage 3: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

1. Allgemeines und Aufgabenstellung

Die Hochschule für Forstwirtschaft plant auf dem Gelände des Schadenweiler Hofes in Rottenburg den Neubau eines modular erweiterbaren Laborgebäudes.

Vom Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Tübingen wurde unser Büro mit Vertrag vom 18.04.2008 beauftragt, die Untergrundverhältnisse zu erkunden und ein Baugrund- und Gründungsgutachten zu erstellen.

Zur Bearbeitung des Auftrags standen uns die folgenden digitalen Planunterlagen zur Verfügung:

- Bestandslageplan im Maßstab 1 : 500, gefertigt vom Vermessungsbüro Helle, Tübingen
- Lageskizze des geplanten Gebäudes, gefertigt vom Architekturbüro Cheret und Bozic, Stuttgart
- Grundriss UG, EG und Schnitt (PDF), gefertigt vom Architekturbüro Cheret und Bozic, Stuttgart

Anhand dieser Unterlagen und aufbauend auf den durchgeführten Untersuchungen entstand das vorliegende Gutachten.

2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse

Das geplante Bauvorhaben liegt am südlichen Rand des Hochschulgeländes Schadenweiler Hof in Rottenburg. Das modular erweiterbare Laborgebäude liegt zwischen einem Schulgebäude im Osten, der Wetterstation im Westen und einem Schulgebäude mit Werkstatt im Norden. Auf dem Gelände steht noch ein Schulgebäude das abgebrochen werden soll, der westliche Teil wird als Parkplatz genutzt.

Der natürliche Untergrund wird unter **künstlichen Auffüllungen** von den Schichten des **Lettenkeupers** in unterschiedlichen Verwitterungsstufen aufgebaut.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur direkten Erkundung des Schichtaufbaus des Untergrunds wurden am 25.04.2008 durch die Bauunternehmung Renner, Rottenburg mit einem Bagger vier Schürfgruben angelegt, die Tiefen zwischen 2,5 m (SG 4) und 3,2 m unter Gelände (SG 1 + SG 2) erreichten. Vor der Schürfgrube SG 2 wurde noch das Fundament der bestehenden Werkstatt aufgegraben (FG 1).

Die Lage der Untersuchungspunkte ist auf dem Lageplan (Anlage 1) dargestellt. Die Punkte wurden durch unser Büro nach Lage und Höhe eingemessen, wobei die Höhenangaben im Lageplan als Bezugsniveaus dienen.

Der erschlossene Schichtaufbau des Untergrunds wurde durch uns geologisch und bodenmechanisch aufgenommen; die Schichtprofile der Schürfgruben sind auf den Anlagen 2.1 + 2.2 nach DIN 4023 graphisch dargestellt.

Aus den Schürfgruben wurden charakteristische Bodenproben entnommen und bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, deren Ergebnisse (s. Anlage 3) zur näheren Einstufung der angetroffenen Böden sowie zur Festlegung der in Abschnitt 11 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte für erdstatische Berechnungen dienen.

4. Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Schichtaufbau des Untergrunds

Bis auf die Schürfgrube SG 3, wurden zuoberst **künstliche Auffüllungen** unterschiedlicher Mächtigkeit angetroffen. Diese bestanden unter dem Oberboden bzw. dem Unterbau der befestigten Park- und Fahrflächen aus Schluffböden und Mergelstücken. Der genaue Aufbau ist aus den Schichtprofilen der Anlagen 2.1 + 2.2 ersichtlich.

Unter den Auffüllungen folgten die Schichten des Lettenkeupers. Diese bestanden im oberen Schichtabschnitt aus steifem bis halbfestem, tonigem, sandigem Schluff mit unterschiedlich hohen Anteilen an festen bis harten Dolomit-, Kalkmergel-, und Kalksteinstücken. Dieser Schichtabschnitt ist in den Profilen als "**Lettenkeuper, stark verwittert**" bezeichnet.

Ab den nachfolgend zusammengestellten Tiefen standen zuoberst bankige, stückige, harte Dolomite und bis zur jeweiligen Endtiefe überwiegend feste, stückige Tonmergelsteine an (sog. "Grüne Mergel"). Diese Schichten wurden als "**Lettenkeuper, verwittert**" in den Profilen bezeichnet.

Tabelle 1:

Aufschluss Nr.	Obergrenze Lettenkeuper, verwittert	
	in m unter Gelände	in m NN
SG 1	1,6	416,9
SG 2	1,6	417,3
SG 3	1,1	417,4
SG 4	1,5	417,4

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Während der Schichtaufnahme in den Schürfgruben am 25.04.2008 wurden keine direkten Wasserzutritte festgestellt. Auch waren die Gruben bis zum Verfüllen trocken. Der zusammenhängende Grundwasserspiegel liegt somit derzeit unterhalb der Schürfgrubenendtiefen.

Die Höhenlage des Grundwasserspiegels unterliegt erfahrungsgemäß jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen. Der höchstmögliche Grundwasserstand ist uns nicht bekannt; er könnte nur anhand längerfristiger Pegelmessungen zutreffend ermittelt werden.

In Abhängigkeit von Jahreszeit und Witterungsverlauf muss aber in den anstehenden Schichten mit gelegentlicher Schicht- und Sickerwasserführung gerechnet werden.

Des Weiteren ist u.U. mit Wasserzutritten aus den Auffüllungen zu rechnen. Hierbei handelt es sich nicht um Grundwasser im eigentlichen Sinne, sondern um lokal innerhalb der Auffüllungen aufgestautes Oberflächenwasser (sog. "Wassersäcke").

4.3 Hinweise zur Verwertung von Aushubmaterial

In den angelegten Aufschlüssen ergaben sich organoleptisch keine Auffälligkeiten des Bodenmaterials.

Unabhängig von anthropogen verursachten Schadstoffgehalten finden sich in den Gesteinen der süddeutschen Schichtstufenlandschaft und den daraus entstandenen Verwitterungsböden jedoch immer wieder geogene, d.h. natürlich erhöhte Schwermetallgehalte. Diese Gehalte schwanken, aufgrund der variierenden Zusammensetzung der Ausgangsgesteine, überwiegend in der Größenordnung zwischen den Z 0-Werten und Z 1.1-Werten der VwV TR-Boden¹ in der Festsubstanz. Es können lokal aber auch höhere Werte auftreten. Diese gesteins- bzw. bodenbildenden Elemente sind aber in der Boden- bzw. Gesteinsmatrix fest gebunden, so dass diese üblicherweise nicht eluierbar, d.h. nicht mobil sind. Sie stellen somit keine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser gemäß der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) dar. Trotzdem kommt es bei erhöhten Geogenwerten in der Festsubstanz immer wieder zu Problemen mit den ausführenden Firmen hinsichtlich der Entsorgung. Um in dieser Hinsicht Preissicherheit zu erhalten, empfehlen wir in der Ausschreibung vorzugeben, dass u.U. geogen bedingte erhöhte Konzentrationen bei der Verwertung und somit bei der Preisbildung zu berücksichtigen sind und nicht zu Mehrkosten bzw. Zuschlägen führen dürfen.

Für die Zuordnungsklassen Z 1.1, Z 1.2 und Z 2 sollten entsprechende Positionen und hierfür auch Massen in die Ausschreibung aufgenommen werden, damit eventuelle anthropogene Verunreinigungen abgerechnet werden können.

5. Tragfähigkeit des Untergrunds

Die zuoberst angetroffenen **künstlichen Auffüllungen** sind aufgrund ihrer inhomogenen Zusammensetzung, vielfach lockeren Lagerung und ungünstigen Konsistenz der bindigen Anteile in hohem und unterschiedlichem Maße zusammendrückbar. Auch unabhängig von äußeren

¹ Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (TR-Boden) vom 14. März 2007. Diese Vorschrift ersetzt in Baden-Württemberg die bisherigen Vorgaben des Merkblatts M 20 der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall)

Lasten können in künstlichen Auffüllmassen sog. Eigensetzungen auftreten, deren Ursachen in folgenden Vorgängen liegen können: Eigengewicht, Kornumlagerungsvorgänge, Veränderungen der Lagerungsdichte insbesondere bei Erschütterungen bzw. Erdbeben und Schrumpfungen durch Austrocknung. Die künstlichen Auffüllungen können deshalb nicht als Lastabtragungshorizont herangezogen werden.

Die im Übergangsbereich anstehenden bindigen Verwitterungsböden des **Lettenkeupers, stark verwittert** sind ein tragfähiger, aber noch kompressibler Boden. Allgemein ist die Kompressibilität eines bindigen Bodens umso größer, je höher seine Plastizitätszahl (I_p) und sein natürlicher Wassergehalt (w_n) bzw. je geringer seine Konsistenzzahl (I_c) ist.

Die harten Dolomite und festen Tonmergel des **Lettenkeupers, verwittert** stellen einen relativ gering kompressiblen und somit gut tragfähigen Untergrund dar, wobei sich mit zunehmender Tiefe die Tragfähigkeitseigenschaften der Schichten noch verbessern.

6. Gründung

Das geplante Gebäude erhält im nördlichen Teil eine kleine Teilunterkellerung. Der übrige Gebäudeteil und die geplanten Erweiterungen sind eingeschossig. Das Fußbodenniveau des Untergeschosses verläuft nach den uns vorliegenden Angaben auf 415,48 m NN, die Erdgeschossfußbodenhöhe auf 418,80 m NN. Diese Höhen wurden in die zugehörigen Schichtprofile der Anlagen 2.1 + 2.2 eingetragen.

Aus diesen Darstellungen wird ersichtlich, dass die Gründungssohlen im Untergeschoss in den gut tragfähigen Schichten des Lettenkeupers verwittert verlaufen, im Erdgeschoss verbleibt nur ein geringer Abstand zu diesen Schichten.

Die Ausführung einer Flachgründung in diesen Schichten ist prinzipiell möglich. Aufgrund der höheren Fußbodenbelastung und den geringen Gebäudelasten schlagen wir in Abstimmung mit dem konstruktiven Ingenieur vor, eine Plattengründung auszuführen.

Die Berechnung der zusammenhängenden Gründungsplatte erfolgt am zweckmäßigsten nach einem verformungsabhängigen Verfahren (Steife- oder Bettungsmodulverfahren). Von Tragwerkeplus, Reutlingen wurde uns die mittlere Pressung (ohne Bodenplatte) für das Gebäude mit 30 kN/m^2 angegeben. Mit diesem Wert und unter Berücksichtigung der Bodenplatte sowie den in Abschnitt 11 angegebenen Kennwerten wurden von uns Setzungsberechnungen durchgeführt. Hierbei ergab sich für die EG-Platte eine rechnerische Setzung für den kennzeichnenden Punkt nach Kany von $s = 0,5 \text{ cm}$. Hieraus resultiert ein mittlerer Bettungsmodul² von $k_s = 8 \text{ MN/m}^3$.

Da sich in den Randbereichen der Platte im EG, wie auch im Untergeschoss, geringere Setzungen ergeben, kann der Bettungsmodul im EG in einem Randstreifen von 2 m Breite und im UG flächig um den Faktor 2 erhöht werden.

Die tatsächlich auftretenden Setzungen können von dem errechneten Wert abweichen, da bei der Berechnung ein homogen, geschichteter Baugrund angesetzt wird. Kleinräumige Variationen (bindige Linsen, dünne Weichschichten, schwankender Grundwasserspiegel usw.) werden hierbei nicht berücksichtigt. Diese u.U. auftretenden Abweichungen haben aber keinen größeren Einfluss auf den Bettungsmodul und somit auf die daraus sich ergebende Bemessung der Bodenplatte.

Um die Verformungen der Bodenplatte zu reduzieren, ist unter der bewehrten Gründungsplatte eine mindestens 30 cm dicke Tragschicht aus verdichtetem, körnigem Material anzuordnen. Noch vorhandene Reste der Altbauung, Auffüllungen bzw. aufgeweichte Böden müssen vollständig ausgeräumt und durch körniges Fremdmaterial ersetzt werden. Hierbei kann sich die Dicke der Tragschicht erhöhen. Längs der äußeren Gebäuderänder ist die Tragschicht mit einem Überstand von 30 cm auszuführen, damit die Lastausbreitung einheitlich innerhalb der Tragschicht stattfindet und auch eine ausreichende Tragfähigkeit in den Gebäuderandbereichen gewährleistet ist. Es empfiehlt sich, auf der Oberfläche der Tragschicht eine Magerbetonschicht aufzubringen. Diese bietet einen gewissen Schutz gegen eindringendes Oberflächenwasser während der Bauzeit und die Bewehrung der Bodenplatte lässt sich besser verlegen.

²

Der Bettungsmodul ist kein Bodenkennwert, sondern eine abgeleitete Größe. Er hat bei strenger Betrachtung des Kräfte- und Verformungsbildes in den Gründungssohlen verschieden große Werte. Er wird abgeleitet unter der Annahme, dass die Setzung s an jeder Stelle des Gründungskörpers proportional der dort wirksamen Sohlnormalspannung σ_0 ist. Dieser Proportionalitätsfaktor ist der sog. Bettungsmodul und errechnet sich nach der Beziehung: $k_s = \sigma_0 / s$. Hierbei bedeutet s die Setzung des kennzeichnenden Punktes der starren Gründungsplatte und σ_0 die wirksame Sohlnormalspannung.

Um eine kapillarbrechende Funktion zu erhalten (vgl. Abschnitt 7), sollte ein Brechkomgemisch der Abstufung 2/45 oder 2/56 (= Schottertragschichtmaterialien, ohne Feinanteil) verwendet werden. Das Tragschichtmaterial muss mit einer Proctordichte von 97 % eingebaut werden.

Bei dem geplanten Gebäude ist die Frostsicherheit zu beachten, da die oberflächlich anstehenden Böden den Frostempfindlichkeitsklassen F 2 und F 3 zuzuordnen sind. Es empfiehlt sich daher die erforderliche Tragschicht in den Außenbereichen ($b = 1 \text{ m}$) mit sogenanntem KFT-Material (kombiniertes Frostschutz-Tragschicht-Material) in einer Dicke von 0,6 m herzustellen.

Für sämtliche Erdarbeiten gelten die einschlägigen Richtlinien des Erdbaus (ZTVE-StB 94³, ZTVT-StB 95⁴ und ZTV SoB-StB 04⁵).

7. Schutz des Bauwerks gegen Durchfeuchtung

Während der Schürfarbeiten wurden keine Grundwasserzutritte festgestellt. Da aber mit gelegentlicher Schicht- und Sickerwasserführung gerechnet werden muss, ist es aus bautechnischer Sicht erforderlich, für das ins Gelände einschneidende Untergeschoss Dränierungsmaßnahmen nach DIN 4095 zu ergreifen.

Dränierungsmaßnahmen können Abdichtungen nach DIN 18 195 keinesfalls ersetzen, sondern müssen stets zusammen geplant und ausgeführt werden. Maßgebend ist im vorliegenden Fall der Teil 4 der DIN 18 195 (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser).

Im folgenden sind die wichtigsten Punkte für den Entwurf des Dränsystems zusammengestellt:

³ ZTVE-StB 94: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau**, Hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, Fassung 1997

⁴ ZTVT-StB 95: **Zusätzliche Technische Vorschriften Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau**, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 1995

⁵ ZTV SoB-StB 04: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau**, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 2004

- Unter der Bodenplatte ist die in Abschnitt 6 genannte, kapillarbrechende Tragschicht vorzusehen (Flächenfilter), die an die Ringdränage angeschlossen wird.
- Beim Betonieren der Bodenplatte ist durch die Anordnung einer Folie dafür zu sorgen, dass die Filterschicht nicht zugeschlämmt wird.
- Vor sämtlichen erdberührten Außenwänden ist eine Sickerschicht aus Betonfiltersteinen, druckfesten Dränmatten (Typ Enkadrän oder gleichwertiges), Dränelementen o.ä. (keine Wellplatten oder Noppenbahnen) vorzusehen. Hierunter ist eine Außendränage (Ringdränage, Mindestnennweite DN 100) anzuordnen, die mit Kies (8/32) in einer Mindestdicke von 20 cm ummantelt werden muss. Zur Erhaltung der Filterstabilität muss zwischen Rohrummantelung und natürlichem Boden ein Filtervlies angeordnet werden.
- Die Kiesummantelung der Dränrohre sollte sofort nach dem Verlegen der Rohre vorgenommen werden, um eine Verschlammung der Dränrohre durch Erdanspülungen bei Regenfällen zu vermeiden.
- Die Ringdränage muss sämtliche beanspruchten Bauteile einschließlich aller Gebäudevor- und -rücksprünge erfassen und in einem möglichst gleichmäßigen Gefälle von mindestens 0,5 % ohne Unterbrechungen vom Hoch- bis zum Tiefpunkt verlaufen.
- Für die Dränleitungen sollten druckfeste Rohre verwendet werden (z.B. Optidrän). Die Verlegung von gelben, flexiblen Dränrohren aus dem Landschaftsbau ist nicht zulässig, da mit diesen eine einwandfreie Gefälleverlegung nicht möglich ist, diese nicht ausreichend druckfest sind und eine Spülung mit einem Hochdruckspülgerät aufgrund der nicht ausreichenden mechanischen Festigkeit zur Zerstörung der Rohre führen kann.
- Auf eine ausreichende Tiefenlage der Dränage ist zu achten (OK Dränrohr mindestens 5 cm unter UK Bodenplatte).
- An Gebäudesprüngen ist jeweils auf dem tieferen Niveau ein zusätzlicher Dränstrang zu verlegen.

- Der Übergang zwischen der vertikalen Sickerschicht und der Ringdränage ist so zu gestalten, dass das senkrecht in der Sickerschicht abfließende Wasser auf Dauer das Dränrohr erreicht.
- Sämtliche Bauteile unter dem tiefsten Dränniveau sind druckwasserdicht auszubilden.
- Um eine dauerhafte Funktion der Dränage zu gewährleisten, ist die Anordnung von Spülmöglichkeiten bzw. Kontrollschächten (DN 300) erforderlich, die jederzeit zugänglich sind. Das Dränsystem muss eine rückstausichere Ableitung erhalten. Bei nicht ausreichender Kanalhöhe ist eine Hebeanlage vorzusehen, die regelmäßig gewartet werden muss.
- Die Funktionsfähigkeit des Dränsystems ist durch eine Probspülung zu überprüfen.

Bei der Bepflanzung der Außenanlagen ist darauf zu achten, dass die Dränleitungen auch langfristig auf keinen Fall durchwurzelt werden können.

Nach dem Kommentar zur DIN 4095⁶ sollten Bäume deshalb mindestens 6 - 8 m von der Dränleitung entfernt sein und Sträucher im Abstand von mindestens 3 m gepflanzt werden. Der Abstand wird als waagrechte Entfernung von Rohrachse zur Pflanzenmitte verstanden. Auf eine intensive Bepflanzung in unmittelbarer Gebäudenähe sollte ohnehin aus Gründen der Schrumpfsicherheit verzichtet werden (vgl. Abschnitt 6).

Der nichtunterkellerte Teil des Gebäudes schneidet nicht bzw. nur geringfügig ins fertige Gelände ein. Besondere Dränierungsmaßnahmen sind daher nicht erforderlich, sofern gewährleistet ist, dass das angrenzende Gelände ein Gefälle vom Gebäude weg aufweist, anfallendes Oberflächenwasser in geeigneter Weise (z.B. Hofeinfälle) abgeleitet wird sowie unter der Bodenplatte eine kapillarbrechende Tragschicht vorhanden ist (vgl. Abschnitt 6).

⁶

HILMER, K.: Dränung zum Schutz baulicher Anlagen. Planung, Bemessung und Ausführung; Kommentar zu DIN 4095 (Ausgabe Juni 1990). Geotechnik 1990 Heft 4, S. 196 - 210; hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., Essen 1990.

8. Baugrubengestaltung

Nach den uns vorliegenden Planunterlagen und vorhandenen Höhenangaben sind die Platzverhältnisse im Bereich der Unterkellerung, bis auf die Nordseite, ausreichend, um freie Baugrubenböschungen anzulegen. In Anlehnung an DIN 4124 können die freien Böschungen bis zu einer Böschungshöhe von 5 m, mit folgenden Böschungsneigung angelegt werden:

- Auffüllung: β 45
- Lettenkeuper, stark verwittert: β 60
- Lettenkeuper, verwittert: β 70

Bei Böschungshöhen über 5 m ist nach DIN 4124 ein Standsicherheitsnachweis erforderlich. Auf die übrigen Hinweise der genannten Norm (z.B. unbelastete Böschungskronen) wird hingewiesen. Wir empfehlen, die freien Böschungen durch Abhängen mit Folie gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Die geplante Unterkellerung grenzt auf der Nordseite mit geringem Abstand an das nichtunterkellerte Werkstattgebäude. Nach der durchgeführten Aufgrabung an der Giebelwand, liegt die Fundamentsohle ca. 0,8 m unter Gelände. Das Fundament besteht aus Magerbeton.

Zur Gewährleistung der Standsicherheit des bestehenden Gebäudes muss die Giebelwand unterfangen werden. Aus wirtschaftlichen Überlegungen ist hier in erster Linie an eine konventionelle Unterfangung nach DIN 4123 (abschnittsweises Ausheben von Gräben, Breite der Unterfangungsabschnitte $b = 1,25$ m) zu denken.

Für die technische Durchführung und den Bauablauf der Unterfangung sind die Richtlinien der DIN 4123 maßgebend. Insbesondere sind folgende Punkte zu beachten:

- Bei einem Vorabhub sind die Aushubgrenzen entsprechend Bild 1 der genannten Norm einzuhalten. Die zeitliche und räumliche Staffelung der Aushub- und Betonierabschnitte richtet sich nach DIN 4123, Bild 3. Die Breite der einzelnen Abschnitte darf 1,25 m keinesfalls überschreiten.
- Die Stichgräben für die einzelnen Aushubabschnitte müssen entsprechend DIN 4124 verbaut werden.

- Aufgrund der schlechten Fundamentqualität dürfen die genannten Abschnittsbreiten keinesfalls überschritten werden. Die Arbeiten müssen entsprechend schonend ausgeführt werden, gegebenenfalls muss das bestehende Fundament mit Spritzbeton gesichert werden.

Generell muss bei Unterfangungen, aufgrund der Lastumlagerung auf die Unterfangungskörper, mit Setzungen gerechnet werden, die zu Rissbildungen führen können.

9. Verfüllung der Arbeitsräume

Die beim Aushub anfallenden Böden sind für einen setzungsarmen Wiedereinbau unter befestigten Flächen oder unter dem Gebäude nicht geeignet. Unter befestigten Flächen bzw. innerhalb des Gebäudes, wo nur geringe Setzungen in Kauf genommen werden können, sollten daher körnige, gut verdichtbare Fremdmaterialien eingebaut werden. Innerhalb des Gebäudes sollte Schottertragschichtmaterial 0/45 verwendet werden.

Außerhalb des Gebäudes könnte auch, anstatt natürlicher Schotter-Splitt-Gemische, güteüberwachtes Recyclingmaterial verwendet werden. An die Beschaffenheit des Materials sind die folgenden Anforderungen zu stellen:

- körniges, frost- und raumbeständiges Material (z.B. zerkleinerter Beton)
- Kornabstufung entsprechend Schottertragschichtmaterial 0/56 (nach ZTV SoB-StB 04⁷)
- Überkornanteil bis 80 mm: < 5 %
- Anforderungen der TL MIN-StB 2000⁸ müssen erfüllt sein
- keine Verunreinigungen wie teerhaltige oder bituminöse Materialien, Farben usw.

⁷ ZTV SoB-StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 2004

⁸ TL Min-StB 2000: Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau, Ausgabe 2000, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

- kein Gips, Anhydrit sowie keine Baustoffe, die Gips oder Anhydrit enthalten, da es hierdurch zu Volumenexpansion mit deutlichen Quelldrücken kommen kann
- keine Baustellenabfälle wie Dämmstoffe, Kunststoffe, Styropor, Holz, Metall, Papier o.ä.
- kein bindiges Aushubmaterial
- kein Ziegelschutt, da es hier bei verdichtetem Einbau zu Kornzertrümmerungen kommt und Ziegelmehl entsteht

Vor der Lieferung und dem Einbau von güteüberwachtem Recyclingmaterial sind die Ergebnisse der Güteüberwachung (Eigen- und Fremdüberwachung) vorzulegen.

In Bereichen von Grünanlagen, wo Setzungen in der Regel in Kauf genommen werden, kann das natürliche Aushubmaterial verwendet werden.

Für sämtliche Erdarbeiten gelten die einschlägigen Richtlinien des Erdbaus (ZTVE-StB 94, ZTVT-StB 95 und ZTV SoB-StB 04).

10. Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 für den Zustand beim Lösen

Tabelle 2:

Schichtkomplex	Boden- bzw. Felsklasse
Auffüllung	3, 4 und 5*
Lettenkeuper, stark verwittert	5 und 6**
Lettenkeuper, verwittert	6 und 7***

* in der in den Aufschlüssen festgestellten Zusammensetzungen

** bei erhöhtem Steinanteil

*** bei harten, kompakten Dolomitbänken unterhalb der Schürftgrubenendtiefen

ANMERKUNGEN zu den Bodenklassen nach DIN 18 300

- Klasse 1: Humoser, belebter Oberboden
- Klasse 2: Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben und wasserhaltende organische Böden
- Klasse 3: Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% an Schluff und Ton ($< 0,063$ mm Korndurchmesser) und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu $0,01 \text{ m}^3$ Rauminhalt
- Klasse 4: bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität (Gruppen TL und TM nach DIN 18 196), die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu $0,01 \text{ m}^3$ Rauminhalt enthalten sowie Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% Korngröße kleiner $0,063$ mm
- Klasse 5: hierzu gehören Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu $0,01 \text{ m}^3$ Rauminhalt und höchstens 30 Gew.-% Steinen von über $0,01 \text{ m}^3$ bis $0,1 \text{ m}^3$ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tonböden (Gruppe TA nach DIN 18 196)
- Klasse 6: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind sowie vergleichbare feste oder verfestigte bindige oder nichtbindige Bodenarten, sowie Böden mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über $0,01 \text{ m}^3$ bis $0,1 \text{ m}^3$ Rauminhalt
- Klasse 7: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind sowie Steine von über $0,1 \text{ m}^3$ Rauminhalt

Sollte es bei der Einstufung in Boden- und Felsklassen zu Unstimmigkeiten zwischen der Bauherrschaft und den ausführenden Firmen kommen, sind wir gerne zur Klärung der diesbezüglich auftretenden Fragen bereit.

11. Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Tabelle 3:

Bodenart bzw. Schichtkomplex	Wichte (kN/m ³)		Reibungs- winkel	Kohäsion (kN/m ²) c'	Steifemodul (MN/m ²) E _s
künstliche Auffüllungen	19	9	25° - 30°	0 - 2	-
Lettenkeuper, stark verwittert	20	10	27,5°	10	15 - 20
Lettenkeuper, stark verwittert	21	11	32,5°	15*	> 40

* schwankt in Abhängigkeit vom Trennflächengefüge, Verwitterungsgrad und Beanspruchungsrichtung in weiten Grenzen, der genannte Wert wird jedoch nicht unterschritten

Für Erddruckermittlungen im Bereich verfüllter, geböschter Arbeitsräume sind in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Im einzelnen werden für verdichtet eingebautes Material folgende Ansätze vorgeschlagen:

Schottergemische:	= 35	= 20 kN/m ³	' = 12 kN/m ³
Kiesgemische:	= 32,5	= 20 kN/m ³	' = 12 kN/m ³
Bindige Böden (auch Aushubmaterial):	= 25	= 20 kN/m ³	' = 10 kN/m ³

Nach DIN 4149 (2005-04) "Bauten in deutschen Erdbebengebieten" und der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen liegt Rottenburg in der Erdbebenzone 3. Für einen rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit kann nach Tabelle 2 der genannten Norm ein Bemessungswert der Bodenbeschleunigung von $a_g = 0,8 \text{ m/s}^2$ angesetzt werden. Gemäß Abschnitt 5.2 sind die Untergrundverhältnisse (Baugrundklasse/Untergrundklasse) als **B-R** zu beschreiben. Somit ergeben sich nach den Tabellen 4 und 5 der Norm folgende Werte:

Tabelle 4:

Parameter zur Beschreibung des elastischen horizontalen Antwortspektrums:				
Untergrundverhältnisse	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
B-R	1,25	0,05	0,25	2,0
Parameter zur Beschreibung des elastischen vertikalen Antwortspektrums:				
B-R	1,25	0,05	0,20	2,0

Sämtliche konstruktiven Anforderungen der genannten Norm sind auch bei Gebäuden ohne entsprechenden Standsicherheitsnachweis zu beachten.

12. Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand von vier Schürfgruben und einer Fundamentaufgrabung bewertet. Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen und die uns vorliegenden Angaben und Planunterlagen. Abweichungen von den im vorliegenden Gutachten enthaltenen Angaben können nicht ausgeschlossen werden. Es ist daher eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der während der Erdarbeiten angetroffenen Boden- und Grundwasserverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich.

Die Angaben der zu erwartenden Bodenklassen nach DIN 18 300 (Abschnitt 10) und die Schichtgrenzen können nicht für eine verbindliche Kostenermittlung oder ein Aufmaß herangezogen werden.

Die Aushubsohlen müssen vor dem Aufbringen der Tragschicht vom Gutachter überprüft werden.

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf das untersuchte Gelände. Eine Übertragung der Ergebnisse und Folgerungen auf Nachbargrundstücke ist nicht möglich.

Das Gutachten wurde anhand der uns vorliegenden Pläne und Informationen ausgearbeitet. Ergeben sich Änderungen bezüglich der dem Gutachten zugrunde liegenden Planung, müssen die Angaben im vorliegenden Gutachten durch uns überprüft werden.

In Zweifelsfällen sollten wir verständigt werden. Für die Beantwortung von Fragen, die im Zuge der weiteren Planung und Ausführung auftreten, stehen wir gerne zur Verfügung.

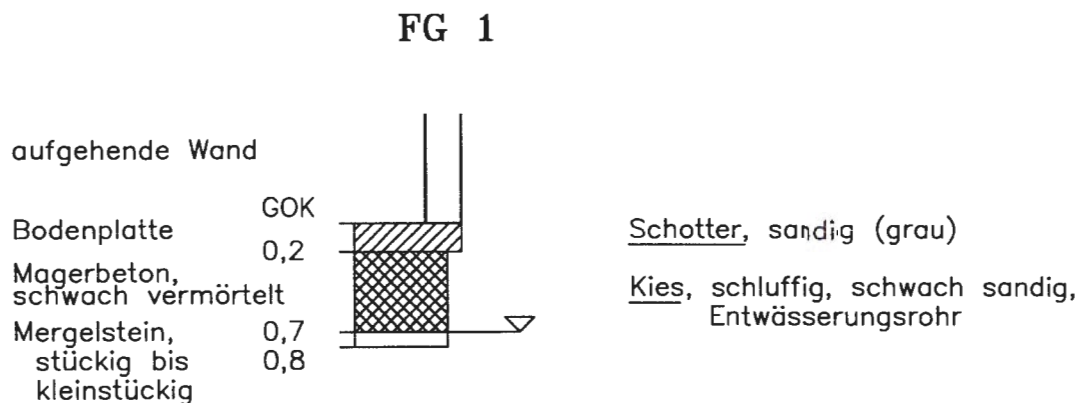
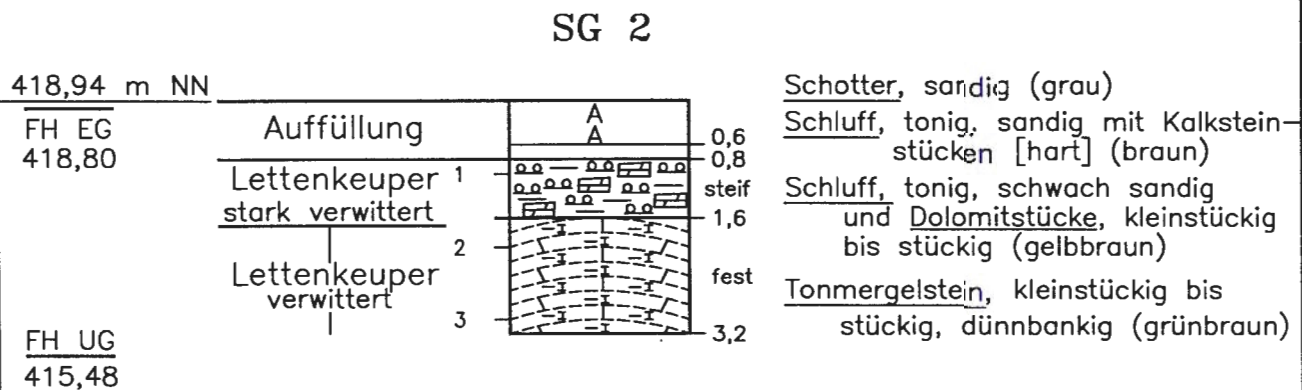
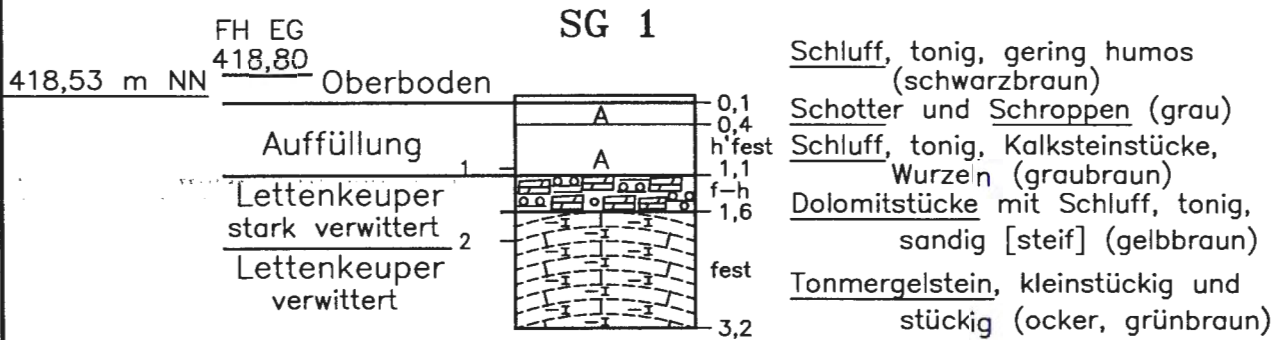
Tübingen, den 30. April 2008

S. Potthoff
Dipl.-Geol.

BÜRO FÜR ANGEWANDTE
GEOWISSENSCHAFTEN
Dr. H. Gerweck · S. Potthoff
Tübingen

Projekt: Rottenburg
Neubau Laborgebäude
Hochschule für
Forstwirtschaft

Anlage 2.1
zum Gutachten
vom 30.04.2008



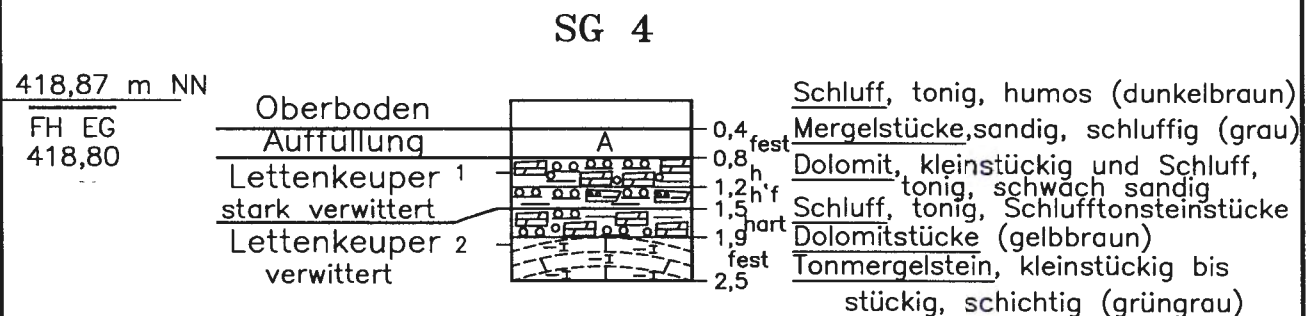
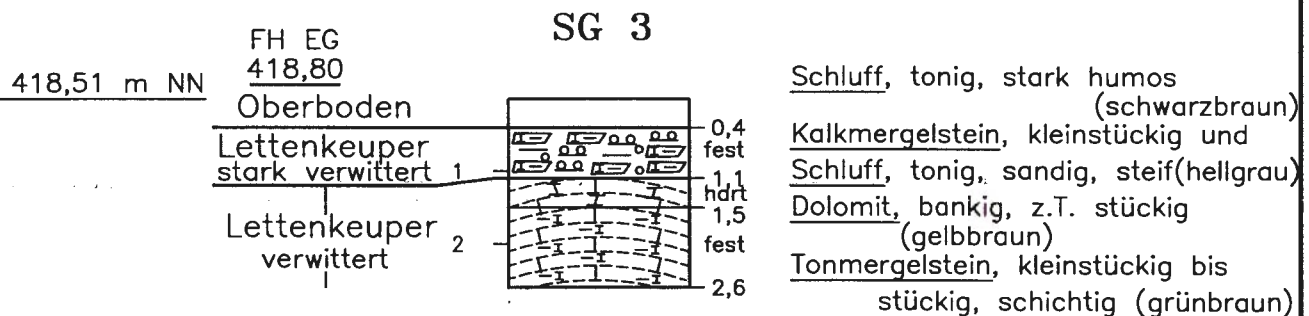
SG = Schürfgrube

Maßstab der
Höhe: 1:100

BüRO FÜR ANGEWANDTE
GEOWISSENSCHAFTEN
Dr. H. Gerweck · S. Potthoff
Tübingen

Projekt: Rottenburg
Neubau Laborgebäude
Hochschule für
Forstwirtschaft

Anlage 2.2
zum Gutachten
vom 30.04.2008



SG = Schürfgrube

Maßstab der
Höhe: 1:100

Projekt: Rottenburg, Neubau Laborgebäude der Hochschule für Forstwirtschaft

[illegible]

Betreff: AW: HFR-08.04.30.-002 Einladung Jour Fixe

Datum: Mittwoch, 30. April 2008 18:26 Uhr

Von: Markus Vollmer <markus.vollmer@tragwerkeplus.de>

An: 'Boris Berger' <berger@cheret-bozic.de>

Unterhaltung: AW: HFR-08.04.30.-002 Einladung Jour Fixe

Hallo Herr Berger,

wie im letzten Jour Fixe besprochen kann ich am Freitag nicht teilnehmen.

Mit freundlichem Gruß

Markus Vollmer

-----Ursprüngliche Nachricht-----

Von: Boris Berger [mailto:berger@cheret-bozic.de]

Gesendet: Mittwoch, 30. April 2008 11:05

An: guenter.heggenberger@vbatue.fv.bwl.de; Johannes.Glosemeyer@vbv.bwl.de;
Marianne Mommsen; Markus Vollmer; merz@pgp-ingenieure.de; IB-Olbert@t-online.de;
kienzle@hs-rottenburg.de

Betreff: HFR-08.04.30.-002 Einladung Jour Fixe

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit laden wir sie zum nächsten Jour Fixe am Freitag 02.05.2008 von 9.00- 12.00 Uhr ein. Die Besprechung wird im Amt in Tübingen in Raum 2.15 2.OG stattfinden.

Folgende Tagesordnungspunkt stehen von unserer Seite bisher an:

- Kosten

Mit freundlichen Grüßen

Boris Berger

Professor Peter Cheret Jelena Bozic
a r c h i t e k t e n b d a d w b

Nägelestrasse 7 D 70 597 Stuttgart
Tel ++49 . 711 . 76537 . 15 Fax . 14