INGENIEUR
GRUPPE
GEOTECHNIK

Sachverständige für Erd- und Grundbau nach Bauordnungsrecht

Beratende Ingenieure VBI
Dipl.-Ing. Robert Breder
Dr.-Ing. Josef Hintner
Dr.-Ing. Thomas Scherzinger
Dr.-Ing. Rüdiger Wunsch
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

für die Erschließung des Neubaugebietes „Belist“ in Lörrach-Haagen

Auftraggeber:	Stadt Lörrach Fachbereich Stadtplanung Luisenstraße 16 79539 Lörrach
Unsere Auftragsnummer:	11056/B-H
Bearbeiter:	Herr Breder/Herr Henrici
Ort, Datum:	Kirchzarten, 28. Juli 2011/lö

Sparkasse Hochschwarzwald:
BLZ 680 510 04 · Konto 4 353 108
Sparkasse Freiburg-Nördl. Breisgau:
BLZ 680 501 01 · Konto 10 030 792

Inhaltsverzeichnis

1	**Veranlassung**	**3**
2	**Unterlagen**	**3**
3	**Baugrund**	**4**
3.1	Baugrunderkundung	4
3.2	Geländeverlauf und Untergrundaufbau	4
3.3	Geotechnische Klassifikationen und Kennwerte	6
3.4	Wasserverhältnisse	6
4	**Geotechnische Randbedingungen für die Erschließung**	**8**
4.1	Allgemeines	8
4.2	Kanalbau	8
4.3	Verkehrsflächen	10
4.4	Allgemeine geotechnische Angaben zum Hochbau	10
4.5	Verwendung des Aushubmaterials	11
4.6	Versickerung von Niederschlagswasser:	11
5	**Schlussbemerkungen**	**13**

Anlagenverzeichnis

1 Lagepläne
- 1.1 Übersichtskarte mit Grundwasserhöhengleichen,
- 1.2 Lageplan mit Grundwasserhöhengleichen für die Stichtagmessung vom 05.05.2011, M 1:1000

2 Ergebnisse der Baugrunderkundung

3 Laborversuche
- 3.1 Tabellarische Zusammenstellung
- 3.2 Korngrößenverteilungen
- 3.3.1-3.3.2 Konsistenzversuche

4 Geotechnische Klassifikationen und Kennwerte

1 Veranlassung

Die Stadt Lörrach plant die Erschließung des ca. 4,4 ha großen Baugebietes „Belist" im Stadtteil Haagen. Die Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten, wurde durch die Stadt Lörrach auf Grundlage des Angebotes vom 30.03.2011 beauftragt, die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse im Rahmen einer ersten Vorerkundung hinsichtlich der geplanten Erschließung zu erkunden und allgemeine geotechnische Angaben zum Kanal- und Straßenbau, zur Bebaubarkeit des Geländes (Hochbau) und zur Versickerung von Niederschlagswasser auszuarbeiten.

Untersuchungen auf Verunreinigungen des Erdreichs im Baubereich waren nicht Bestandteil der Beauftragung. Bei der geotechnischen Auswertung der Untergrundaufschlüsse wurden durch Inaugenscheinnahme sowie durch Geruchsempfindung keine Hinweise auf Verunreinigungen festgestellt.

2 Unterlagen

- **Stadt Lörrach, Fachbereich Stadtplanung:**
  - [U1] Übersichtskarte, M 1:2.000
  - [U2] Mündliche Angaben zum Bauvorhaben
- **Stadt Lörrach, Vermessungsamt:**
  - [U3] Lageplan der Untergrundaufschlüsse mit Höhenangaben, per E-Mail am 05.03.2011 erhalten
- **Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW), Karlsruhe:**
  - [U4] Wasserschutzzonen (über das Internet abrufbar)
- **Ingenieurgruppe Geotechnik GbR, Kirchzarten:**
  - [U5] Protokoll einer Ortsbesichtigung
  - [U6] Geotechnische Berichte zu Bauvorhaben in der näheren Umgebung
  - [U7] Allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)

3 Baugrund

3.1 Baugrunderkundung

Vor Erkundung des Baugrundes wurden die Unterlagen aus dem Archiv der Ingenieurgruppe Geotechnik GbR ausgewertet.

In Abstimmung mit der Stadt Lörrach wurden sechs Untersuchungsstellen festgelegt, die durch das Vermessungsamt Lörrach nach Lage und Höhe im Gelände eingemessen und ausgepflockt wurden.

Der Schichtenaufbau wurde am 04. und 05.05.2011 und durch sechs zwischen 1,9 bis 3,8 m tiefe **Kleinrammkernbohrungen (d = 40 - 80 mm)** erkundet. Die Bohrungen konnten aufgrund der hohen Bohrwiderstände nicht bis in die wasserführenden Schichten des Untergrundes geführt werden, weshalb zusätzlich neben den Bohrungen BS1, BS2 und BS6 drei zwischen ca. 3,7 bis 4,8 m tiefe Rammpegel errichtet wurden. Die Bohrungen wurden nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an die DIN 4022 (Benennen und Beschreiben von Boden und Fels) aufgenommen.

An kennzeichnenden Erdstoffproben aus den Bohrungen wurden **Laborversuche** zur geotechnischen Klassifizierung und zur Festlegung von Bodenkennwerten ausgeführt (tabellarische Zusammenstellung, s. Anlage 3.1, Korngrößenverteilungen, s. Anlage 3.2, und Konsistenzgrenzen, s. Anlage 3.3.1 und 3.3.2).

Im Lageplan der Anlage 1.2 sind die Ansatzpunkte der Untergrundaufschlüsse angegeben. Die Erkundungsergebnisse sind in drei Längsschnitten in der Anlage 2 dargestellt.

In den bauzeitlichen Pegeln und in der amtlichen Grundwassermessstelle 138/073-5 erfolgte am 05.05.2011 und am 25.05.2011 zwei **Stichtagmessungen**.

3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das geplante Neubaugebiet „Belist" liegt am nördlichen Ortsrand des Stadtteils Haagen in Lörrach (vgl. Anlage 1.1), auf der höher gelegenen Flussterrasse der rechten Talseite des Wiesentals (Niederterrasse, s. u.). Das Neubaugebiet wird durch die bestehende Wohnbebauung der Manzentalstraße, der Markgrafenstraße und der Neudorfer Straße eingerahmt und im Norden durch landwirtschaftliche Nutzflächen begrenzt (s. Anlage 1.2). Die Gelände-

oberfläche (GOF) ist weitgehend eben ausgebildet und fällt nach dem Ergebnis der Einmessung [U3] von ca. 308,8 mNN im Norden (bergseits) auf ca. 306,7 mNN im Süden (talseits) ab. Danach liegt das Baugelände etwa 10 m über dem heutigen Talgrund des Wiesentals. Nach Norden geht das Gelände in die angrenzenden Berghänge der Vorbergzone über. Das Gelände war bisher unbebaut und wird landwirtschaftlich genutzt.

Nach der geologischen Karte [U7] sind im Untergrund würmeiszeitliche Niederterrassenschotter (sog. Schwarzwaldkiese) vorhanden, die von einer gering mächtigen Decklage überlagert werden. Nach Archivunterlagen [U7] wird die Basis der Schwarzwaldkiese im Untersuchungsbereich mit ca. 290,0 mNN (talseits) bzw. ca. 300,0 mNN (bergseits) angegeben. Der Tiefere Untergrund im Baugebiet und in den angrenzenden Berghängen wird aus Gesteinen des Keupers und des Unteren Juras aufgebaut.

Das aus den Baugrundaufschlüssen abgeleitete Baugrundmodell ist in der Anlage 2 dargestellt. In den Aufschlüssen wurde unter einer zwischen ca. 0,2 bis 0,45 m dicken Mutterbodenschicht (Ackerboden) folgender Schichtenaufbau festgestellt (s. Anlage 2):

- **Decklage** aus braunen, graubraunen bis rotbraunen, schwach sandigen, schluffigen Tonen, die stellenweise schwach kiesige Anteile führen. Diese bindigen Erdstoffen sind nach DIN 18196 als mittelplastische Tone einzustufen, die nach den ermittelten Wassergehalt zwischen ca. 18 % und 24 % eine steife bis weiche, z.T. halbfeste Konsistenz aufweisen (vgl. Anlage 3.3.1 und 3.3.2). Bereichsweise sind schwach tonige, sandige Schluffe eingeschaltet. Die Decklage reicht bis in wechselnde Tiefe zwischen ca. 0,7 bis 2,3 m unter der GOF, wobei die Dicke bergseits zunimmt.

- **Schwarzwaldkiese (Niederterrassenschotter)** bestehend aus braunen, graubraunen bis rotbraunen, i. d. R. schwach sandigen bis sandigen, z. T. steinigen Kiesen, die mit einzelnen Blöcken durchsetzt sind. Stellenweise sind schwach schluffige, kiesige Sande und schwach tonige Sand-Schluff-Gemische eingeschaltet (s. Anlage 2). Nach der Kornverteilungslinie der Probe MP2 (s. Anlage 3.2) weisen die Schwarzwaldkiese eine Feinkornanteil (d ≤ 0,063 mm) von kleiner 5 Gew.-% auf und sind als „sauber" zu bezeichnen. Erfahrungsgemäß sind in diese Kiessande Lagen/Linsen aus Schluff und Ton eingeschaltet.
  Die Schwarzwaldkiese sind in einer zwischen ca. 0,5 bis 1,0 m dicken Übergangszone zur Decklage schwach verschlufft, hier wurde einen Feinkornanteil von ca. 11 Gew.-% ermittelt (s. Anlage 3.2, Probe MP1). Entsprechend den Archivunterlagen

[U7] kann für die Schwarzwaldkiese eine Dicke zwischen ca. 8 m (bergseits) und ca. 17 m (talseits) grob abgeschätzt werden (s. o.).

Festgesteine des **Tieferen Untergrundes** aus überwiegend Ton-/Mergelsteinen des Keupers und des Unteren Juras wurden in den Bohrungen nicht aufgeschlossen.

3.3 Geotechnische Klassifikationen und Kennwerte

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten kann von den in der Anlage 4 angegebenen Bodenklassen ausgegangen werden.

3.4 Wasserverhältnisse

Allgemeine Angaben zu den Grundwasserverhältnissen: Im Raum Haagen ist im tiefergelegenen Wiesental ein zusammenhängender Grundwasserspiegel (GWS) vorhanden, dessen Grundwasserleiter die durchlässigen Wiesenschotter (Schwarzwaldkiese) sind. Nach der amtlichen Grundwasserhöhengleichenkarte für die Stichtagsmessung vom 20.10.1986 (typische „mittlere Grundwasserverhältnisse", [U7]) zur Folge strömt das Grundwasser im Wiesental mit einem Gefälle mit 0,7 % Richtung Südwesten (s. Anlage 1.1).

Das Neubaugebiet befindet sich nach der o. g. Karte im Randbereich des Grundwasseraquifers des Wiesentals. Erfahrungsgemäß ist in diesen Randzonen mit wechselhaften Wasserdurchlässigkeiten der Untergrundschichten zu rechnen, die zu zeitlich und räumlich unabhängigen Wasserführungen oberhalb des Grundwassers führen, sog. Schichtwasser bzw. „schwebendes Grundwasser". Ferner sind die Ton- und Tonmergelsteine des Tieferen Untergrundes als Grundwassergeringleiter (Stauer) einzustufen.

Nach der Datenbank des LUBW [U4] liegt das Baugebiet in der Wasserschutzzone III.

Festgestellter Grundwasserstand: Während der Bohrarbeiten am 04. und 05.05.2011 wurden die Schwarzwaldkiese in den tieferen Zonen in einem sehr feuchten bis nassen Zustand angetroffen.

In den bauzeitlichen Pegeln sowie in der amtlichen Grundwassermessstelle 138/073-5, die etwa 500 m südlich des geplanten Baufeldes im tiefer gelegenen Wiesental liegt, wurden am 05.05.2011 und am 25.05.2011 folgende Wasserstände gemessen:

Messstelle	Datum	Wasserspiegel [mNN]	Flurabstand [m]
BS1	05.05.2011	303,65	4,37
BS2	05.05.2011	303,76	2,93
BS6	05.05.2011	304,21	3,60
138/073-5	05.05.2011	294,33	-
BS1	25.05.2011	kein Wasser	>4,6
BS2	25.05.2011	kein Wasser	>3,5
BS6	25.05.2011	303,59	4,22
138/073-5	25.05.2011	294,18	-

In der amtlichen Grundwassermessstelle 138/073-5 wurden Wasserstände in Höhe von ca. 294,33 mNN bzw. 294,18 mNN gemessen, die ca. 0,3 m bzw. 0,45 m unter dem langjährigen Mittelwasserstand (MW) von ca. 294,63 mNN lagen und in etwa dem Grundwasserstand der o.g. Stichtagsmessung vom 20.10.1986 entsprechen. Danach kann für das Baugebiet mit der o.g. hydrologischen Karte ein Grundwasserstand im Mittel von ca. 297,5 mNN extrapoliert werden (s. Anlage 1.1), was einem mittleren Flurabstand von ca. 10 m entspricht.

Im Untersuchungsbereich wurden Ruhewasserstände zwischen ca. 303,65 mNN und 304,21 mNN gemessen, die etwa 7,5 m über dem Grundwasserstand im Wiesental lagen. Bei den im Baugebiet festgestellten Wasserständen handelt es sich um sog. Schichtwasser bzw. "schwebendes Grundwasser", das oberhalb des eigentlichen Grundwasser liegt.

Für das geplante Baugebiet wurden die Höhengleichen des Ruhewasserstandes der Stichtagsmessung vom 05.05.2011 ermittelt und in den Lagenplan der Anlage 1.2 übertragen. Danach strömt das Schichtwasser/"schwebende Grundwasser" mit einem Gefälle von ca. 0,4 % etwa Richtung Südwesten. Die Flurabstände betragen in den bergseitigen Bohrungen (BS1, BS5 und BS6) zwischen ca. 3,6 m und 4,9 m sowie in den talseitige (BS2, BS3 und BS4) zwischen ca. 2,7 und ca. 3,0 m.

Grundwasserschwankung und Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand):
Für das tief liegende Grundwasser im Baugebiet kann mit Hilfe der o.g. Karte und der amtlichen Grundwassermessstelle 138/073-5, von der langjährige Grundwasserstandsmessungen (Zeitraum 1979 bis 2008, [U7]) vorliegen, ein höchster Hochwasserstand (HHW) von ca. 299,0 mNN bzw. einem Flurabstand von ca. 8,5 m grob abgeschätzt werden.

Für das im Baugebiet vorhandene Schichtwasser/"schwebende Grundwasser" können genauere Angaben zur Schwankungsbreite nicht gemacht werden. Beobachtungen über einen längeren Zeitraum fehlen.

Nach den im Baugebiet gemessenen Wasserständen (s. o.) unterliegt das angetroffene Schichtwasser/"schwebende Grundwasser" großen Schwankungen, weshalb insbesondere nach langanhaltender feuchter Witterung ein Anstieg des Wassers bis an die derzeitige GOF nicht ausgeschlossen werden kann.

4 Geotechnische Randbedingungen für die Erschließung

4.1 Allgemeines

Im Untergrund ist eine zwischen ca. 0,3 bis 2,0 m dicke Decklage aus überwiegend bindigen Erdstoffen vorhanden, die als bedingt tragfähig einzustufen sind und eine geringe Scherfestigkeit sowie eine starke Zusammendrückbarkeit aufweisen. Ferner sind sie sind stark wasser- und frostempfindlich. Darunter folgen i. d. R. die gut tragfähigen Schwarzwaldkiesen, die im Übergangsbereich zur Decklage bei vergleichsweise hohem Feinkornanteil als bedingt tragfähig einzustufen sind.

Im Untersuchungsbereich ist ein Schichtwasser/"schwebender Grundwasser"-Horizont vorhanden, der starken Schwankungen unterliegt und bis an die derzeitige GOF ansteigen kann. Das eigentliche Grundwasser liegt tief.

Über die Erschließungsmaßnahmen liegen noch keine genaueren Planunterlagen vor [U2].

4.2 Kanalbau

Ausgehend von üblichen Kanaltiefen von ca. 2,5 bis ca. 3 m Tiefe, werden die Kanalsohlen i.d.R. in den gut tragfähigen Schwarzwaldkiesen liegen (vgl. Anlage 2). Bereichsweise sind auch schwach verschluffte Kiese der Übergangszone sowie Linsen/Lagen aus Sand-Schluff-Gemischen vorhanden, die eine geringere Tragfähigkeit aufweisen. Sind geringere Kanaltiefen vorgesehen, so werden die Sohlen insbesondere im bergseitigen Baugebietsteil in den bedingt tragfähigen Erdstoffen der Decklage zu liegen kommen.

Rohrauflager: Bei der Bemessung von Rohrleitungen ist je nach Einbindetiefe die geringe Tragfähigkeit und die Witterungsempfindlichkeit der Erdstoffe der Decklage und der schwach verschlufften Schwarzwaldkiese der Übergangszone als Leitungsauflager zu berücksichtigen. Im Bereich von feinkörnigen und bei aufgeweichten gemischtkörnigen Böden in den Gründungssohlen ist eine mechanisch filterfeste mindestens 20 cm dicke Tragschicht aus sauberem Kiessand o. dgl. einzubauen. Die Anforderungen an das Rohrauflager sind mit dem Bohrhersteller abzustimmen.

Baugruben: Grundsätzlich sind bei der Planung und der Ausführung von Gräben die Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau) zu beachten. Kanalsohlen schneiden in den Schwankungsbereich des Schichtwassers/"schwebenden Grundwassers" ein, das zeitlich starken Schwankungen unterliegt.

Wasserhaltung: Bei erhöhten Wasserständen ist eine Wasserhaltung erforderlich. Für die mögliche offene Wasserhaltung kann z. B. unterhalb der Kanalrohre eine mindestens 0,2 dicke Tragschicht als Flächendrän angeordnet werden. Das einsickernde Wasser ist dann über örtliche Pumpensümpfe abzuführen. Ggf. ist eine bauzeitliche Dränage mitzuführen (die Dränleitung ist nach der Maßnahme zu verdämmen). Der Einbau der Dränschicht unterhalb des vorhandenen Wassers muss im Andeckverfahren erfolgen. Um eine dauerhafte Dränagewirkung der Tragschicht/Dränschicht zu vermeiden, sind im Kanalgraben im Abstand von ca. 50 m abdichtende Querschotten anzuordnen. Für die Schwarzwaldkiese kann ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f zwischen $5 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s abgeschätzt werden (s. u.).

Grabenverfüllungen: Der Leitungsgraben und die Grabenverfüllungen müssen kraftschlüssig und mit ausreichender Verdichtung nach der Vorgabe der ZTVE-StB09 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) erfolgen. Es empfiehlt sich der Einbau von wenig witterungsempfindlichen, gut verdichtbaren, körnigen Erdstoffen (z. B. filterfeste sandreiche Kiessande (Sandanteil ≥ 25 Gew.-%, z. B. GW, GI gemäß DIN 18196). Falls Aushubboden wieder eingebaut werden sollte, darf dieser während der Lagerung nicht vernässen bzw. muss dieser vor dem Wiedereinbau auf einen geeigneten Wassergehalt abgetrocknet werden.

4.3 Verkehrsflächen

Der Straßenaufbau muss grundsätzlich den Vorgaben ZTVE-StB09 und RStO 01 genügen.

Frostschutz- und Tragschicht: Nach Abschieben des Mutterbodens sind im Erdplanum weitgehend die bindigen Erdstoffe der Decklage vorhanden. Die erforderliche Dicke der Frostschutzschicht und einer ggf. zusätzlichen Tragschicht ergibt sich u. a. aus der Frostempfindlichkeitsklasse der Erdstoffe im Planum und deren Tragfähigkeit. Ausgehend von der Annahme einer Straßenbauklasse V/VI nach RStO 01 (Anliegerstraße, befahrbarer Wohnweg), einer Frosteinwirkungszone I sowie ungünstigen Wasserverhältnissen ergibt sich eine erforderliche Gesamtdicke des frostsicheren Straßenaufbaus nach RStO 01 von D_{Frost} = 55 cm. Außerdem ist davon auszugehen, dass im Erdplanum die geforderte Tragfähigkeit des Untergrundes von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² auch durch Nachverdichten nicht erreicht wird. Es ist daher eine zusätzliche Tragschicht aus körnigen, gut gestuften und gut verdichtbaren Erdstoffen unter der Frostschutzschicht vorzusehen. Ausgehend von einem geschätzten Wert $E_{V2} \geq 25$ MN/m² im Erdplanum nach Nachverdichtung (durch statische Plattendruckversuche gem. DIN 19196 nachzuweisen) ergibt sich dann eine Dicke der zusätzlichen Tragschicht von ca. 20 cm. Die Schichtdicke der zusätzlichen Tragschicht ist lokal abhängig von den auf dem Erdplanum erreichten E_{V2}-Werten anzupassen. Auf einen zusätzlichen Bodenersatz kann verzichtet werden, wenn die Tragfähigkeit des Erdplanums durch Bindemittelzugabe dauerhaft auf $E_{V2} \geq 45$ MN/m² verbessert wird, was in einem Testfeld durch Plattendruckversuche nachzuweisen ist. Die feinkörnigen Erdstoffe der Decklage sind witterungs- und frostempfindlich, weshalb das Erdplanum nur in kleinen, der Witterung angepassten Abschnitten freizulegen und mit dem Bodenersatz bzw. der Frostschutz-/Tragschicht umgehend abzudecken ist.

Das Planum darf nicht mit schweren Baufahrzeugen bzw. Radfahrzeugen befahren werden.

Entwässerung der Tragschicht: Da die Erdstoffe der Decklage als sehr gering wasserdurchlässig einzustufen sind, ist die Frostschutz-/Tragschicht zu entwässern, damit sich einsickerndes Niederschlagswasser in der Frostschutz-/Tragschicht nicht aufstauen kann.

4.4 Allgemeine geotechnische Angaben zum Hochbau

Die im Untergrund vorhandenen Erdstoffe der Decklage sind für eine Abtragung der Bauwerkslasten als bedingt geeignet einzustufen. Dagegen sind die tragfähigen Schwarzwald-

kiese für die Abtragung der Bauwerkslasten gut geeignet. Grundsätzlich können im geplanten Neubaugebiet Gebäude auf Einzel- und Streifenfundamenten in den Schwarzwaldkiesen oder auf einer tragenden Bodenplatte gegründet werden. Werden in den Gründungssohlen aufgeweichte Erdstoffe angetroffen, können auch Bodenersatzmaßnahmen erforderlich werden.

Geplante Unterkellerungen werden in den Schwankungsbereich des Schichtwasser/"schwebenden Grundwassers" einschneiden, weshalb die Untergeschosse gegen drückendes Wasser abgedichtet und auftriebssicher ausgebildet werden müssen (Bemessungswasserstand in Höhe Geländeoberfläche). Unterkellerte Wohnhäuser werden dann zweckmäßigerweise auf tragenden Bodenplatten gegründet.

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

4.5 Verwendung des Aushubmaterials

Die beim Aushub anfallenden Erdstoffe der Decklage können nur für untergeordnete Schüttungen (z. B. Geländemodellierung) verwendet werden, wo spätere Setzungen und Nachsackungen in Kauf genommen werden können, da diese Erdstoffe witterungsempfindlich sind. Die Schwarzwaldkiese sind nach Aussortieren von größeren Steinen ($d \geq 150$ mm) und stark verschlufften Bereichen bei geeigneten Wassergehalten auch für höher wertige Schichtungen, z. B. für den Wiedereinbau in den Kanalgräben oberhalb der Leitungszone, geeignet.

4.6 Versickerung von Niederschlagswasser:

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser", April 2005, sind Schichten des Untergrundes für eine technische Versickerung geeignet, deren Durchlässigkeitsbeiwert k_f bei Wassersättigung im Bereich zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Es wird darauf hingewiesen, dass das Neubaugebiet in der Wasserschutzzone III liegt und hier die entsprechenden Richtlinien und Nutzungsbedingungen zu beachten sind.

Im Baugebiet ist ein Schichtwasser/"schwebendes Grundwasser"-Horizont vorhanden, der zeitlich starken Schwankungen unterliegt (s. Abschnitt 3.4). Angaben zum mittleren Höchstgrundwasserstand (MHW) können derzeit nicht gemacht werden, weshalb die Einhaltung des in der DWA-A 138 geforderten Mindestabstands von 1,0 m der Sohle der Versicke-

rungsanlage zum MHW nicht überprüft werden kann. Im extremen Hochwasserfall kann ein Anstieg bis an die derzeitigen GOF nicht ausgeschlossen werden, was die Versickerungsleistung stark einschränkt bzw. eine Versickerung verhindert. Es sind daher in jedem Fall Notüberläufe vorzusehen.

Erfahrungsgemäß besitzen die bindigen Erdstoffe der Decklage einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f << 10^{-6}$ m/s und sind für eine technische Versickerung nicht geeignet.

Für die Schwarzwaldkiese wurde aus der Sieblinien der Probe MP1 und MP2 (s. Anlage 3.2) mit Hilfe der Kozeny/Carmann-Gleichung der Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone im Bereich zwischen $10^{-6} \leq k_f \leq 5 \cdot 10^{-5}$ m/s ermittelt. Bei dem genannten Werten wurde der anhand der Korngrößenverteilung abgeschätzte Durchlässigkeitsbeiwert entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A138 um den Faktor 5 abgemindert.

Durch Vergleich der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte mit den Vorgaben des Arbeitsblattes DWA-A138 ergibt sich, dass die Schwarzwaldkiese je nach Feinkornanteil für eine technische Versickerung als geeignet bis bedingt geeignet einzustufen sind.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden sicheren Versickerungsleistung ist es erforderlich gehalten, die geplanten Versickerungsanlagen hydraulisch wirksam und mechanisch filterfest über Sickerpackungen o. ä. an die gut durchlässigen, „sauberen" Schwarzwaldkiese (Feinkornanteil < 5 Gew.-%) anzuschließen. Für die Dimensionierung kann dann von einem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert (Bemessungswert) für die „sauberen" Schwarzwaldkiese der gesättigten Zone von **cal $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s** ausgegangen werden.
Um die „sauberen" Schwarzwaldkiese sicher zu erreichen, müssen die Sickerpackungen mindestens 1 m in die „sauberen" Kiese einbinden bzw. im Mittel talseitigen Baugebiet ca. 3 m und bergseitigen Teil ca. 4 m unter die derzeitige GOF geführt werden. Die Herstellung der Sickerpackungen ist bei hohen Wasserständen erheblich erschwert sein. Die Filterfestigkeit der Sickerpackungen gegenüber den Böden der Decklage sowie den schwach schluffigen Schwarzwaldkiesen der Übergangszone können z. B. durch seitlich angebrachte geotextile Vliese hergestellt werden (im Sickerweg dürfen keine Vliese angeordnet werden (z. B. an der Sohle)).

5 Schlussbemerkungen

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. Gegebenenfalls sind danach ergänzende Erkundungen erforderlich.

Für die jeweiligen Bebauungsvorhaben empfehlen wir, ergänzende gezielte geotechnische Untersuchungen durchführen zu lassen.

Henrici
(Projektbearbeiter)

Breder
(Projektleiter)

Ingenieurgruppe
Geotechnik GbR

Lindenbergstr. 12
79199 Kirchzarten

Telefon: (07661) 9391 - 0
Fax: (07661) 9391 - 75
Internet: www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

Übersichtkarte
mit Grundwasserhöhengleichen der Stichtagsmessung vom 20.10.1986 für Mittlere Grundwasserverhältnisse

Projekt: Erschließung Neubaugebiet „Belist“, Lörrach - Haagen

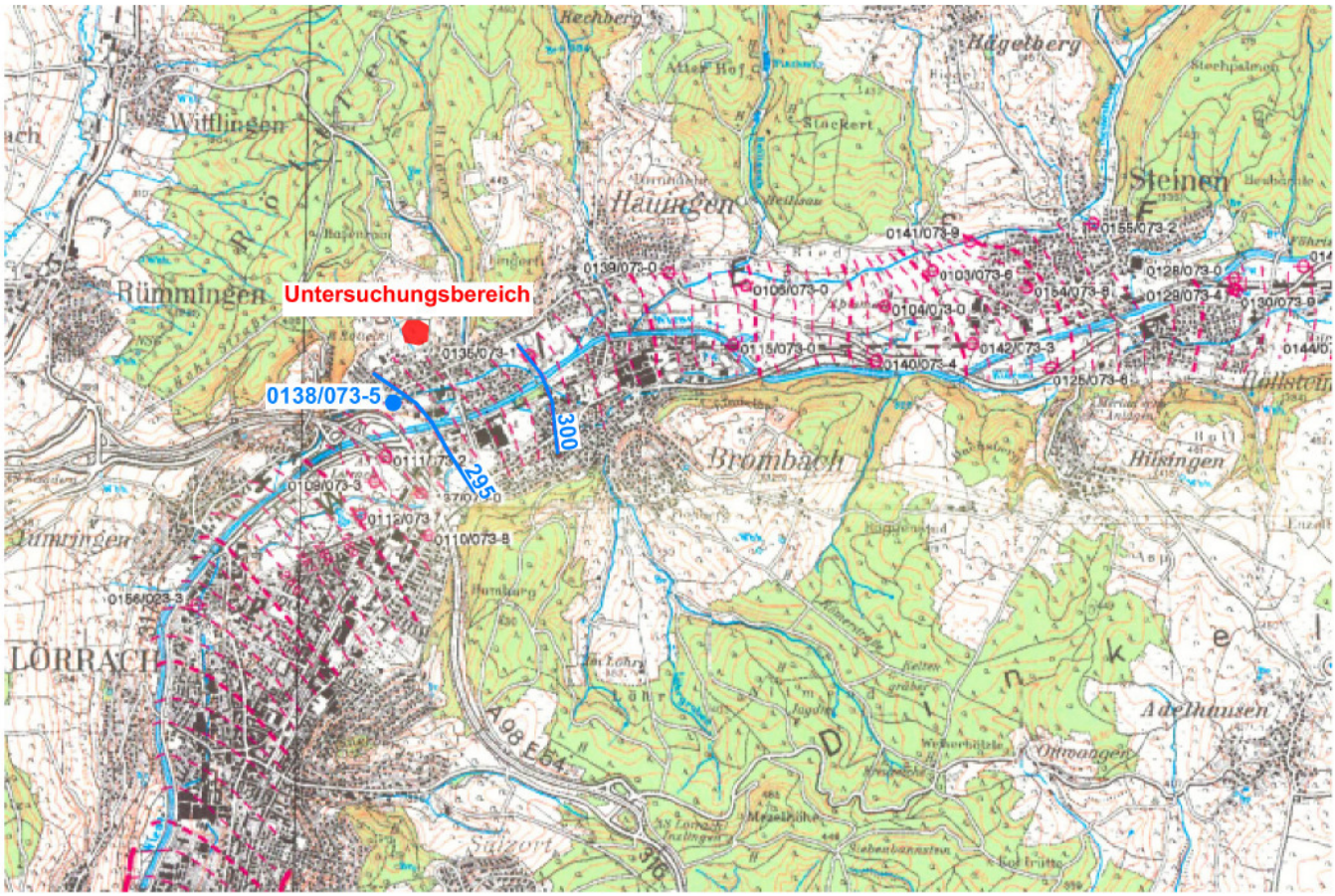
Anlage 1.1

Projekt - Nr.: 11056/B-H

Datum: 19.07.2011/lö

Maßstab: ---

Dateiname: 11056-Anlage 1.1



Zeichenerklärung:

- 138/073-5: amtliche Grundwassermessstelle

Anlage 1.2

Schnitt 1

Schnitt 2

Schnitt 3

BS1 (verpegelt)

BS2 (verpegelt)

BS3

BS4

BS5

BS6 (verpegelt)

Belist

Bodenacker

Erschließungs-
gebiet "Belist"

304,40 mNN

304,20 mNN

304,00 mNN

303,80 mNN

303,60 mNN

Manzentalstraße

Markgrafenstraße

Neudorfer Straße

Zeichenerklärung:

- BS: Kleinrammkernbohrung (d = 40-80 mm)
- 304,00 mNN Höhengleiche der Stichtagmessung vom 05.05.2011

Plangrundlage: Lageplan Bohrlöcher
Aufsteller: Vermessungsamt Stadt Lörrach
per E-Mail am 05.03.2011 erhalten

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR

Lindenbergstr. 12 79199 Kirchzarten
Telefon: (07661) 9391 - 0
Fax: (07661) 9391 - 75
Internet: www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Projekt: Erschließung Neubaugebiet „Belist“,
Lörrach - Haagen

Projekt - Nr.: 11056/B-H

Datum: 19.07.2011/lö

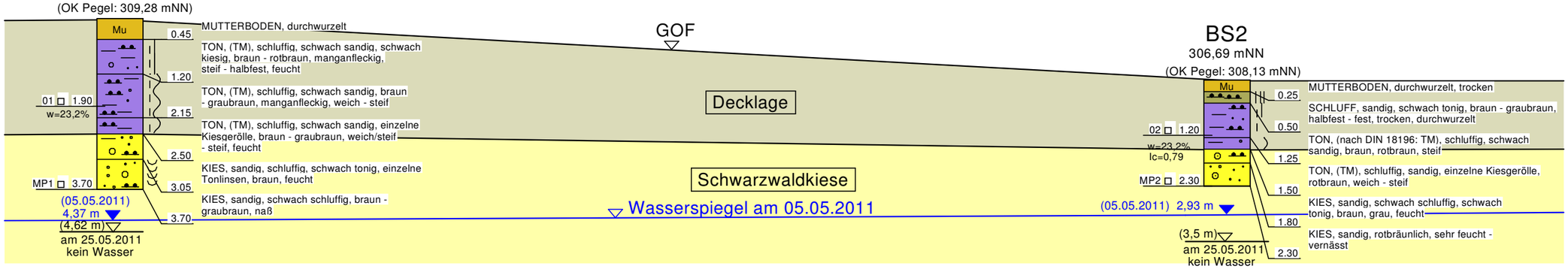
Lageplan
mit Grundwasserhöhengleichen der Stichtagmessung vom 05.05.2011

Maßstab: 1 : 1.000

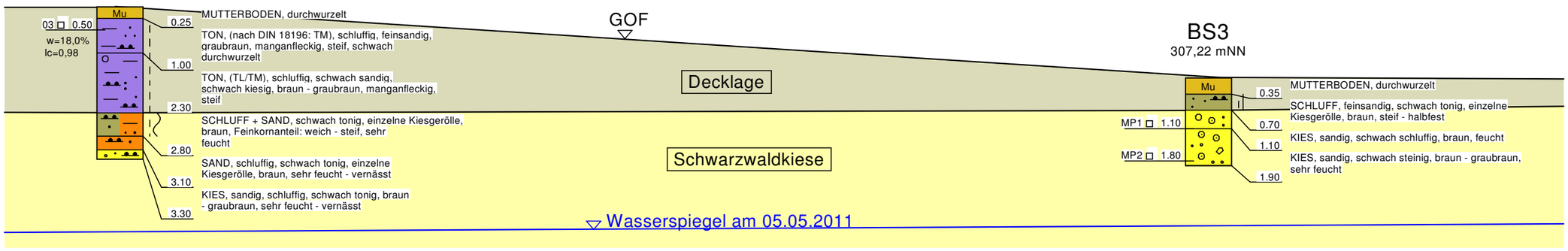
Dateiname: 11056-Anlage 1.2

Anlage 2

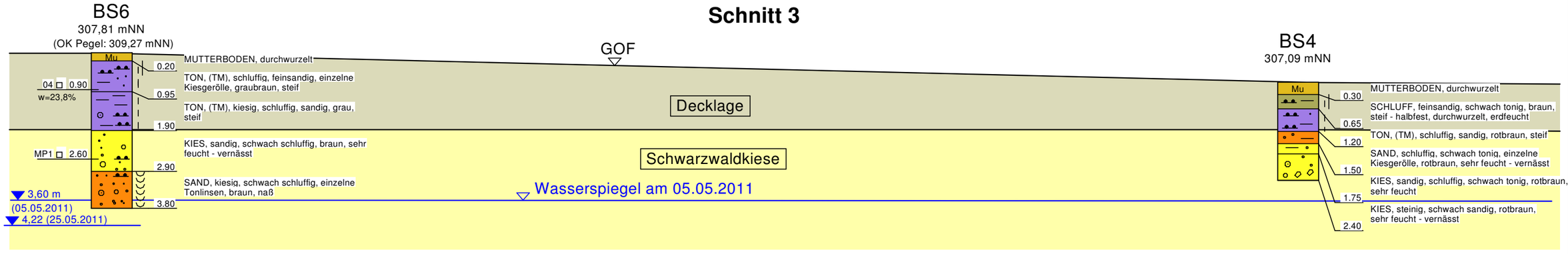
Schnitt 1



Schnitt 2



Schnitt 3



Zeichenerklärung:

BK	Rammkernbohrung	SW	Sickerwasser
BS	Kleinrammkernbohrung	▼ e. GW	Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
SCH	Baggerschurf	▽ a. GW	Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
RS	Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH	2□1,0 m	gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
w	natürlicher Wassergehalt	● 1,0 m	Wasserprobe mit Entnahmetiefe
I_c	Zustandszahl	GOF	Geländeoberfläche
c_u	Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)		

Ergebnisse der Baugrunderkundung

Längsschnitte 1 bis 3

Projekt: Erschließung Neubaugebiet "Belist", Lörrach-Hagen

Ingenieurgruppe Geotechnik GbR
Lindenbergstr. 12
79199 Kirchzarten
Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0
Fax: (0 76 61) 93 91 - 75

Maßstab:	Projekt-Nr.:
M_H: 1:100, M_L: 1:500	11056/B-H
Datei:	Datum:
11056-Anlage 2	19.07.2011/lö

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Laboruntersuchungen

Projekt: **Erschließung Neubaugebiet "Belist"**
Ort: **Lörrach-Haagen**
Auftrag: **11056/B-H**

Aufschluss	Entnahme-tiefe [m]	Entnahme-art[1)]	Labor-Nr.	Bodenbe-zeichnung nach DIN 4022	Boden-gruppe nach DIN 18196	Kornver-teilung Anlage	natürlicher Wassergehalt w_n [%]	Fließgrenze (Anlage) w_L [%]	Ausroll-grenze w_P [%]	Plastizi-tätszahl I_P [%]	Zustands-zahl I_c
BS1	1,4-1,9	GP	01				23,2				
BS2	0,85-1,2	GP	02		TM		18,8	36,6 (3.3.1)	14,1	22,5	0,79
BS5	0,3-0,5	GP	03		TM		18,0	38,3 (3.3.2)	17,5	20,8	0,98
BS6	0,6-0,9	GP	0,4				23,8				
BS1/ BS3/ BS6	3,1-3,7/ 0,8-1,1/ 2,0-2,6	MP	MP1	G, s, u'	GU	3.2					
BS2/BS3	1,85-2,3/ 1,4-1,8	MP	MP2	G, s	GW	3.2					

[1)] SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe, MP: Mischprobe

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK
Ingenieurgruppe Geotechnik GbR
Lindenbergstr. 12
79199 Freiburg
Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0
Fax: (0 76 61) 93 91 - 75

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Siebung

Versuche nach DIN 18123 - 5

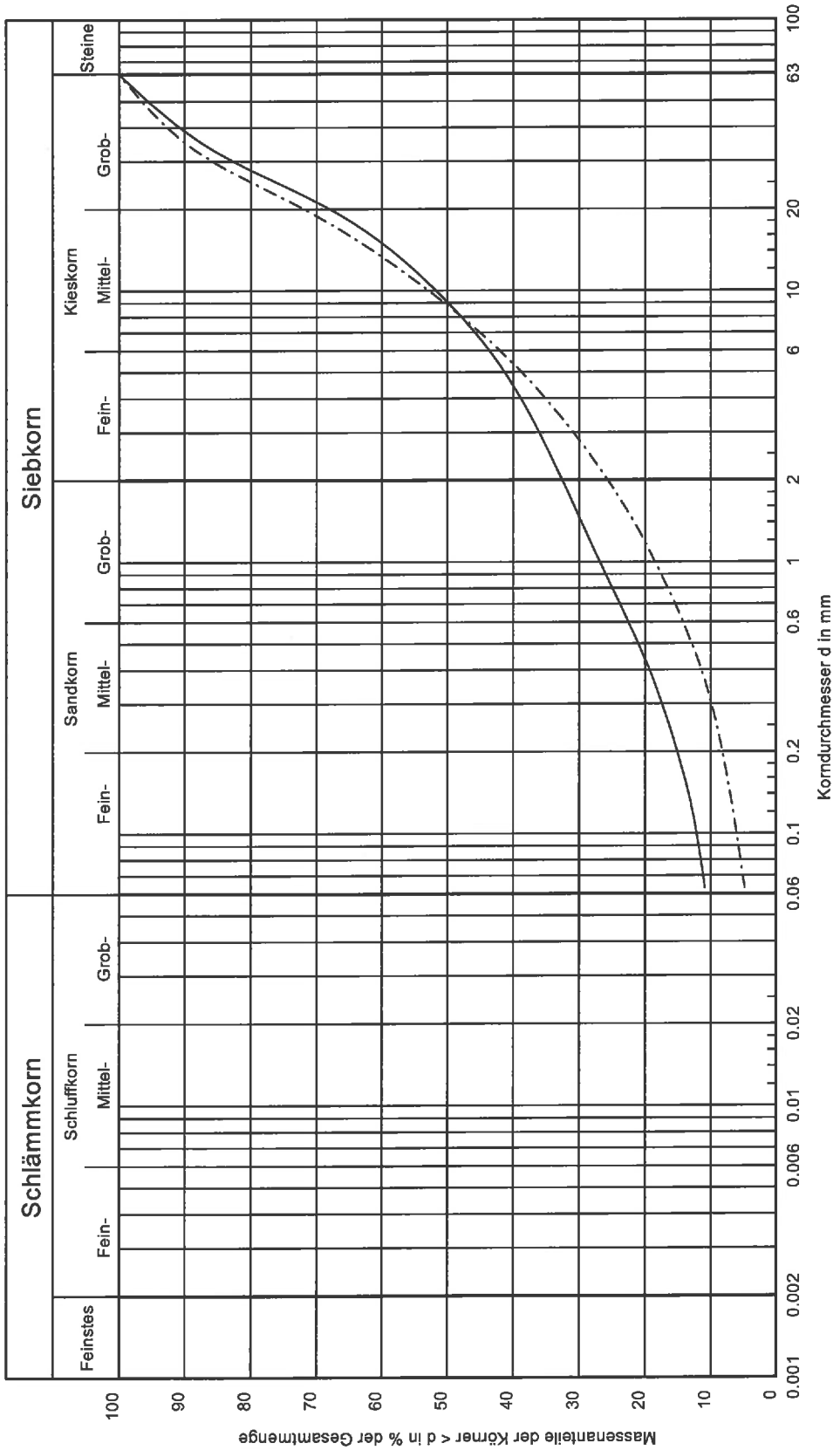
Anlage 3.2

DIN 18123

Projekt: Erschließung Neubaugebiet "Belist", Lörrach - Haagen

Projekt-Nr.: 11056/B-H

Datei 11056-MP1-MP2



Bearbeiter: Erbas Datum: 13.05.2011

	MP1	MP2
Labor-Nr.:		
Signatur:		
Entnahmestelle:	BS1/BS3/BS6	BS2/BS3
Tiefe [m]:	(3,1-3,7/0,8-1,1/2,0-2,6)	(1,85-2,3/1,4-1,8)
U/Cc:	-/-	43.4/1.9
Anteile (T/U/S/G) [%]:	-/10.9/21.7/67.4	-/4.8/20.9/74.3
Bodenart (DIN 4022):	G, s, u'	G, s
Bodengruppe (DIN 18196):	GU	GW

Bemerkungen:

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK
Ingenieurgruppe Geotechnik GbR
Lindenbergstr. 12
79199 Kirchzarten
Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0
Fax: (0 76 61) 93 91 - 75

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben

Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

Anlage 3.3.1

DIN 18 122-1

Projekt: Erschließung Neubaugebiet "Belist", Lörrach - Haagen

Projekt-Nr.: 11056/B-H

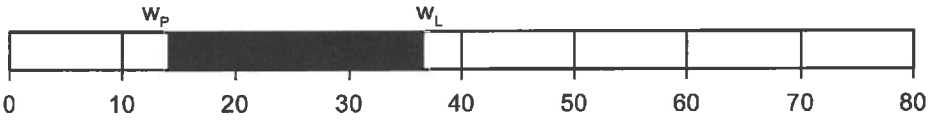
Datei: 11056-02

Labor-Nr.: 02
Entnahmestelle: BS2
Tiefe [m]: 0.85 - 1.20
Bearbeiter: Erbas
Datum: 13.05.2011

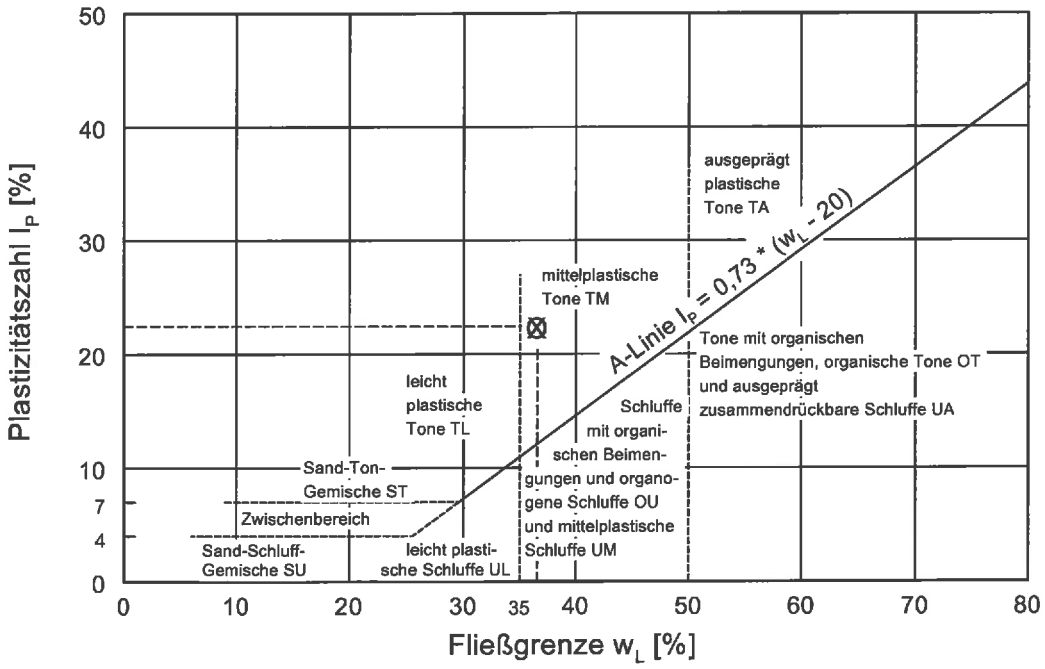
Versuchergebnisse:

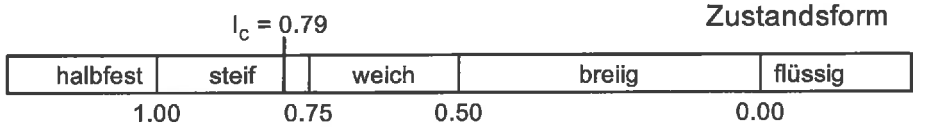
Wassergehalt w =	18.8 %
Fließgrenze w_L =	36.6 %
Ausrollgrenze w_P =	14.1 %
Plastizitätszahl I_P =	22.5 %
Konsistenzzahl I_C =	0.79

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm





INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK
Ingenieurgruppe Geotechnik GbR
Lindenbergstr. 12
79199 Kirchzarten
Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0
Fax: (0 76 61) 93 91 - 75

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben

Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Versuch DIN 18122 - LM und Versuch DIN 18122 - P

Anlage 3.3.2

DIN 18 122-1

Projekt: Erschließung Neubaugebiet "Belist", Lörrach - Haagen

Projekt-Nr.: 11056/B-H

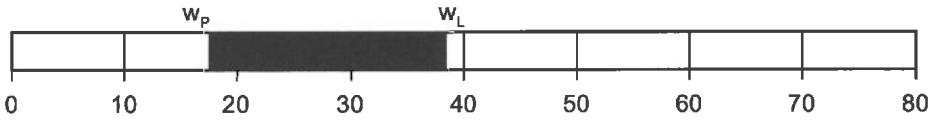
Datei: 11056-03

Labor-Nr.: 03
Entnahmestelle: BS5
Tiefe [m]: 0.30 - 0.50
Bearbeiter: Erbas
Datum: 13.05.2011

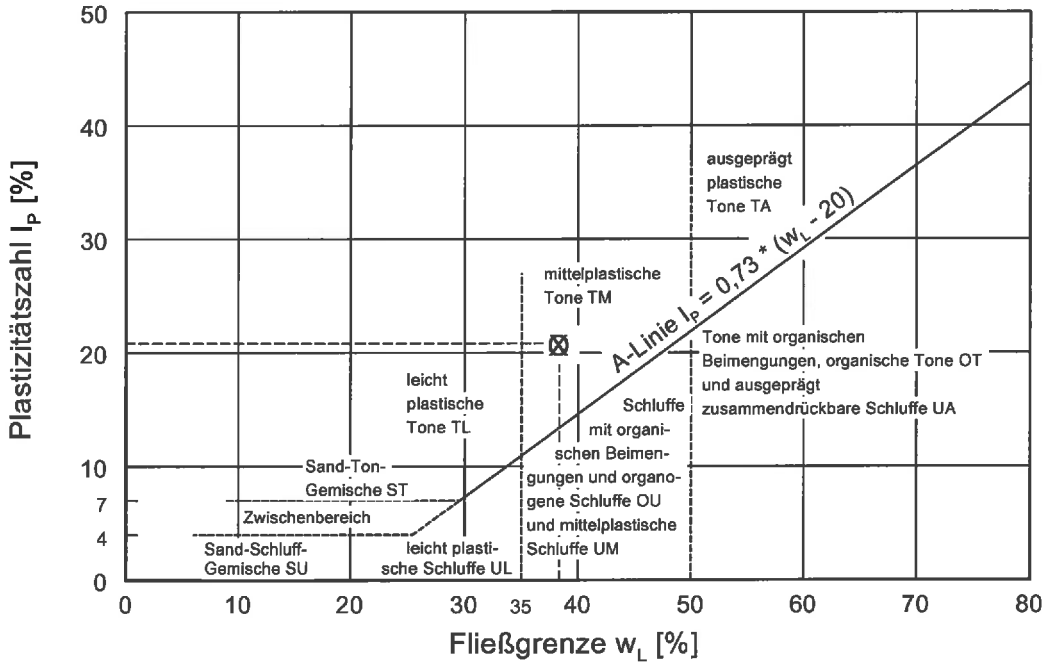
Versuchergebnisse:

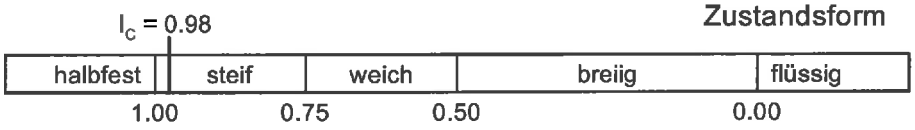
Wassergehalt w =	18.0 %
Fließgrenze w_L =	38.3 %
Ausrollgrenze w_P =	17.5 %
Plastizitätszahl I_P =	20.8 %
Konsistenzzahl I_C =	0.98

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm





INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Projekt: Erschließung Neubaugebiet "Belist"
Ort: Lörrach-Haagen
Auftrag: 11056/B-H

Maßgebende Angaben zu Bodenklassifikation und Schichtenaufbau

Bodenschicht	Boden- und Felsklassen nach DIN 18300[1] (bis Gründungssohle)	Bodengruppen nach DIN 18196[2]	Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB09[3] (im Bereich der Frosteindringung)	Schichtunterkante unter GOK [m]	Feucht-/Auftriebswichte γ_k/γ'_k [kN/m³]
Decklage	4 bei Vernässung 2	TM, UL	F3	0,7-2,3	19/9
Schwarzwaldkies	3, bei hohem Steinanteil: 5	GU, GW	F2	>3,8	21/11

[1] Boden- und Felsklassen 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 Fels und vergleichbare Bodenarten
7: Schwer lösbarer Fels

[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
UL: leicht plastische Schluffe
UM: mittelplastische Schluffe
UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff
TL: leicht plastische Tone
TM: mittelplastische Tone
TA: ausgeprägt plastische Tone
OU: Schluffe mit organischen Beimengungen
OT: Tone mit organischen Beimengungen
HN: nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
HZ: zersetzte Torfe

[3] Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB09
F1: nicht frostempfindlich
F2: gering bis mittel frostempfindlich
F3: sehr frostempfindlich