
**INGENIEUR
GRUPPE
GEOTECHNIK**

Geführt im Verzeichnis der anerkannten Sachverständigen für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

Beratende Ingenieure VBI

Dipl.-Ing. Robert Breder

Dr.-Ing. Hans Jörg Leinenkugel

Dr.-Ing. Thomas Scherzinger

Dr.-Ing. Ulrich Schuler

Dr.-Ing. Albrecht R. Wibel

Mitgl. Ingenieurkammer Baden-Württemb.

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Lindenbergstraße 12 · D - 79199 Kirchzarten

Tel. 0 76 61 / 93 91 - 0 · Fax 0 76 61 / 93 91 75

E-Mail: Info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

Geotechnischer Bericht

zur Erschließung des geplanten Neubaugebietes
„Friedrichsberg/Benzengärtle“ Ortsteil Heiligenzell
in Friesenheim

Auftraggeber: Bürgermeisteramt Friesenheim
Postfach 60
77944 Friesenheim

Unsere Auftragsnummer: 03115a/L

Bearbeiter: Leinenkugel/Foellmer

Ort/Datum: Kirchzarten, 01. Juli 2003/f

Zweigbüro:

Stadestraße 66a · D - 79104 Freiburg

Tel. 07 61 / 2 02 15 45 · Fax 07 61 / 2 02 15 14

Sparkasse Hochschwarzwald:

BLZ 880 510 04 · Konto 4 353 108

Sparkasse Freiburg-Nördl. Breisgau:

BLZ 680 501 01 · Konto 10 030 792

Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung	3
2.	Unterlagen	3
3.	Untergrund- und Grundwasserverhältnisse	4
3.1	Untergrunderkundung	4
3.2	Geländeverlauf und Untergrundaufbau	4
3.3	Bodenklassen und Bodenkennwerte	5
3.4	Grundwasser	6
3.5	Erdbeben/Baugrunddynamik	7
4.	Geotechnische Randbedingungen für die Erschließung	7
4.1	Allgemeines	7
4.2	Leitungsbau	8
4.3	Straßenbau	9
4.4	Allgemeine geotechnische Angaben zum Hochbau	10
4.5	Verwendung des Aushubbodens	12
4.6	Versickerung von Niederschlagswasser	12
5.	Abschließende Bemerkungen	13

Anlagenverzeichnis

1	Lageplan
2	Ergebnisse der Untergrunderkundung
2.1	Baggerschürfe SCH1 bis SCH3
3	Laborversuche
3.1	Tabellarische Zusammenstellung
3.2	Konsistenzgrenzen
3.3	Organische Bestandteile
4	Bodenklassifikation und Bodenkennwerte

1. Aufgabenstellung

Die Gemeinde Friesenheim plant die Erschließung des Baugebietes „Friedrichsberg/Benzengärtle“ im Ortsteil Heiligenzell.

Die Ingenieurgruppe Geotechnik wurde durch die Gemeinde beauftragt, für die geplante Erschließung des 1. Bauabschnittes eine orientierende geologische und geotechnische Vorerkundung für das Baugebiet durchzuführen.

Untersuchungen auf Altlasten im Baubereich waren nicht Bestandteil der Beauftragung. Bei der geotechnischen Auswertung der Untergrundaufschlüsse wurden durch Inaugenscheinnahme und Geruchsempfindung keine Hinweise auf Altlasten festgestellt.

2. Unterlagen

- Von der **Gemeinde Friesenheim**:
 - Lagepläne, Maßstab 1 : 3.000, per Fax vom 30.04.03
 - Stichtagsmessung und Höhenangabe GW-Messstelle, per Email vom 22.05.03
 - Höhenplan „Friedrichsberg/Benzengärtle, Maßstab 1 : 500, per Post vom 13.06.03
- Von der **Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten**:
 - Ergebnisse einer Ortsbesichtigung und einer Besprechung
 - Ergebnisse von Baggerschürfen
 - Ergebnisse von Laborversuchen an kennzeichnenden Erdstoffproben
 - allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeologische Karten)

3. Untergrund- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Untergrunderkundung

Zur Beurteilung des Untergrundes wurden zunächst Unterlagen aus dem Archiv der Ingenieurgruppe Geotechnik über die geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Verhältnisse in der Umgebung des Projektareals ausgewertet.

Zur Erkundung des Untergrundes wurde in Gegenwart der Ingenieurgruppe Geotechnik und eines Vertreters der Gemeinde Friesenheim (H. Kollmer) an drei von der Gemeinde vorgegebenen Stellen **Baggerschürfe** bis maximal 3,9 m unter die Geländeoberfläche (GOF) ausgehoben (vgl. Anlage 1). Die durch die Schürfe gewonnenen Aufschlüsse wurden durch die Ingenieurgruppe Geotechnik nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an die DIN 4022 (Benennen und Beschreiben von Boden und Fels) aufgenommen. Die Schurfergebnisse sind gemäß DIN 4023 (Baugrund- und Wasserbohrungen, zeichnerische Darstellung der Ergebnisse) in der Anlage 2 protokolliert.

Der Schurf SCH1 wurde zu einer bauzeitlichen Grundwassermessstelle ausgebaut, in der am 08. und 21.05.03 **Stichtagsmessungen** erfolgten.

An kennzeichnenden Erdstoffproben aus den Schürfen wurden **Laborversuche** zur Bestimmung der Konsistenzgrenzen, des Gehaltes an organischen Bestandteilen und der Wassergehalte der einzelnen Schichten ausgeführt (vgl. Ergebnisse der Laborversuche in den Anlagen 3.1 bis 3.3).

3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das geplante Baugebiet liegt in Friesenheim, Ortsteil Heiligenzell. Es schließt sich an die bestehende Wohnbebauung am südlichen Ortsausgang östlich der Heiligenzeller Hauptstraße (Gewann Benzengärtle), am östlichen Ende der Friedrichsbergstraße sowie südlich der Waldstraße an (Gewann Friedrichsberg). Das Gelände liegt im Gewann Benzengärtle in einer flachen Talsenke, an dessen Sohle ein kleiner Bach verläuft. Richtung Osten steigt das Gelände um ca. 15 m zum Friedrichsberg an. Die östliche Grenze des 1. Bauabschnittes ist in der Anlage gekennzeichnet. Zu einem späteren Zeitpunkt soll das Baugebiet Richtung Osten erweitert werden. Das geplante Baugebiet wurde bislang überwiegend landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzt.

Der Untergrund im Projektareal wird bis in Tiefen, die für die geplante Erschließung von Bedeutung sind, im Gewann Benzengärtle durch Bachablagerungen (Löß-Auelehm) und auf dem höher gelegenen Friedrichsberg durch einen Löß aufgebaut (Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 25.000, Blatt 7613 Lahr/Schwarzwald-Ost).

In den Schürfen wurde folgender Untergrundaufbau festgestellt:

- ▶ **Mutterboden** von ca. 0,4 bis 0,5 m Mächtigkeit.
- ▶ **Bachablagerungen** im Gewann Benzengärtle im Schurf SCH1 bis zur Erkundungstiefe von ca. 3,9 m unter GOF angetroffen. Die Bachablagerungen bestehen bis etwa 2,5 m unter GOF aus einem feinsandigen bis sandigen, schwach tonigen Schluff mit graubrauner Farbe und weicher Konsistenz (**bindige Bachablagerungen**, Bodengruppe UL gemäß DIN 18 196, vgl. Anlage 3.2). Darunter schließt sich ein schluffiger, schwach toniger und schwach kiesiger bis kiesiger Sand an, der eine rotbraune bis graue und schwarzbraune Farbe hat (**sandige Bachablagerungen**). Die sandigen Bachablagerungen haben einen natürlichen Wassergehalt der größer ist als derjenige an der Fließgrenze (Bodengruppe ST gemäß DIN 18 196, vgl. Anlage 3.2). Das Material weist organische Beimengungen mit einem Gehalt von rund 5 % auf (vgl. Anlage 3.3).
- ▶ **Löß** im Bereich des Friedrichsberges in den Schürfen SCH2 und SCH3 bis zur Erkundungstiefe von ca. 3,4 m unter GOF angetroffen, der sich aus einem schwach tonigen, feinsandigen bis stark feinsandigen Schluff mit gelbbrauner bis grauer Farbe zusammensetzt und stellenweise Schneckenschalen enthält (Bodengruppe UL gemäß DIN 18 196). Der Löß ist bei geringer Bodenfeuchte von überwiegend steifer bis halbfester Konsistenz (vgl. Anlage 3.2). Mit zunehmender Bodenfeuchte und vor allem bei Wassersättigung neigt das Material zum Ausfließen, weist aber immer noch eine mitteldichte Lagerung auf.

3.3 Bodenklassen und Bodenkennwerte

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sowie erdstatischen Berechnungen kann von den in der Anlage 4 angegebenen Bodenklassen und mittleren Bodenkennwerten (Rechenwerte) ausgegangen werden.

3.4 Grundwasser

In den sandigen Bachablagerungen im Gewann Benzengärtle ist ein zusammenhängender Grundwasserspiegel (GWS) ausgebildet, dessen Wasserführung in Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen relativ stark variieren dürfte. Über die Grundwasserschwankung und den Grundwasserhöchststand können aufgrund der vorliegenden Grundwasserstandsdaten keine Aussagen getroffen werden. Amtliche, regelmäßig abgelesene Grundwassermessstellen in der näheren Umgebung sind uns nicht bekannt.

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen wurden in der behelfsmäßigen Meßstelle an den Stichtagen folgende Wasserstände gemessen:

Meßstelle	Stichtag	Wasserspiegel [mNN]	Flurabstand [m]
SCH1	08.05.03	185,25	1,75
	21.05.03	186,24	0,76

Die Flurabstände des GWS schwankten im Beobachtungszeitraum um rund 1 m. Nach länger anhaltender feuchter Witterung ist mit einem weiteren Anstieg des GWS zu rechnen. Aufgrund der Überlagerung durch die bindigen Bachablagerungen dürften bei erhöhten Wasserständen gespannte Grundwasserverhältnisse vorliegen.

Im Bereich des Friedrichberges wurde in den Schürfen kein Wasser angetroffen. Im Schurf SCH2 war in größerer Tiefe lediglich stark feuchtes bis nasses Bodenmaterial vorhanden, wobei es sich um kapillar gebundenes Wasser handelt. Je nach den vorherrschenden Niederschlagsverhältnissen kann Schicht- bzw. Hangwasser auftreten, über dessen Schwankungen keine Aussagen getroffen werden können. Zur weiteren Erkundung der Wasserverhältnisse im Bereich Friedrichsberg und zur Abgrenzung zum Grundwasservorkommen im Gewann Benzengärtle schlagen wir vor, Rammpegel bis etwa 5 bis 6 m unter GOF herzustellen, in denen die Wasserstände in regelmäßigen Abständen über einen längeren Zeitpunkt beobachtet werden können.

3.5 Erdbeben/Baugrunddynamik

Das Baugelände liegt im Bereich der **Zone 2** der „Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg“. Zur Berücksichtigung des Einflusses von Erdbebenererschütterungen auf geplante Bauwerke sind bei den vorliegenden Verhältnissen nach DIN 4149, Teil 1, April 1981, anzusetzen:

- ▶ Grundwert der Horizontalbeschleunigung: $a_0 = 0,4 \text{ m/s}^2$
- ▶ Baugrundfaktor: $\chi = 1,4$ (Gründung in bindigen Böden)

4. Geotechnische Randbedingungen für die Erschließung

4.1 Allgemeines

Das geplante Baugebiet befindet sich im Gewann **Benzengärtle** in einer Talsenke, dessen Untergrund bis zur Erkundungstiefe von ca. 3,9 m im oberen Abschnitt bis ca. 2,5 m Tiefe aus bindigen Bachablagerungen und darunter aus sandigen Bachablagerungen besteht. Die Materialien haben eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit und starke Zusammendrückbarkeit und sind als stark wasser- und frostempfindlich einzustufen. Die sandigen Bachablagerungen weisen erhöhte Gehalte an organischen Bestandteilen auf. Ferner ist Grundwasser vorhanden, dessen Spiegel nur wenig unter der Geländeoberfläche liegt.

Der Bereich **Friedrichsberg** liegt an einem flachen Hang, dessen Untergrund bis zur Erkundungstiefe von ca. 3,4 m aus einem Löß besteht. Das Material hat eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit und mittlere Zusammendrückbarkeit und ist als stark wasser- und frostempfindlich einzustufen. Ferner ist in größerer Tiefe mit vernässtem Bodenmaterial zu rechnen. Hang- bzw. Schichtwasser kann v. a. in morphologischen Senken vorkommen.

Die Böden dürfen im Bereich des Erd- bzw. Straßenplanums nicht dynamisch belastet werden (z. B. durch Baustellenfahrzeuge). Es sind daher entsprechende Maßnahmen zum Planumschutz notwendig (z. B. Anlage einer Baustraße). Größere Erschütterungen sind zu vermeiden (Verdichten mit leichtem Gerät bei geringer Einbauschichtstärke).

4.2 Leitungsbau

Bei üblichen Kanaltiefen für Abwasserkanäle bis ca. 3,0 m sind in der planmäßigen Grabensohle die sandigen Bachablagerungen bzw. der bindige Löß vorhanden. Bei der Bemessung von Rohrleitungen ist die geringe Tragfähigkeit der Böden, insbesondere bei geringer Konsistenz in unteren Lagen, durch ein um 20 cm verstärktes Leitungsaufleger zu berücksichtigen. Weiterhin ist in Abschnitten mit Grundwasser oder Hang- bzw. Schichtwasser die Auftriebssicherheit der Leitungen zu gewährleisten.

Für den Bau von Leitungen ist der Aushub von Gräben erforderlich. Grundsätzlich sind bei der Planung und Ausführung von Gräben die Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau) zu beachten. Die Kanalsohlen im Gewinn **Benzengärtele** liegen unterhalb des Grundwasserspiegels. Leitungsräben sind daher im Schutz eines verformungsarmen und wasserabweisenden Verbaus auszuheben (z. B. Spunddielen mit Aussteifungen). Zur Bemessung können die in Anlage 4 angegebenen Kennwerte angesetzt werden. Die Spundbohlen dürfen nicht tiefer als bis knapp unter die Grabensohle reichen, um einen Bodenzug beim Ziehen und damit Setzungen der Leitungen zu verhindern. Dieser Umstand macht Zwischenaussteifungen bei der Grabenherstellung erforderlich.

Weiterhin können während der Bauphase Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden, wobei insbesondere die Auftriebssicherheit der Grabensohle zu gewährleisten ist. Das zu strömende Wasser ist über Dränageleitungen und mit einem in der Grabensohle verlegten Flächendrän abzuführen. Es empfiehlt sich eine mindestens 0,3 m dicke Schüttung aus Splitt oder Kies, z. B. 2/16 mm; zur Sicherstellung eines filterstabilen Übergangs müssen die Gräben mit einem Geotextil ausgekleidet werden. Die Gräben sind im Andeckverfahren freizulegen.

Bauzeitliche Dränagen müssen beim Verfüllen der Gräben geschlossen werden, damit die ehemaligen Leitungsräben keine bevorzugten Wasserwegsamkeiten bilden, was zu Rohrsetzungen führen könnte. Dazu sind in regelmäßigen Abständen Querschotte in die Gräben einzuziehen. Außerdem sind die Dränleitungen nach Ende der Arbeiten zu verpressen.

Alternativ können Baugrubenböschungen in wassergesättigten, feinkörnigen Böden frei geböscht werden, falls eine die Baugrube umfassende Vakuumentwässerung vorgesehen wird. Baugrubenböschungen können dann nach DIN 4124 in den Bachablagerungen bis zu einer Tiefe von 3,0 m mit einem Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ ausgeführt werden. Für diesen Fall besteht grundsätzlich das Risiko des Ausfalls der Vakuumanlage, was ggf. den Einsturz der

Baugrubenböschungen nach sich ziehen kann. Bei der Anwendung des Vakuumverfahrens sind daher Ersatzpumpen unbedingt erforderlich. Für eine Vorbemessung der Grundwasserhaltung kann von einem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert der Bachablagerungen von $k_f = 1 \cdot 10^{-7}$ m/s ausgegangen werden.

Im Bereich **Friedrichsberg** können Baugrubenböschungen im Löß bis zu einer Tiefe von 3,0 m mit einer Neigung von 60° frei abgeböschert werden, wenn der Löß nicht wassergesättigt ist und ausfließt. Ansonsten gilt für den Bereich Friedrichsberg das oben Gesagte. Für eine Vorbemessung einer möglichen Grundwasserhaltung kann von einem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert des Lösses von $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s ausgegangen werden.

Generell müssen der Leitungseinbau und die Grabenverfüllung kraftschlüssig und mechanisch filterfest gegen die umgebenden Erdstoffe mit geeignetem Kies-Sand-Material nach den Vorgaben der ZTVE-StB 94 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) erfolgen.

4.3 Straßenbau

Der Straßenaufbau muß grundsätzlich gemäß den Vorgaben der ZTVE-StB 94 hergestellt werden.

Im Gewinn **Benzengärtle** beträgt unter Annahme einer Bauklasse V (Anliegerstraße), einer Frosteinwirkungszone II, ungünstiger Wasserverhältnisse nach ZTVE-StB sowie einer Frostempfindlichkeitsklasse F3 der Böden im Planum die erforderliche Gesamtdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (ab Oberkante Fahrbahn) entsprechend RStO 01 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001) $D_{\text{gesamt}} = 60$ cm. Unter Annahme einer ca. 15 cm dicken Deckschicht und bituminösen Tragschicht ergibt sich eine notwendige Dicke der Frostschutzschicht von $D_{\text{Frost}} = 45$ cm. Es ist davon auszugehen, daß der nach ZTVE-StB 94, Abschnitt 3.4.7 für das Erdplanum geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} = 45$ MN/m² auch durch Verdichten nicht erreicht werden kann. Deshalb ist eine zusätzliche Tragschicht unter der Frostschutzschicht zum Erreichen eines geforderten Verformungsmoduls auf der Frostschutzschicht von $E_{v2} = 100$ MN/m² von ca. 0,3 m Dicke anzuordnen (unter Zugrundelegung eines Verformungsmoduls auf den bindigen Bachablagerungen von $E_{v2} = 10$ MN/m²). Die Tragschicht muss aus einem lagenweise verdichteten Kies-Sand-Gemisch (Bodenklasse GW, GU nach DIN 18 196) oder vergleichbar verdichtungsfähiges und tragfähiges Material bestehen, wobei ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % erreicht werden muss. Bei Verwendung von Recyclingmaterial darf nur Material verwendet werden, das den einschlägigen Technischen Lieferbedingungen für Tragschichten entspricht.

Diese Schüttung muß filterfest gegenüber dem Untergrund aufgebaut werden. Die Verdichtung ist durch entsprechende Kontrollen zu prüfen.

Im Bereich **Friedrichsberg** beträgt unter Annahme einer Bauklasse V (Anliegerstraße), einer Frosteinwirkungszone II sowie einer Frostempfindlichkeitsklasse F3 der Böden im Planum die erforderliche Gesamtdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (ab Oberkante Fahrbahn) entsprechend RStO 01 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001) $D_{\text{gesamt}} = 55$ cm. Unter Annahme einer ca. 15 cm dicken Deckschicht und bituminösen Tragschicht ergibt sich eine notwendige Dicke der Frostschutzschicht von $D_{\text{Frost}} = 40$ cm. Es ist davon auszugehen, daß der nach ZTVE-StB 94, Abschnitt 3.4.7 für das Erdplanum geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} = 45$ MN/m² auch durch Verdichten nicht erreicht werden kann. Deshalb ist eine zusätzliche Tragschicht (s. o.) unter der Frostschutzschicht zum Erreichen eines geforderten Verformungsmoduls auf der Frostschutzschicht von $E_{v2} = 100$ MN/m² von ca. 0,2 m Dicke anzuordnen (unter Zugrundelegung eines Verformungsmoduls auf dem Löß von $E_{v2} = 15$ MN/m²).

Anstelle einer zusätzlichen Tragschicht kann eine Aufbereitung des Erdplanums mittels Bindemittel erfolgen.

Im Untergrund des Straßenaufbaus können Mutterboden, aufgeweichte bindige Bachablagerungen sowie aufgeweichter Löß vorhanden sein, die als Straßenuntergrund nicht geeignet sind. Diese Materialien sind daher gegen geeignetes Unterbaumaterial auszutauschen (s. o.).

Es ist zu beachten, dass die Erdstoffe im Planum stark wasser- und frostempfindlich sind, weshalb das Planum nur in der Witterung angepassten Abschnitten freigelegt werden darf und unverzüglich mit einer Schutzschicht abzudecken ist.

4.4 Allgemeine geotechnische Angaben zum Hochbau

Gemäß der vorliegenden Planung für eine mögliche Bebauung ist im geplanten Baugebiet eine Wohnbebauung vorgesehen. Dabei dürften die zu errichtenden Gebäude in Massivbauweise erstellt werden. Die folgenden Angaben sind daher zu gegebener Zeit mit der Ausführungsplanung abzustimmen. Grundsätzlich können in dem geplanten Baugebiet Wohnhäuser flach gegründet werden.

Im Gewann **Benzengärtle** kommt bei Wohnhäusern **ohne Unterkellerung** je nach den lokalen Verhältnissen eine Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten innerhalb der bindi-

gen Bachablagerungen in Frage, wobei wegen der relativ schlechten Tragfähigkeitseigenschaften Bodenersatzmaßnahmen als druckverteilende Schicht im Bereich der Lastausbreitung erforderlich werden. Alternativ ist auch eine Gründung auf tragenden Bodenplatten möglich, wobei unter den Bodenplatten ein Kiespolster vorzusehen ist (s. u.). Angaben zur Bemessung der Gründung können erst nach Vorlage einer konkreten Planung für eine beabsichtigte Bebauung erfolgen.

Im Bereich **Friedrichsberg** bietet sich bei Wohnhäusern **ohne Unterkellerung** generell die Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten innerhalb des Lösses an, wobei bei aufgeweichten Erdstoffen auch Bodenersatzmaßnahmen erforderlich werden können. Es ist dann aufgrund der vergleichsweise geringen Tragfähigkeitseigenschaften von zulässigen Bodenpressungen der Fundamente von etwa $\sigma_{zul} = 150$ bis 250 kN/m^2 auszugehen. Diese Angaben sind nach Vorlage einer konkreten Planung zu überprüfen.

Bauwerksgründungen kommen im Gewann **Benzengärtle** bei **einfacher Unterkellerung** in den sandigen Bachablagerungen unterhalb des Grundwasserspiegels zu liegen. Daher sind in den Untergrund einbindende Gebäudeteile grundsätzlich wasserdicht und auftriebssicher auszubilden.

Im Bereich **Friedrichsberg** kommen Bauwerksgründungen bei **einfacher Unterkellerung** im Löß zu liegen. Bei den angetroffenen Verhältnissen tritt versickerndes Niederschlagswasser sowie eventuell auftretendes Schicht bzw. Hangwasser in die wiederverfüllten Arbeitsräume ein und wirkt als drückendes Wasser auf die ins Erdreich einbindenden Bauteile (s. DIN 4095, Dränung zum Schutz baulicher Anlagen und DIN 18 195, Bauwerksabdichtungen). Daher muß eine Dränage nach DIN 4095 hergestellt werden (maßgebend ist der Fall b nach Abschnitt 3.6 der DIN 4095). Die Dränage ist filterfest auszubilden und muß mit Spülstutzen oder Kontrollschächten zur Wartung und Reinigung ausgestattet werden. Kiespolster unter den Bodenplatten (s. u.) sind als wesentliche Bestandteile in die Dränage einzubinden. Die Ableitung des anfallenden Dränagewassers kann über Sickerrigolen in den Löß erfolgen (s. Abschnitt 4.6). Bei der Anordnung der Sickerrigolen ist zu beachten, daß sie nicht im Lastabtragungsbereich der Gebäude zu liegen kommen.

Der obere Bereich der Arbeitsraumverfüllung sollte mit einem gering durchlässigen Material erfolgen. Ziel dieser Maßnahme ist es, möglichst wenig Niederschlagswasser in die Arbeitsraumverfüllung eindringen zu lassen. Falls die in Abschnitt 3.4 vorgeschlagene, weitere Erkundung der Wasserverhältnisse im Bereich Friedrichsberg ergibt, dass einfach unterkellerte Bauwerke im Schwankungsbereich des Hang- bzw. Schichtwassers liegen, sind in den Un-

tergrund einbindende Gebäudeteile grundsätzlich wasserdicht und auftriebssicher auszubilden.

Im gesamten Baugebiet werden unterkellerte Wohnhäuser zweckmäßigerweise auf tragenden Bodenplatten gegründet. Angaben zur Dimensionierung der Bodenplatten können erst nach Vorlage einer konkreten Planung für eine beabsichtigte Bebauung erfolgen. Die Bodenplatten sollten aus Gründen des Baubetriebes und wegen notwendiger Dränagemassnahmen (s. o.) auf einer mindestens 0,15 m mächtigen, kapillARBrechenden Schicht aus DränKies (16/32) aufliegen. Damit die Filterstabilität gewährleistet ist, muß unter dem Rollkiespolster ein Geotextil (Filtervlies, Flächengewicht $g \geq 200 \text{ g/m}^2$, wirksame Öffnungsweite $d_w \leq 0,1 \text{ mm}$) angeordnet werden. Stark aufgeweichtes bzw. aufgelockertes Bodenmaterial im Bereich der Gründungssohlen ist zu entfernen. An diesen Stellen sind die Kiespolster entsprechend zu verstärken.

Da die im Gründungsbereich vorhandenen Böden wasser- und frostempfindlich sind, sind die Gründungsarbeiten den Witterungsverhältnissen anzupassen.

Für den Aushub von Baugruben sowie für die Anlage von Baugrubenböschungen gelten die Angaben für den Leitungsbau in Abschnitt 4.2 entsprechend.

Die hier getroffenen Angaben sind allgemeiner und orientierender Art und ersetzen nicht geotechnische Untersuchungen und Beratungen für einzelne Bauobjekte.

4.5 Verwendung des Aushubbodens

Der im Baufeld vorhandene Mutterboden, die Bachablagerungen und der Löß können nur für untergeordnete Schüttungen (z. B. Geländemodellierungen) verwendet werden, wo spätere Setzungen und Nachsackungen in Kauf genommen werden können.

4.6 Versickerung von Niederschlagswasser

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist im Gewinn **Benzengärtele** nicht möglich, da die Bachablagerungen mit einem geschätzten k_f -Wert von $1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ eine zu geringe Durchlässigkeit aufweisen und das Grundwasser bis wenig unter die GOF ansteigen kann.

Im Bereich **Friedrichsberg** wäre eine Einleitung des Niederschlagswassers über Sickerrigolen in den etwas besser durchlässigen Löß denkbar. Allerdings liegt der Löß mit einem geschätzten k_f -Wert von $1 \cdot 10^{-7}$ bis $1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ an der unteren Grenze der nach **Arbeitsblatt**

ATV-DVWK-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Januar 2002) zulässigen Durchlässigkeit im Versickerungsbereich, was bei Planung, Dimensionierung und Bau der Versickerungsanlagen zu berücksichtigen ist. Gegebenenfalls ist die Versickerungsleistung an den vorgesehenen Stellen durch Feldversuche zu ermitteln. Zur Gewährleistung der Entwässerung bei Hochwasser oder nach starken Niederschlägen wäre in jedem Fall ein Überlauf zur schadlosen Ableitung des Wassers vorzusehen. Bei der Anordnung von Sickerrigolen ist zu beachten, daß sie nicht im Lastabtragungsbereich von Gebäuden zu liegen kommen und der durch die Versickerung resultierende bereichsweise Grundwasseranstieg keine unterirdischen baulichen Anlagen beeinträchtigt.

Nach Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 muß das Niederschlagswasser, das potentiell verunreinigt ist, über eine belebte Bodenzone eingeleitet werden (Kombination von Mulden- und Rigolenversickerung).

5. Abschließende Bemerkungen

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen kann das geplante Baugebiet erschlossen werden.

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die in Abschnitt 2 genannten Unterlagen zugrunde. Nach Vorlage einer konkreten Planung für die Erschließung müssen die Aussagen hinsichtlich des endgültigen Planungsstandes ausgewertet werden.

Für die jeweiligen Bauvorhaben empfehlen wir, weitere gezielte geotechnische Untersuchungen durchführen zu lassen.

Für weitere Fragen und Auskünfte stehen wir gerne zur Verfügung.


(Lohenkugel)

Laboruntersuchungen

Projekt: Baugebiet Friedrichsberg/Benzengärtele

Ort: Friesenheim-Heiligenzell

Auftrag: 03115a/L

Aufschluss	Entnahme-		natürlicher Wassergehalt w_n ²⁾ [%]	Fließgrenze (Anlage) w_L ²⁾ [%]	Ausroll- grenze w_P ²⁾ [%]	Plastizitäts- zahl I_P ²⁾ [%]	Zustands- zahl I_c ²⁾	organische Bestandteile [%]
	tiefe [m]	art ¹⁾						
SCH1	1,4-1,6	GP	25,4	27,5	24,2	3,3	0,64	
	3,0-3,2	GP	37,3	31,6	24,0	7,6	-0,74	4,6
	3,6-3,8	GP						5,2
SCH2	0,9-1,1	GP	23,6	27,6	23,9	3,7	1,08	
	2,4-2,6	GP	24,8					

¹⁾ SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe

Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

Projekt: Baugebiet
Friedrichsberg/Benzengärtle
Friesenheim-Heiligenzell

Projekt-Nr.:
03115a/L

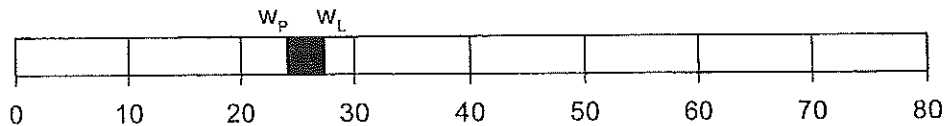
Datei:
03115-01

Labor-Nr.: 1
Entnahmestelle: SCH1
Tiefe [m]: 1,40-1,60
Bearbeiter: Köhl
Datum: 13.05.03

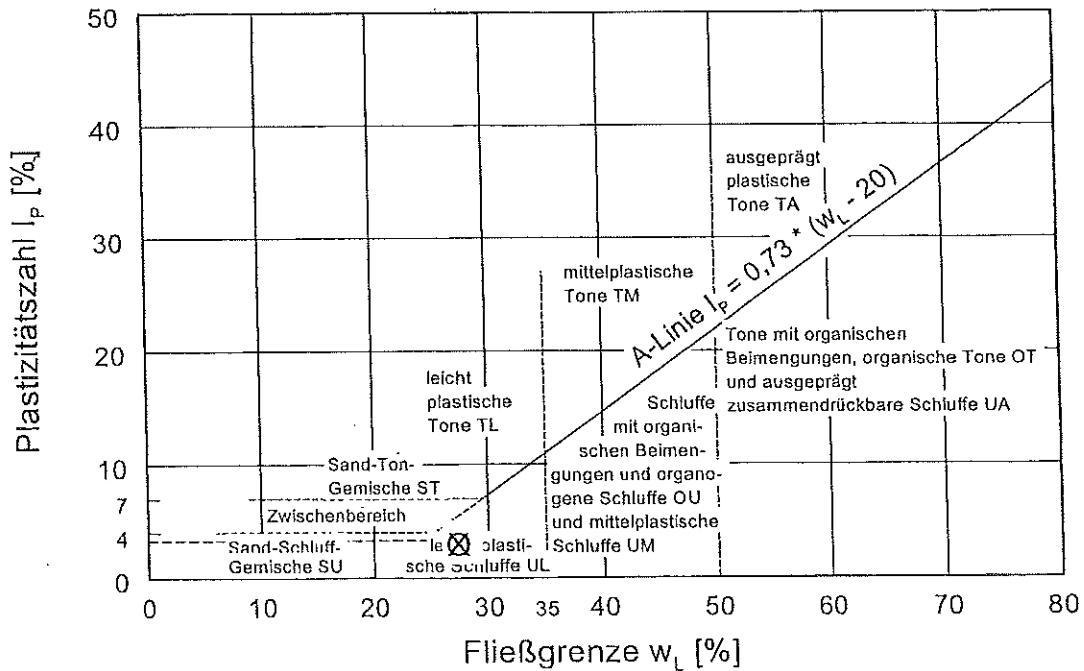
Versuchergebnisse:

Wassergehalt $w = 25.4 \%$
Fließgrenze $w_L = 27.5 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 24.2 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 3.3 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 0.64$

Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]

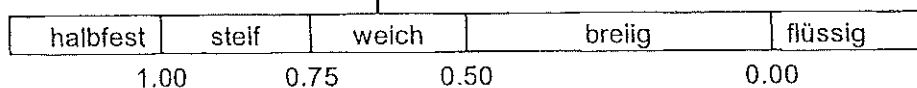


Plastizitätsdiagramm



Zustandsform

$I_c = 0.64$



Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

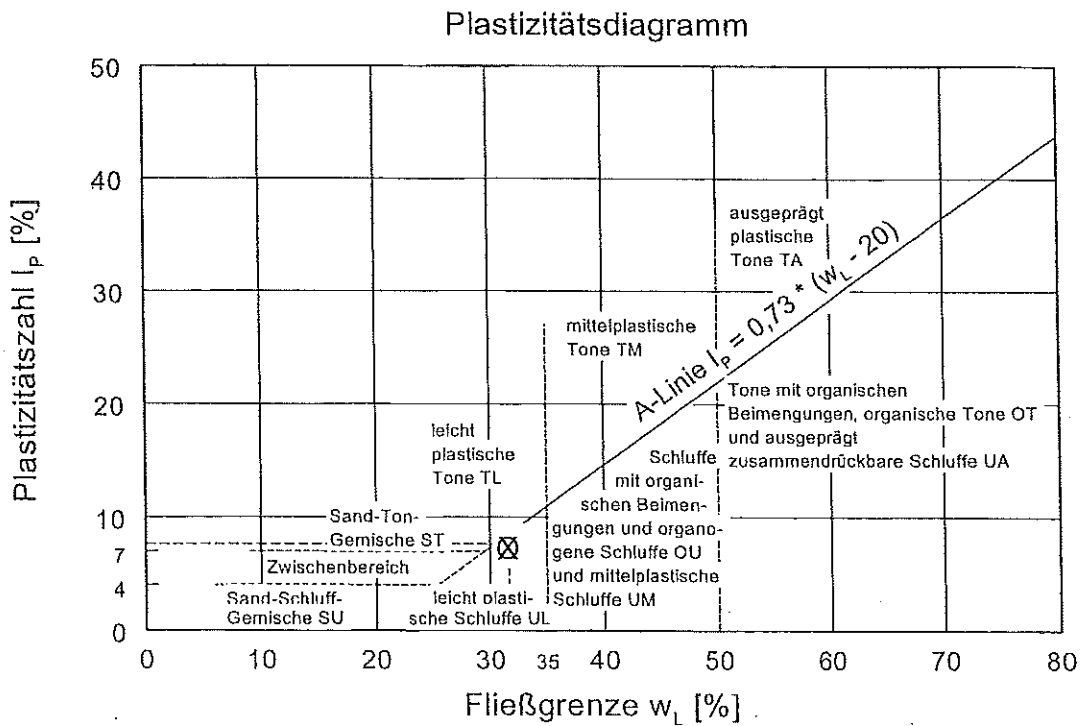
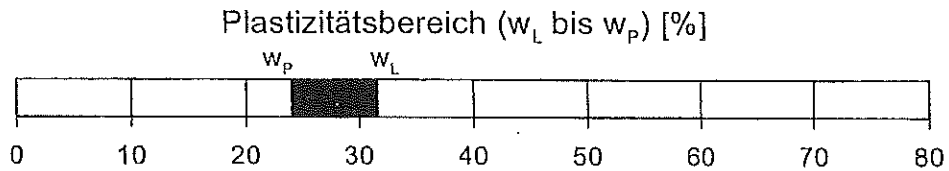
Projekt: Baugebiet
Friedrichsberg/Benzengärtle
Friesenheim-Heiligenzell

Projekt-Nr.:
03115a/L

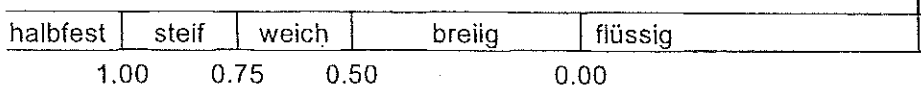
Datei:
03115-02

Labor-Nr.: 2
Entnahmestelle: SCH1
Tiefe [m]: 3,00-3,20
Bearbeiter: Köhl
Datum: 13.05.03

Versuchergebnisse:
Wassergehalt $w = 37.3 \%$
Fließgrenze $w_L = 31.6 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 24.0 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 7.6 \%$
Konsistenzzahl $I_c = -0.74$



Zustandsform



Bestimmung des organischen Bestandteils

Projekt: Baugebiet Benzengärtle/Friedrichsberg					
Ort: Friesenheim-Heiligenzell					
Auftrag: 03115a/L					
Datum: 16.05.03			Ausgeführt: Rees		
Entnahmestelle:	SCH1		SCH1		
Tiefe [m]:	3,0-3,2		3,6-3,8		
Labor-Nr.:	2		3		
Behälter-Nr.:	g21	g23	g2	g11	
A: Probe_{tr} + Behälter	[g]	189,87	199,32	199,38	172,28
B: Probe_{oxid.} + Behälter	[g]	189,40	198,88	198,85	171,77
C: Behälter	[g]	179,91	189,33	189,42	162,28
A - B	[g]	0,47	0,44	0,53	0,51
A - C	[g]	9,96	9,99	9,96	10,00
org. Bestandteil	[%]	4,7	4,4	5,3	5,1
gemittelter org. Bestandteil	[%]	4,6		5,2	
Entnahmestelle:					
Tiefe [m]:					
Labor-Nr.:					
Behälter-Nr.:					
A: Probe_{tr} + Behälter	[g]				
B: Probe_{oxid.} + Behälter	[g]				
C: Behälter	[g]				
A - B	[g]				
A - C	[g]				
org. Bestandteil	[%]				
gemittelter org. Bestandteil	[%]				
Bemerkung:					

Projekt: Erschließung Baugebiet "Benzengärtle/Friedrichsberg"

Ort: Friesenheim-Heiligenzell

Auftrag: 03115a/L

Maßgebende Angaben zu Bodenklassifikation, Bodenkennwerten und Schichtenaufbau

Bodenschicht	Boden- und Feisklassen nach DIN 18300 ¹⁾ (bis Gründungssohle)	Bodengruppen nach DIN 18196 ²⁾	Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-SIB94 ³⁾ (im Bereich der Frosteindehnung)	Schichtunterkante unter GOK [m]	Feucht-/Auftriebswichte cal γ _{γ'} [kN/m ³]	Scherfestigkeitseigenschaften des drainierten Bodens		maßgebender Steifemodul bei Erst-/Wiederbelastung cal E _s /E _w [MN/m ²]	Durchlässigkeitsbeiwert (geschätzt) k _i [m/s]
						Reibungswinkel cal φ [°]	Kohäsion cal c' [kN/m ²]		
bindige Bachablagerungen	4, 2 bei Wassersättigung	UL	F3	bis ca. 2,5	19/10	25	0	5/15	10 ⁻⁸ - 10 ⁻⁶
sandige Bachablagerungen	4, 2 bei Wassersättigung	ST	F3	über 5,0	19/10	28	0	5/15	10 ⁻⁸ - 10 ⁻⁶
Löß	4, 2 bei Wassersättigung	UL	F3	über 5,0	20/10	30	0	7/21	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁵

¹⁾ Boden- und Feisklassen nach DIN 18300:

Die Angabe der Bodenklasse gilt nur für die Lösbarkeit der Erdstoffe, nicht jedoch für deren Ablagerung, die durch möglicherweise enthaltene Altlasten eingeschränkt sein kann.

- 1: Oberboden
- 2: Fließende Bodenarten
- 3: Leicht lösbare Bodenarten
- 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten
- 5: Schwer lösbare Bodenarten
- 6: Leicht lösbarer Feis und vergleichbare Bodenarten
- 7: Schwer lösbarer Feis

²⁾ Bodengruppen nach DIN 18196:

GE: enggestufte Kiese
GW: weitgestufte Kies-Sand-Gemische
GI: intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
SE: enggestufte Sande
SW: weitgestufte Sand-Kies-Gemische
SI: intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
GU, GU*: Kies-Schluff-Gemische
GT, GT*: Kies-Ton-Gemische
SU, SU*: Sand-Schluff-Gemische
ST, ST*: Sand-Ton-Gemische

³⁾ Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-SIB94

F1: nicht frostempfindlich
F2: gering bis mittel frostempfindlich
F3: sehr frostempfindlich

UL: leicht plastische Schluffe
UM: mittelpastische Schluffe
UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff
TL: leicht plastische Tone
TM: mittelpastische Tone
TA: ausgeprägt plastische Tone
OH: grob-/gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art
OU: Schluffe mit organischen Beimengungen
OT: Tone mit organischen Beimengungen
A: Auffüllungen aus Fremdstoffen