Dipl.-Geologe Heiner Terton
Sachverständigenbüro für Angewandte Geologie

Beratender Geowissenschaftler BDG

AQS-zertifizierter Probenehmer für Boden, Wasser und Bodenluft

Mitglied im BDG, ITVA und Altlastenforum

Breitestraße 4
72116 Mössingen
Tel: 07473 / 924746
Fax: 07473 / 924747
Mail: GeoTerton@web.de

- Baugrund
- Altlasten
- Brachflächenrecycling
- Selektiver Rückbau
- Gutachten und Bewertung

Dipl.-Geol. H. Terton, Breitestr.4, 72116 Mössingen

Gemeindeverwaltung Hirrlingen
z. Hd. Herrn Bürgermeister Hofelich
Schloßhof 1

72145 Hirrlingen

Mössingen, 03.04.2002

Geologisches Erschließungsgutachten

BV "Hinter der Kirche II"

Erschließung eines neuen Gewerbegebietes

Gemeinde Hirrlingen

Projektnummer: B 020602
Bearbeiter: Dipl.-Geol. H. Terton
Ausfertigungen: 3 (davon eine kopierfähig)

Volksbank Mössingen
BLZ 64161956 . Konto 11222000

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen 2
2. Durchgeführte Untersuchungen 2
3. Untergrundverhältnisse 3
3.1 Lage des Untersuchungsgebietes 3
3.2 Geologischer Überblick 3
3.3 Untergrundverhältnisse im Bereich des Untersuchungsgeländes 3
4. Bodenklassen 5
5. Hydrogeologie 5
6. Versickerungsfähigkeit des Erdreiches 6
6.1 Durchführung eines Sickerversuches zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes (Schurfversickerung) 6
6.2 Rechnerische Ermittlung von Durchlässigkeitsbeiwerten 7
6.3 Schlussfolgerung 8
7. Gründungstechnische Folgerungen 8
8. Wiederverwertung von Erdmaterialien, Arbeitsraumverfüllung 10
9. Baugrubenerstellung und -sicherung 11
10. Schutz von baulichen Anlagen gegen Durchfeuchtung 11
11. Frostsicherheit 12
12. Lage in der Erdbebenzone 13
13. Abschließende Bemerkungen 13

Tabellen:

Tab. 1: Oberkanten der Schichtglieder in m u. GOK und m ü. NN
Tab. 2: Bodenklassen nach DIN 18300
Tab. 3: Wasserstände in den Baggerschürfen, gemessen am 13.03.2002
Tab. 4: Durchlässigkeitsbeiwerte nach BEYER
Tab. 5: Zulässige Bodenpressung für tonige, schluffige Böden - Konsistenz steif / halbfest (gem. DIN 1054, Tab. 5)
Tab. 6: Zulässige Bodenpressung für gemischtkörnige Böden, - Konsistenz steif / halbfest (gem. DIN 1054, Tab. 4)
Tab. 7: Überschlägige erdstatische Kennwerte gemäß DIN 1055 und H. TÜRKE
Tab. 8: Frostsempfindlichkeiten

Anlagen:

Anl. 1: Lage des Untersuchungsgebietes
Anl. 2: Lage der Aufschlusspunkte und Grundwasserfließrichtung
Anl. 3: Schichtenverzeichnisse und graphische Darstellung der Schurfprofile
Anl. 4: Laborprüfberichte

1. Vorbemerkungen

Die Gemeinde Hirrlingen plant die Erschließung und Bebauung eines neuen Gewerbegebietes. Im Rahmen von geologischen Untersuchungen sollen Aussagen über die Eigenschaften des Baugrundes, die Wiederverwertbarkeit des Erdreiches sowie die Versickerungsfähigkeit des Bodens getroffen werden.

Das Sachverständigenbüro für Angewandte Geologie, Dipl.-Geologe H. Terton wurde von der Gemeinde Hirrlingen mit den oben genannten Untersuchungen beauftragt.

Als Arbeitsgrundlagen standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Geologische Karte von Tübingen und Umgebung, Maßstab 1 : 50 000, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg 1969
- Übersichtsplan des Baugebietes (Vorentwurf), Maßstab 1 : 1000, überreicht durch die Planstatt für Landschaftsarchitektur J. Senner, Überlingen
- Übersichtsplan des Baugebietes (Vorentwurf), digital, Maßstab variabel, überreicht durch Krisch + Partner, Tübingen
- Schichtenverzeichnisse und Profile der Baggerschürfe BS 1 bis BS 6
- Ergebnis des durchgeführten Sickerversuches (Schurfversickerung)
- Laborergebnisse der Holzwarth Geotechnik

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse sowie zur Entnahme von Probenmaterial wurden sechs direkte Aufschlüsse (Baggerschürfe) bis auf eine maximale Tiefe von 3,80 m unter Geländeoberkante (GOK) durchgeführt. Die Aufschlüsse wurden so positioniert, dass die Untergrundverhältnisse im Bereich des gesamten Baugebietes erfasst werden konnten.

Aus verschiedenen Baggerschürfen wurde Bodenmaterial entnommen.

Zwei Bodenproben wurden hinsichtlich einer rechnerischen Überprüfung der Versickerungsfähigkeit auf ihre Kornzusammensetzung gemäß DIN 18123 (Korngrößenverteilung) untersucht. Eine weitere Probe wurde hinsichtlich der Kornzusammensetzung (DIN 18123) sowie der Proctordichte (DIN 18127) untersucht. Diese Untersuchungen dienen der Ermittlung der Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial im Bereich der Erschließungsstraße.

Im Bereich einer Retentionsfläche (Versickerungsfläche) wurde zusätzlich zu einem Baggerschurf ein Sickerversuch (Schurfversickerung) durchgeführt.

Die aufgenommenen Schichtenverzeichnisse der Baggerschürfe und deren graphische Darstellung gemäß DIN 4023 finden sich in Anlage 3. Die Lage der Aufschlüsse ist der Anlage 2 zu entnehmen. Die Laborprüfberichte sind in der Anlage 4 einzusehen.

3. Untergrundverhältnisse

3.1 Lage des Untersuchungsgebietes

Das zu untersuchende Gelände liegt im Nordosten der Gemeinde Hirrlingen und umfasst den in der Anlage 1 dargestellten Bereich. Das zur Bebauung vorgesehene Areal wird im Norden durch die Landesstraße L 391, im Westen durch die Rammertstraße, im Süden durch das bereits bestehende Gewerbegebiet und im Osten und Südosten durch ackerbaulich genutzte Flächen begrenzt.
Nördlich der Landesstraße L 391 wurde zusätzlich eine potentielle Retentionsfläche (Flurstück Nr. 1186) untersucht.

Die geographische Lage ist in der Anlage 1 dargestellt.

3. 2 Geologischer Überblick

Nach Interpretation der in Kapitel 1 genannten Geologischen Karte, stehen im Untersuchungsgebiet Schichten des Lettenkeupers (dunkle Schiefertone, bräunliche Dolomite) an. Diese werden von Verwitterungshorizonten des Lettenkeupers und von Lößlehm überdeckt.

Das Untersuchungsgelände wird landwirtschaftlich genutzt (Ackerbau und Mähweide).

Morphologisch zeigt das Gelände ein Gefälle nach Süden, wobei der zentrale Bereich des zukünftigen Gewerbegebietes eine geringe Aufhöhung gegenüber den Randbereichen zeigt.

3.3 Untergrundverhältnisse im Bereich des Untersuchungsgeländes

Allgemein
In allen Baggerschürfen wurden hinsichtlich der Zusammensetzung der einzelnen angetroffenen Horizonte vergleichbare Verhältnisse angetroffen. Auf die Darstellung eines geotechnischen Profilschnittes wird daher verzichtet.

Unterhalb einer Mutterbodenüberdeckung finden sich im Allgemeinen schluffige, tonige Horizonte, die dem oben genannten Lößlehm zuzurechnen sind. Mit zunehmender Tiefe nehmen grobkörnige

Bestandteile (Kies und Sand) zu. Diese Bereiche sind als Verwitterungshorizonte des Lettenkeupers zu bezeichnen. Vereinzelt reicht die ausgeprägte Verwitterung bis zur maximalen Aufschlusstiefe (BS 4).
Unterhalb dieser Verwitterungshorizonte wurden oft Tonmergelsteine oder kiesige, steinige Horizonte erbaggert, die als gering verwitterte Lettenkeuperschichten anzusprechen sind. Anthropogen eingebrachte Auffüllungen wurden in keinem Bereich angetroffen.
Die Beschreibungen der einzelnen Schichtglieder werden nachfolgend generalisiert wiedergegeben. Eine detaillierte Darstellung der einzelnen Schichtglieder ist in der Anlage 3 dargestellt.

Mutterboden

In den oberflächennahen Bereichen der Baggerschürfe findet sich eine durchwurzelte, 0,20- 0,30 m mächtige Mutterbodenüberdeckung, die vorwiegend aus Tonen und Schluffen besteht. Diesen sind untergeordnet Sande beigemengt. Die Färbung reicht von braun bis dunkelbraun. Eine dunklere Färbung weist auf einen erhöhten Humusgehalt hin. Die Konsistenz ist steif, selten halbfest.

Lößlehm und Verwitterungshorizonte

Unterhalb der Mutterbodenüberdeckung wurden tonige Schluffhorizonte erbaggert. Diesen sind untergeordnet Sande und Kiese beigemengt. Mit zunehmender Tiefe nehmen die grobkörnigen Bereiche zu. Im Baggerschurf BS 5 werden im Gegensatz zu den anderen Baggerschürfen direkt unterhalb des Mutterbodens Sande und Schluffe erbaggert. Der Übergang von den Lößlehmen zu den Verwitterungshorizonten ist fließend und meist nur an einem Farbwechsel festzustellen. Eine detaillierte Unterscheidung der Schichtglieder ist auf Grund der vergleichbaren erdstatischen Kennwerte jedoch nicht erforderlich.
Die Konsistenz dieser Horizonte ist als steif, selten halbfest anzusprechen. Die Färbung reicht von braun über dunkelbraun bis rotbraun.

Kiese, stark schluffig

Im Anschluss an die oben genannten Horizonte folgen in den meisten Baggerschürfen (BS2, BS 3, BS 5, und BS 6) grobkorndominierte Horizonte. Hierbei handelt es sich vorwiegend um stark schluffige, sandige Kieshorizonte bzw. um lokal stark kiesige Schluffhorizonte. Diese Horizonte repräsentieren einen geringer verwitterten Bereich des Lettenkeupers. Das Material ist im Allgemeinen feucht bis stark feucht, vereinzelt nass. Die Färbung reicht von graubraun über ocker bis rotbraun.

Tonmergelstein/Tonstein/Dolomite - gering verwittertes Festgestein

Mit Ausnahme des Baggerschurfes BS 4 wurden in allen Aufschlüssen gering verwitterte, z. T. kompakter ausgebildete Gesteinsverbände des Lettenkeupers erbaggert. In diesen Bereichen konnte meist ein Wasserzutritt (s. u.) festgestellt werden. Die feinkörnigen Festgesteine sind geringhart und brüchig. In stärker aufgewitterten Bereichen ist die Konsistenz als steif bis halbfest anzusprechen. Die Dolomitbereiche sind stärker aufgewittert. Hier findet sich zwischen den Festgesteinen eine feinkörnige, steife Matrix. Die Färbung reicht von braun über rotbraun bis graubraun und hellbraun.

Nachfolgend werden die Oberkanten der einzelnen Schichtglieder tabellarisch dargestellt:

Schicht	BS 1		BS 2		BS 3		BS 4		BS 5		BS 6	
	m u. GOK	m ü. NN	m u. GOK	m ü. NN	m u. GOK	m ü. NN	m u. GOK	m ü. NN	m u. GOK	m ü. NN	m u. GOK	m ü. NN
Mutter-boden	0,00	426,66	0,00	429,24	0,00	428,43	0,00	430,03	0,00	427,33	0,00	433,58
Löß- u.Ver-witterungs-schichten	0,20	426,46	0,20	429,04	0,30	428,13	0,30	429,73	0,30	427,03	0,20	433,38
Kiese, stark schluffig	-	-	0,90	428,34	1,50	426,93	-	-	1,70	426,33	1,80	431,78
Festgestein gering verwittert	1,50	425,16	2,60	426,60	2,00	426,43	-	-	-	-	2,60	430,98

Tab. 1: Oberkanten der Schichtglieder in m u. GOK und m ü. NN

4. Bodenklassen

Nach DIN 18 300 sind die in den Untersuchungspunkten angetroffenen Horizonte hinsichtlich ihrer Lösbarkeit in bestimmte Bodenklassen einzuordnen. Die Einstufung erfolgte hier nach der Ansprache im Gelände.

Boden-/Festgesteinsmaterial	Bodenklasse
Mutterboden	1
Verwitterungshorizonte und Lößlehme	4
Kiese, stark schluffig	(3)-4
Ton- / Tomergelsteine / Dolomit, verwittert	6

Tab. 2: Bodenklassen nach DIN 18300

In den Schichtverzeichnissen (s. Anlage 3) sind die Bodenklassen den jeweiligen Schichten zugeordnet.

5. Hydrogeologie

In den Baggerschürfen BS 2, BS 4, BS 5 und BS 6 wurde Grundwasser in der Schurfsohle gemessen. Nachfolgend sind die am 13.03.2002 gemessenen Wasserstände tabellarisch dargestellt:

Baggerschurf	BS 2	BS 4	BS 5	BS 6
Wasserstand in:				
m u. GOK	2,7	3,3	3	3,75
m ü. NN	426,54	426,73	424,33	429,83

Tab. 3: Wasserstände in den Baggerschürfen, gemessen am 13.03.2002

Auf Grund der geringen Datendichte kann kein sinnvoller Grundwassergleichenplan erstellt werden. Die Grundwasserfließrichtung in dem von den Baggerschürfen BS2-BS4-BS5-BS6 eingegrenzten Bereich

kann mit Südost angegeben werden. Da im Baggerschurf BS 1 kein Wasser angetroffen wurde, kann für den westlichen Bereich des Untersuchungsgebietes keine Fließrichtung ermittelt werden.
Im Baggerschurf BS 3 wurde in einer Tiefe von 1,50-2,00 m u. GOK, im Baggerschurf BS 6 bei 1,80-2,60 m u. GOK jeweils ein stark feuchter Horizont (Sicker- bzw. Schichtwasser*) festgestellt. Dieser Sachverhalt weist auf unterschiedliche Durchlässigkeiten im Untergrund hin. Möglicherweise kann oberflächlich eindringendes Wasser nicht in die Tiefe abfließen und wird daher angestaut bzw. seitlich abgeführt.

Gemäß den durchgeführten Untersuchungen nach DIN 4030 ist das Wasser im Untersuchungsgebiet als *nicht betonangreifend* auszuweisen.

* Wasser unterhalb der Erdoberfläche ist aus rechtlicher Sicht als Grundwasser zu bezeichnen. Die Bezeichnung Sicker- und Schichtwasser dient im vorliegenden Fall nur zur Beurteilung der Herkunft und Lage des Grundwassers in diesen Horizonten.

6. Versickerungsfähigkeit des Erdreiches

6.1 Durchführung eines Sickerversuches zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes (Schurfversickerung)

Zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes wurde in der potentiellen Retentionsfläche nördlich der Landesstraße L 391 (s. Anlage 2) ein Sickerversuch mittels Schurfversickerung durchgeführt.
Der Schurf (BS 6a) wurde mit einer Sohltiefe von 0,90 m u. GOK angelegt. Die hier angetroffene Bodenschicht (s. BS 6) entspricht den Bodenschichten, die auch in den Retentionsflächen im Gewerbegebiet zu erwarten sind.

Der Schurf wurde mit einer Länge von 1,80 m und einer Breite von 0,90 m angelegt. Die Wassersäule im Schurf betrug 0,10 m. Im Rahmen der Versuchsdauer von 50 min konnte keine Versickerung des eingestauten Wassers gemessen werden.
Der Durchlässigkeitsbeiwert errechnet sich nach MAROTZ wie folgt:

$$k_{f,u} = \frac{2 \cdot Q \cdot l_s}{L \cdot B \cdot (l_s + z)}$$

Da Q (versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit) im Versuch gleich Null ist, ist der Durchlässigkeitsbeiwert ebenfalls Null. Eine Versickerung ist gemäß dem Arbeitsblatt der ATV "A 138" (Entwurf von 1999) nicht möglich.

6.2 Rechnerische Ermittlung von Durchlässigkeitsbeiwerten

Zur weiteren Überprüfung der Versickerungsfähigkeit im Bereich des Gewerbegebietes wurden aus relevanten oberflächennahen Bodenschichten Bodenproben entnommen und hinsichtlich der Kornzusammensetzung gemäß der DIN 18 123 (Laborprüfberichte s. Anlage 4) untersucht.
Die Bodenproben repräsentieren vornehmlich die Verwitterungshorizonte und Lößlehme. Untersucht wurden die Proben BS 3 (0,30-1,20 m u. GOK) und BS 5 (0,30-1,70 m u. GOK). Die analysierten Proben sind repräsentativ für die angetroffenen Bodenarten im Untersuchungsbereich.
Gemäß dem Arbeitsblatt der ATV "A 138" (Entwurf von 1999) wurden anhand der ermittelten Korngrößenverteilung (DIN 18 123) Bestimmungen der Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) nach BEYER, auf der Basis der Formel nach HAZEN, durchgeführt.
Es gilt:

$$k_f = C * (d_{10}\ [mm])^2\ [m/s]$$

Hierbei stellt C einen Proportionalitätsfaktor dar, der nach BEYER in Abhängigkeit des Ungleichförmigkeitsgrades (U) ausgewählt wird. Der Ungleichförmigkeitsgrad wird aus der Kornsummenlinie nach folgender Beziehung bestimmt:

$$U = d_{60}/d_{10}$$

d_{60} = Korngröße im Schnittpunkt der 60%-Linie

d_{10} = Korngröße im Schnittpunkt der 10%-Linie

Nach BEYER ergibt sich je nach Ungleichförmigkeitsgrad ein spezifischer Proportionalitätsfaktor.
Da die ermittelten Kornsummenkurven die 10%-Linie nicht schneiden, werden diese Werte graphisch ermittelt. Nachfolgend werden die Ergebnisse aus den Berechnungen sowie weitere Kenndaten der untersuchten Bodenproben dargestellt:

Bodenprobe	Ungleichförmig-keitsgrad U	Proporti-onalitätsfaktor C	k_f-Wert nach BEYER [m/s]	k_f-Wert nach ATV A138 mit Korrekturbeiwert [m/s]	Eignung nach ATV 138
BS 3 / 0,30-1,20	ca. 36	$60 * 10^{-4}$	$1,8 * 10^{-9}$	$9 * 10^{-10}$	ungeeignet
BS 5 / 0,30-1,70	> 100	$60 * 10^{-4}$	$2,2 * 10^{-9}$	$1,1 * 10^{-9}$	ungeeignet

Tab. 4: Durchlässigkeitsbeiwerte nach BEYER

Bei einer weiteren rechnerischen Überprüfung nach Bialas ($k_f = 0,0036 * (d_{20}\ [mm])^{2,3}\ [m/s]$) wurden ebenfalls vergleichbare Durchlässigkeiten ermittelt.
Beide untersuchten Bodenproben zeigen geringe Durchlässigkeiten. Der Untergrund eignet sich gemäß der ATV "A 138" daher nicht für Versickerungsanlagen. Bei k_f-Werten von $< 1*10^{-6}$ m/s ist eine Entwässerung ausschließlich über Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet.

6.3 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse aus dem Sickerversuch werden durch die Berechnungen aus den ermittelten Kornsummenkurven bestätigt. Alle untersuchten Bereiche zeigen geringste Druchlässigkeiten (zum Vergleich: Böden mit einer Durchlässigkeit von $1 * 10^{-9}$ m/s werden bereis als Basisabdichtung für Deponien verwendet). Die Vorgaben durch die ATV zur Eignung und Bemessung von Regenwasserversickerung werden nicht erreicht bzw. eingehalten. Um eine Zwischenspeicherung von Regenwasser auf den vorgesehenen Retentionsflächen zu gewährleisten, müsste ein Bodenaustausch stattfinden. Unter der Annahme, dass die im tieferen Untergrund (ca. 3,00 m u. GOK) vorliegenden wasserführenden Schichten das zu versickernde Wasser aufnehmen und ableiten können, wäre der Austausch bis auf diese Tiefe vorzusehen. Diese Ansätze müssten jedoch in einem weiteren Erkundungs- und Planungsschritt versuchstechnisch und rechnerisch bestätigt werden. Ferner gilt zu beachten, dass diese technischen Maßnahmen mit erheblichen finanziellen Aufwendungen verbunden sind.
Ohne aufwendige Verbesserungsmaßnahmen ist eine Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet und daher aus Sicht des Gutachters abzulehnen.

7. Gründungstechnische Folgerungen

Auf Grund der meist angetroffenen steifen bis halbfesten Konsistenz sind die Lößlehm- und Verwitterungsschichten gemäß der DIN 1054 als tragfähig auszuweisen. Sie eignen sich daher für einen Lastabtrag.
Die unterhalb der Decklehmschichten vorliegenden grobkorndominierten Schichten (schluffigen Kiese) wie auch die verwitterten Festgesteinshorizonte sind gemäß der eben genannten DIN ebenfalls als tragfähig auszuweisen.

Gemäß der DIN 1054 kann eine Gründung mittels klassischen Fundamentierungen (Einzel- bzw. Streifenfundamente, Plattengründung) durchgeführt werden. Es gilt jedoch zu beachten, dass die Löß- und Verwitterungsschichten stark kompressibel und daher als setzungsempfindlich einzustufen sind.
Wie den unten dargestellen Tabellen zu entnehmen ist, sind die zulässigen Bodenpressungen als eher gering einzustufen, sodass bei höheren Lasten und/oder setzungsempfindlichen Bauwerken gegebenenfalls eine Untergrundverbesserung bzw. Tiefergründung vorzusehen ist. Dieser Sachverhalt sollte bei der Planung zukünftiger Bauwerke berücksichtigt werden.

Weiterhin ist zu beachten, dass nicht in allen Bereichen des Untersuchungsgebietes die Untergrundverhältnisse im Hinblick auf die Setzung und die zulässige Bodenpressung einheitlich angenommen werden dürfen. Die Deckhorizonte zeigen lokal in unterschiedlichen Tiefen eine unterschiedliche Ausbildung und Mächtigkeit. Diese Ausbildung spielt eine erhebliche Rolle für der Tragfähigkeit und auch für die zu erwartenden Setzungen. Zur fachgerechten Ermittlung der

tatsächlichen Tragfähigkeit und der daraus resultierenden zulässigen Bodenpressung sowie der zugehörigen Setzungsbeträge sind grundsätzlich weitere bauwerksspezifische Untersuchungen zu empfehlen.

Nachfolgend werden gemittelte zulässige Bodenpressungen gemäß der DIN 1054 und erdstatische Kennwerte angegeben. Es wird darauf hingewiesen, dass die zulässige Bodenpressung keine Konstante ist und von Fundamentmaß, Einbindetiefe und Ausbildung des Bodens abhängig ist. Diese Werte dürfen daher nur für überschlägige Betrachtungen herangezogen werden.

Hinweis: Die Einbindetiefe gilt von Oberkante Bodenplatte bis Unterkante Fundament.

Lößlehme und Verwitterungsschichten / zulässige Bodenpressung in kN/m²		
Einbindetiefe	Konsistenz	
	steif	halbfest
0,5	120	170
1	140	210
1,5	160	250

Tab. 5: Zulässige Bodenpressung für tonige, schluffige Böden - Konsistenz steif / halbfest (gemäß DIN 1054, Tab. 5)

Gemischtkörnige Böden (z.B. schluffige Kiese) / zulässige Bodenpressung in kN/m²		
Einbindetiefe	Konsistenz	
	steif	halbfest
0,5	150	220
1	180	280
1,5	220	330

Tab. 6: Zulässige Bodenpressung für gemischtkörnige Böden, - Konsistenz steif / halbfest (gemäß DIN 1054, Tab. 4)

Bodengruppe/ Bezeichnung	Zustandsform	Wichte γ - γ'	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c' [kN/m²]	Steifemodul E_s [kN/m²]
UL/TL (Löß- und Verwitterungs-schichten)	steif	20,5 - 10,5	27,5	2	4
UL/TL (Löß- und Verwitterungs-schichten sowie stark verwitterte Festgesteine)	steif - halbfest	21 - 11	27,5	5	6-8
GU* (Kies, stark schluffig)	steif - halbfest	21,5 - 11,5	27,5	5	30
Ton-/ Tonmergelstein, schwach verwittert	geringhart, stückig	21 - 11	27,5	20	20*

Tab. 7: Überschlägige erdstatische Kennwerte gemäß DIN 1055 und H. Türke *nimmt mit abnehmendem Verwitterungsgrad zu

Um die Ausbildung der Festgesteine in größerer Tiefe zu erkunden sind tiefer reichende Aufschlüsse notwendig. Die geringmächtigen aufgewitterten Dolomitlagen wirken sich aus erdstatischen Gesichtspunkten nicht aus und werden in Tabelle 7 daher nicht explizit berücksichtigt.

8. Wiederverwertung von Erdmaterialien, Arbeitsraumverfüllung

Für die Hinterfüllung von Bauwerken und für den Wiederbau gilt nach der ZTVE-StB 94:

- Die Löß- und Verwitterungshorizonte eignen sich auf Grund ihrer Zusammensetzung nicht für eine Hinterfüllung von Bauwerken. Zudem ist das Material als sehr frostempfindlich einzustufen. Ohne Verbesserungsmaßnahmen (s.u.) sollte Aushubmaterial aus diesen Bodenhorizonten nur im Außen- bzw. im Grünbereich der jeweiligen Grundstücke eingebaut werden.
- Die schluffigen Kiese können gemäß der ZTVE-StB 94 wieder eingebaut werden. Da sie gering- bis mittel frostempfindlich sind, wird empfohlen diese nur unterhalb der Frosteindringtiefe (0,80 m u. GOK) einzubauen.
- Der Einbau der Bodenmaterialien hat lagenweise verdichtet und nach den einschlägigen Normen und erdbautechnischen Regeln der ZTVE - StB 94 zu erfolgen.
- Bei der Bauausführung sollte, bei einem vorgesehenen Wiedereinbau, eine geeignete Zwischenlagerfläche berücksichtigt werden.

Da die Bodenhorizonte bis in Tiefen der Kanalsohlen nach der Feldansprache eine ungünstige Zusammensetzung und Ausbildungen bzgl. eines Wiedereinbaus aufwiesen, wurde hier eine Probe aus dem Bereich der zukünftigen Erschließungsstraße (Baggerschurf BS 2) entnommen und der natürliche Wassergehalt, die Proctordichte und die Kornzusammensetzung bestimmt.

Wie dem Laborergebnis des Proctorversuchs in der Anlage 4 zu entnehmen ist, übersteigt der natürliche Wassergehalt den optimalen (wPr=18,5%) deutlich. Der optimale Wassergehalt wird um ca. 7 % überschritten.
Da bei einem Wiedereinbau die optimale Verdichtungsleistung nur bei Erreichen der Proctordichte und daher nur bei einem optimalen Wassergehalt gewährleistet ist, sind Verbesserungsmaßnahmen (Bodenstabilisierung) im vorliegende Fall notwendig.
Auf Grund der Kornzusammensetzung sowie der hohen Wassergehalte wird die Zugabe eines Feinkalkes (Weißfeinkalk, 4 Gew.-% der jeweiligen Proctordichte) bzw. die Zugabe eines Kalk-Zement-Gemisches empfohlen. Da die Kornzusammensetzung nicht den Vorgaben der ZTVE-StB 94 entspricht, sollte im Falle eines Wiedereinbaus grobkörniges Material beigemengt werden. Bei der Ermittlung über Art und Menge des Zuschlags bin ich Ihnen im Bedarfsfall gern behilflich.

Für die Durchführung einer Bodenverbesserung ergeben sich folgende Ansätze:

- Bei einer Proctordichte von 1,712 g/cm³ (1,712 t/m³) ergibt sich eine Zuschlagsmenge von 68 kg/m³ Feinkalk.
- Das entspricht bei einem lagenweisen Einbau von 0,30 m einer Zuschlagsmenge von ca. 20 kg/m². Bei der Zugabe von Kalk-Zement-Gemischen reduziert sich die Zuschlagsmenge auf ca. 60% gegenüber Feinkalk.
- Grundsätzlich ist die Einrichtung eines Testfeldes mit Überprüfung der Verfestigung zu empfehlen. Die Überprüfung kann mittels Plattendruckversuchen oder Proctorversuchen erfolgen.
- Werden die erforderlichen Verdichtungsgrade (abhängig von der zukünftigen Nutzung) nach einer Verbesserung nicht erreicht, sind gegebenenfalls grobkörnige Bestandteile beizumengen.

9. Baugrubenerstellung und -sicherung

Sind im Rahmen von Baumaßnahmen Baugruben vorgesehen, wird auf die Richtlinien der DIN 4124 sowie auf die EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben") hingewiesen.
Grundsätzlich gilt:

- Nach DIN 4124 Kap. 4.2.2 sind für die angetroffenen Verwitterungshorizonte und Lößlehme Böschungswinkel, bei mindestens steifer Konsistenz, von 60° möglich.
- Für Kiese und Sande gelten allgemein Böschungswinkel von maximal 45°. In Abhängigkeit der Schluffanteile (> 30%) kann der Böschungswinkel auf maximal 60° erhöht werden.
- Bei einem möglichen Zufluss von Schichtwasser sind Böschungswinkel grundsätzlich abzumindern.
- Freie Baugrubenböschungen sollten zum Schutz vor Witterungseinflüssen grundsätzlich mit einer Folie abgehängt werden. Dies gilt auf Grund der Wasser- und Frostempfindlichkeit (s.u.), insbesondere für die Deckschichten.

10. Schutz von baulichen Anlagen gegen Durchfeuchtung

Während der Schichtaufnahme wurden in den Baggerschürfen BS 2 bis BS 6 Schicht- und Sickerwasserzutritte festgestellt. Für die in das Gelände einschneidende Bauteile wird daher eine Dränierungsmaßnahme gemäß DIN 4095 notwendig.
Ferner ist eine Abdichtung der erdberührten Außenwände gemäß DIN 18195-4 vorzusehen. Die einzubringenden Arbeitsraumverfüllungen sind generell mit einem leichten hausabgewandten Gefälle zu versehen.

Nachfolgend sind die wichtigsten Punkte für den Entwurf eines Dränsystems dargestellt:

- Vor sämtlichen erdberührten Außenwänden sollte eine Sickerschicht aus Betonfiltersteinen, druckfesten Dränmatten (kein Welleternit!) o. ä. vorgesehen werden.

- Unterhalb dieser Baustoffe ist eine Außendränage (Ringdränage) einzubringen, die mit einem filterstabilen Kies ummantelt werden muss.
- Zur Erhaltung der Filterstabilität ist zwischen der Rohrummantelung und dem natürlichen Boden ein Filtervlies vorzusehen. Um eine Verschlammung der Dränrohre durch Erdanspülungen zu vermeiden, sollte die Kiesummantelung sofort nach dem Verlegen der Dränrohre vorgenommen werden.
- Auf eine ausreichende Tiefenlage der Dränage ist zu achten (OK Dränrohr mindestens 5 cm u. UK Fußboden).
- Unter den erdberührten Bodenplatten ist im Allgemeinen eine kapillarbrechende Filterschicht (Flächenfilter) vorzusehen. Diese ist an die Ringdränage anzuschließen. Die Filterschicht muss durch Dränleitungen oder Durchflussöffnungen so entwässert werden, dass jedes von Fundamenten oder Frostschürzen umschlossene Feld mindestens einmal erfasst wird. Ein ausreichendes Gefälle zur Ableitung ist herzustellen.
- Zur weiteren Bemessung der Anlagenteile wird auf die DIN 4095 verwiesen.

Besteht für das Dränwasser keine Ableitungsmöglichkeit (kommunale Ableitung, Versickerung etc.), sind abdichtende Maßnahmen gemäß DIN 18195-6 vorzusehen.
Alternativ zu einer Abdichtung gemäß der oben genannten DIN kann auch die Ausbildung einer "Weißen Wanne" (WU-Beton) in Betracht gezogen werden. Eine Abdichtungsmaßnahme "Weiße Wanne" entspricht dem Stand der Technik.
Hinsichtlich der Ausführung wird auf die einschlägigen Richtlinien hingewiesen. Besonders erwähnt werden hier: DIN 1045: Beton und Stahlbeton; VOB Teil C: Allgemeine technische Vorschriften für Bauleistungen: Beton- und Stahlbetonarbeiten und DBV-Merkblatt "Weiße Wanne" des Deutschen Betonvereins.

11. Frostsicherheit

Die Einteilung der Bodenarten in die Frostempfindlichkeitsklassen erfolgt nach der ZTVE - StB 94.

Material	Frostempfindlichkeit
Mutterboden	sehr frostempfindlich
Verwitterungshorizonte und Lößlehme	sehr frostempfindlich
Kiese, stark feinkornhaltig	gering bis mittel frostempfindlich
Ton-/Tonmergelsteine	gering bis mittel frostempfindlich

Tab. 8: Frostsempfindlichkeiten

Sollten Bauteile einer Frosteinwirkung ausgesetzt sein, so sind diese durch eine frostsichere Einbindung oder Überdeckung zu schützen. Weiterhin ist bei einem möglichen Winterbau die Gründungssohle generell vor Auflockerung durch Frosteinwirkung zu schützen.

12. Lage in der Erdbebenzone

Nach der Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg (3. Auflage 1988) liegt das Baugrundstück in der seismischen Zone 1. Der Rechenwert der Horizontalbeschleunigung ist von der Bauwerksklasse und der Gründungsebene (Beschaffenheit des Gründungshorizontes) abhängig und sollte nach Rücksprache mit dem Gutachter jeweils festgelegt werden.

13. Abschließende Bemerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden auf der Grundlage der in Kap.1 genannten Unterlagen beschrieben und beurteilt. Die Angaben beziehen sich daher auf die Untersuchungsstellen.

Wie bereits bei Angebotsabgabe dargelegt, entspricht der Untersuchungsrahmen nicht der DIN 4020 für Baugrunduntersuchungen. Die dargestellten Ergebnisse stellen nur einen Überblick über das Untersuchungsgebiet dar. Hinsichtlich erdstatischer Betrachtungen sind weitere bauwerksspezifische Untersuchungen notwendig.

Sollten sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht oder abweichend erörtert werden, so stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

H. Terton
Dipl.-Geologe

Beratender Geowissenschaftler BDG Heiner Terton

Anlagen

Anl. 1: Lage des Untersuchungsgebietes

Zeichenerklärung:

Lage des Untersuchungsgebietes

Projekt:	BV "Hinter der Kirche", Gemeinde Hirrlingen		
Planinhalt:	Lage des Untersuchungsgebietes		
Anlage:	1	Maßstab:	ohne Maßstab
Datum:	03.04.2002	Bearbeiter:	HT

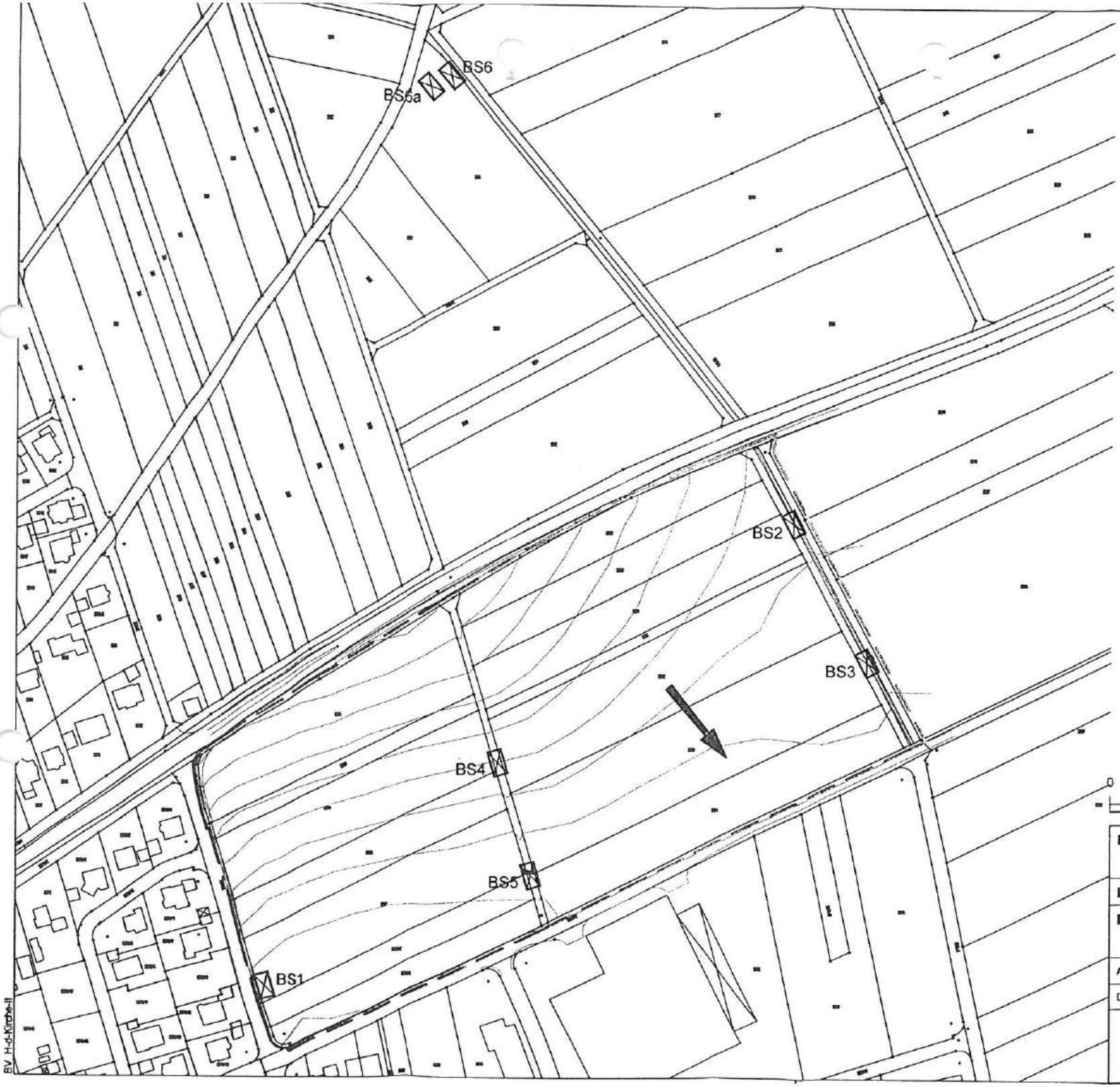
Dipl.-Geologe Heiner Terton

Sachverständigenbüro für Angewandte Geologie

Breitestr. 4 72116 Mössingen
Telefon: 07473/924746 Telefax: 924747 Email: geoterton@web.de

Kartengrundlage:
TK50, amtliche topographische Karte, Baden-Württemberg

Anl. 2: Lage der Aufschlusspunkte und Grundwasserfließrichtung



ZEICHENERKLÄRUNG:

- Grenze des Baugebiets "Hinter der Kirche II"
- BS ⊠ Baggerschurf
- Grundwasserfließrichtung, generalisiert

0 40 80 120 160 200

Projekt:	Geologisches Erschließungsgutachten BV "Hinter der Kirche", Gemeinde Hirrlingen		
Projekt-Nr.:	B 02 06 02		
Planinhalt:	Lage der Aufschlusspunkte und Grundwasserfließrichtung		
Anlage:	2	Maßstab:	1 : 2.000
Datum:	27.03.2002	Bearbeiter:	HT / CADlines

Dipl.-Geologe Heiner Terton
Sachverständigenbüro für Angewandte Geologie
Breitestr. 4 72116 Mössingen
Telefon: 07473/924746 Telefax: 924747 Email: GeoTerton@web.de

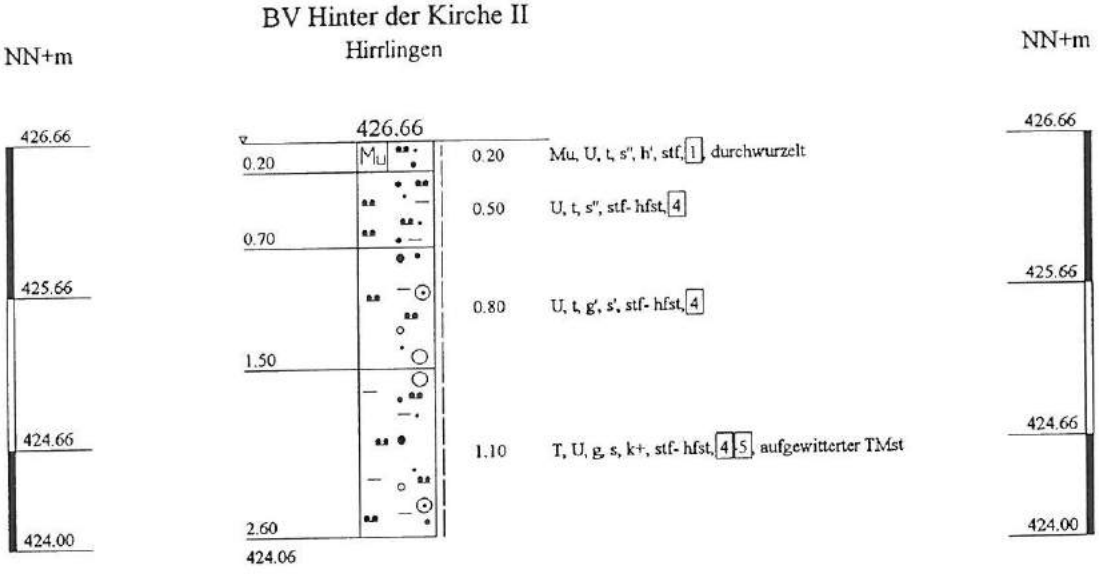
BV H-d-Kirche-II

Anl. 3: Schichtenverzeichnisse und graphische Darstellung der Schurfprofile

Dipl.-Geologe Heiner Terton
Sachverständigenbüro für
Angewandte Geologie

BS 1

BV Hinter der Kirche II
Hirrlingen



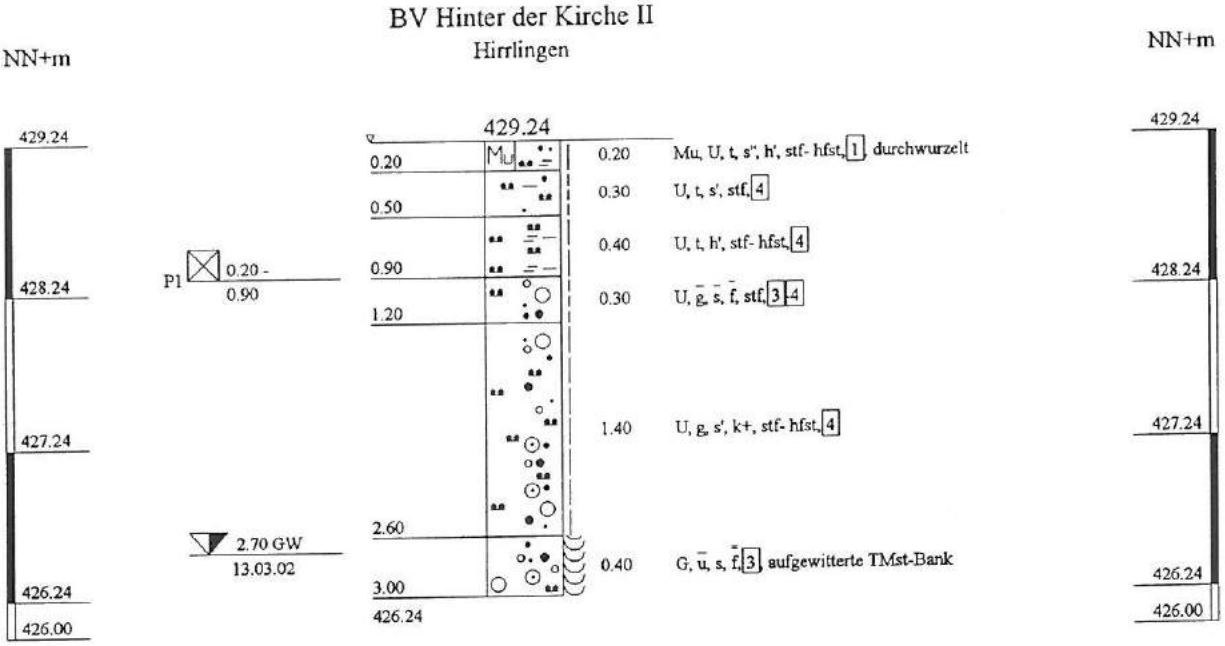
Darstellung Schurfprofil
Maßstab 1 : 50

BS 1	
TIEFE	BODENART
0.20	Mutterboden, Schluff, tonig, sehr schwach sandig, schwach humos, steif, 1, durchwurzelt, braun
0.70	Schluff, tonig, sehr schwach sandig, steif- bis halbfest, 4, braun
1.50	Schluff, tonig, schwach kiesig, schwach sandig, steif- bis halbfest, 4, braun bis rotbraun
2.60	Ton, Schluff, kiesig, sandig, kalkhaltig, steif- bis halbfest, 4-5, aufgewitterter TMst, graubraun bis grünl. grau

Dipl.-Geologe Heiner Terton
Sachverständigenbüro für
Angewandte Geologie

BS 2

BV Hinter der Kirche II
Hirrlingen



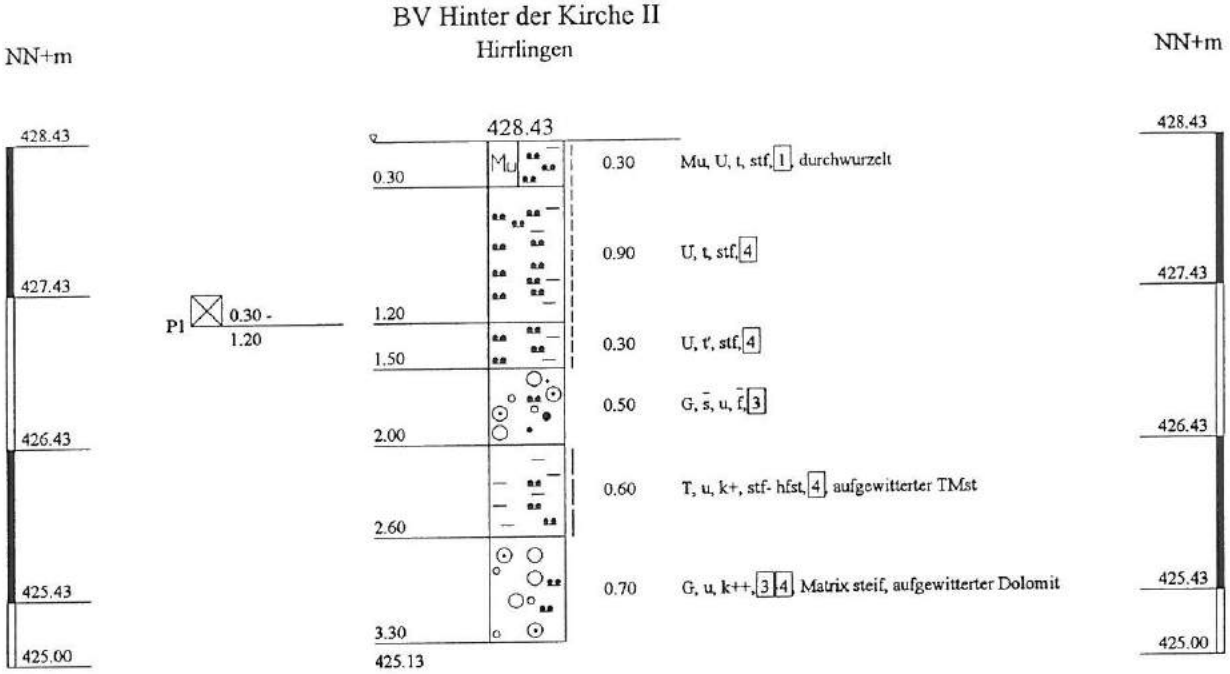
Darstellung Schurfprofil
Maßstab 1 : 50

BS 2	
TIEFE	BODENART
0.20	Mutterboden, Schluff, tonig, schr schwach sandig, schwach humos, steif- bis halbfest, 1, durchwurzelt braun
0.50	Schluff, tonig, schwach sandig, steif, 4, braun
0.90	Schluff, tonig, schwach humos, steif- bis halbfest, 4, dunkelbraun
1.20	Schluff, stark kiesig, stark sandig, stark feucht, steif 3 4, braun bis rotbraun
2.60	Schluff, kiesig, schwach sandig, kalkhaltig, steif- bis halbfest, 4, graubraun bis ocker
3.00	Kies, stark schluffig, sandig, naß, 3, aufgewitterte TMst-Bank, hellbraun

Dipl.-Geologe Heiner Terton
Sachverständigenbüro für
Angewandte Geologie

BS 3

BV Hinter der Kirche II
Hirrlingen



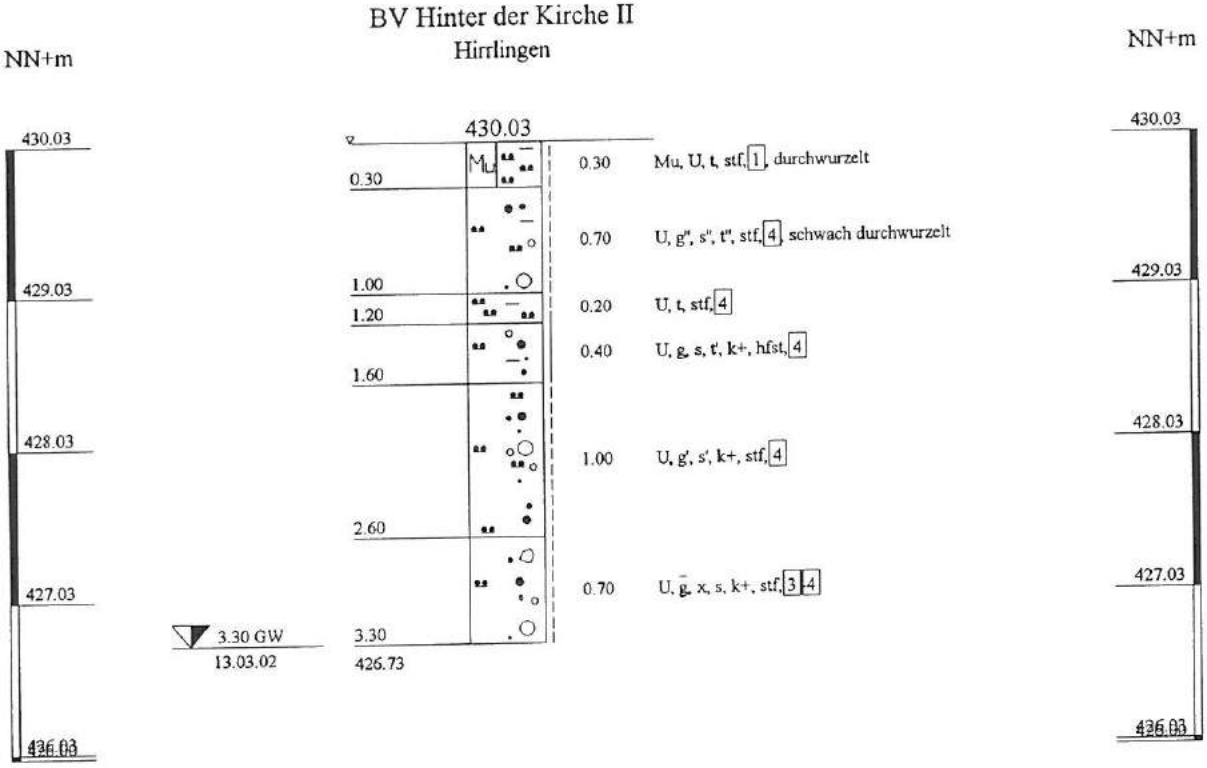
Darstellung Schurfprofil
Maßstab 1 : 50

BS 3	
TIEFE	BODENART
0.30	Mutterboden, Schluff, tonig, steif, 1, durchwurzelt, braun
1.20	Schluff, tonig, steif, 4, braun
1.50	Schluff, schwach tonig, steif, 4, dunkelbraun
2.00	Kies, stark sandig, schluffig, stark feucht, 3, graubraun bis rotbraun
2.60	Ton, schluffig, kalkhaltig, steif- bis halbfest, 4, aufgewitterter TMst, rotbraun
3.30	Kies, schluffig, stark kalkhaltig, 3-4, Matrix steif, aufgewitterter Dolomit, hellbraun

Dipl.-Geologe Heiner Terton
Sachverständigenbüro für
Angewandte Geologie

BS 4

BV Hinter der Kirche II
Hirrlingen



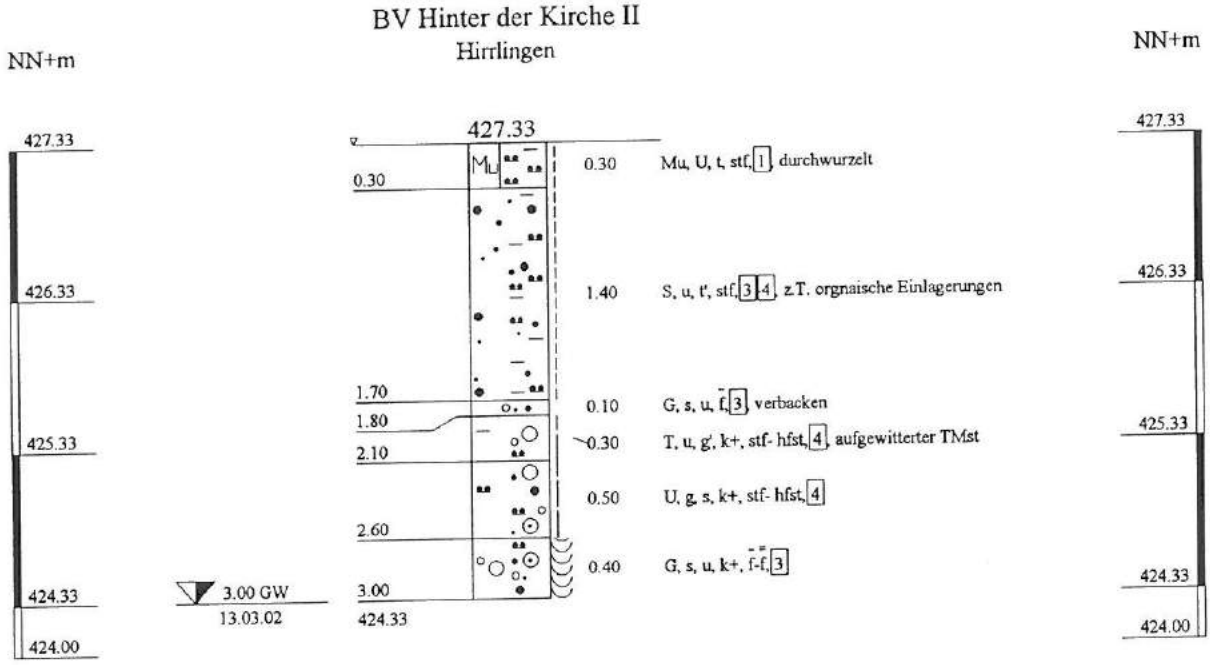
Darstellung Schurfprofil
Maßstab 1 : 50

BS 4	
TIEFE	BODENART
0.30	Mutterboden, Schluff, tonig, steif, 1, durchwurzelt, braun
1.00	Schluff, sehr schwach kiesig, sehr schwach sandig, sehr schwach tonig, steif, 4, schwach durchwurzelt, braun
1.20	Schluff, tonig, steif, 4, braun
1.60	Schluff, kiesig, sandig, schwach tonig, kalkhaltig, halbfest, 4, braun bis rotbraun
2.60	Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, kalkhaltig steif, 4, braun bis rotbraun
3.30	Schluff, stark kiesig, steinig, sandig, kalkhaltig, steif, 3 4, graubraun bis hellbraun

Dipl.-Geologe Heiner Terton
Sachverständigenbüro für
Angewandte Geologie

BS 5

BV Hinter der Kirche II
Hirrlingen



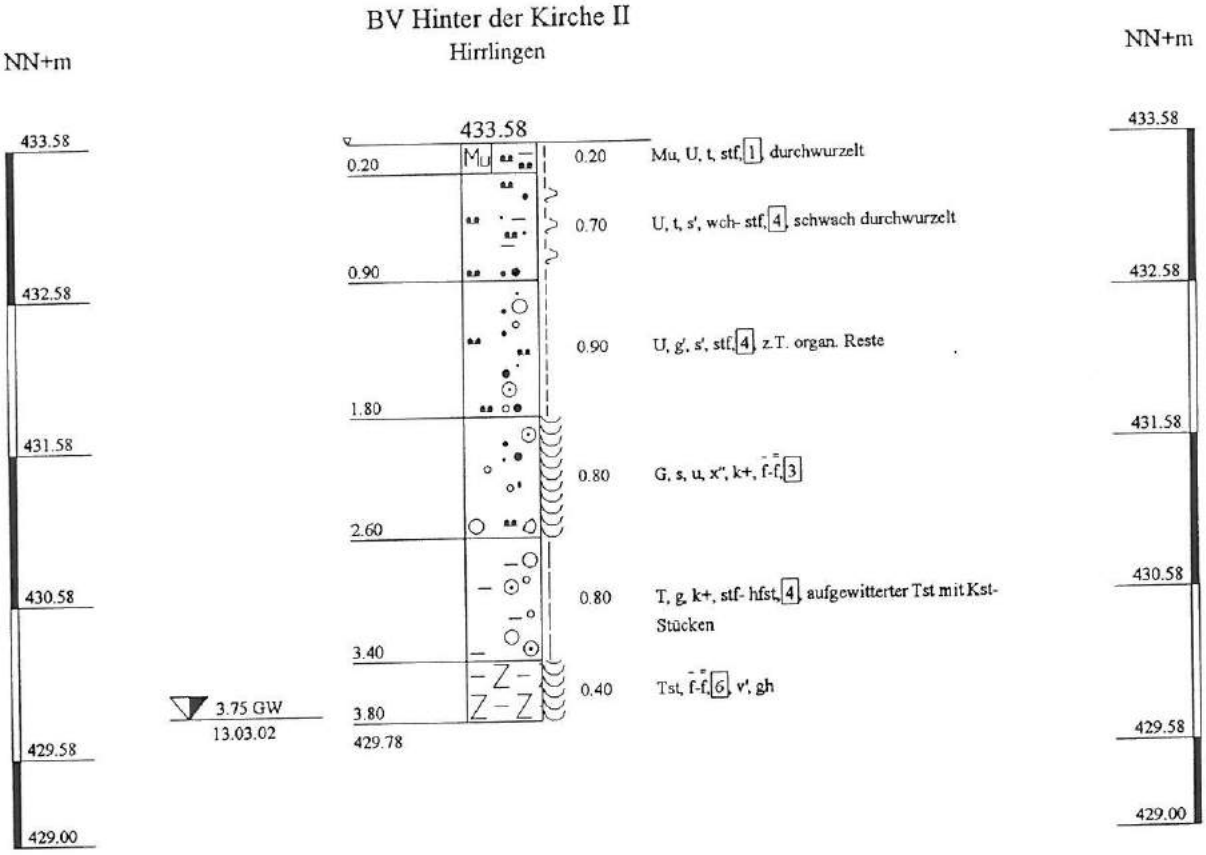
Darstellung Schurfprofil
Maßstab 1 : 50

BS 5	
TIEFE	BODENART
0.30	Mutterboden, Schluff, tonig, steif, 1, durchwurzelt, braun
1.70	Sand, schluffig, schwach tonig, steif, 3-4, z.T. orgnaische Einlagerungen, braun
1.80	Kies, sandig, schluffig, stark feucht, 3, verbacken, rotbraun
2.10	Ton, schluffig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif- bis halbfest, 4, aufgewitterter TMst, braun bis rotbraun
2.60	Schluff, kiesig, sandig, kalkhaltig, steif- bis halbfest, 4, braun bis rotbraun
3.00	Kies, sandig, schluffig, kalkhaltig, stark feucht- bis naß, 3, graubraun

Dipl.-Geologe Heiner Terton
Sachverständigenbüro für
Angewandte Geologie

BS 6

BV Hinter der Kirche II
Hirrlingen



Darstellung Schurfprofil
Maßstab 1 : 50

BS 6	
TIEFE	BODENART
0.20	Mutterboden, Schluff, tonig, steif, 1, durchwurzelt, braun
0.90	Schluff, tonig, schwach sandig, weich- bis steif, 4, schwach durchwurzelt, braun
1.80	Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, steif, 4, z. T. organ. Reste, braun mit schwarzen Einlagerungen
2.60	Kies, sandig, schluffig, sehr schwach steinig, kalkhaltig, stark feucht- bis naß, 3, braun bis graubraun
3.40	Ton, kiesig, kalkhaltig, steif- bis halbfest, 4, aufgewitterter Tst mit Kst-Stücken, grünlich braun
3.80	Tonstein, stark feucht- bis naß, 6, schwach verwittert, geringhart, grünlich grau mit rostroten Einfärbungen

Umweltschadstoffe UIS Messen und Bewerten

UMWELTINSTITUT STUTTGART

Umweltanalytik
Mikrobiologie
Betrieblicher Umweltschutz
Innenraumdiagnostik
Lebensmittelanalytik
Sachverständigengutachten
Veterinärmedizinische Tests

Deutscher Akkreditierungs Rat DAR
DAP-PA-02.066-00-98-02
Anerkennung der Analytik und Probenahme durch
BAM Register-Nr.: 152

UIS Priv. Umweltinstitut GmbH · Herdweg 14 · 70174 Stuttgart

Dipl.-Geol. H. Terton
Breitestr.4

72116 MÖSSINGEN

UIS Priv. Umweltinstitut GmbH
Herdweg 14
70174 Stuttgart

Telefon (07 11) 1 62 72 - 0
Telefax (07 11) 1 62 72 - 51
e-Mail stuttgart@uis.de
Internet www.uis.de

Zentrale: Stuttgart
E-Almería · Chemnitz · Leipzig · Pocking · A-Braunau · Pretoria

Ihre Zeichen	*Ihre Nachricht*	*Unser Zeichen*	*Datum*
KD-Nr: 32920	Ihr Auftrag vom 14.03.02	PD	20.03.2002

Prüfbericht Nr.: 1021352

Auftraggeber: Terton, Mössingen
ID: Hirrl. BS4; 3.30

Probe Nr.:	**1021352-1**		
Bezeichnung der Probe:	Hirrl. BS4, 3.30		
Beschreibung der Probe:	Grundwasser		
Probenahme:	13.03.2002 durch Hr.Dipl. - Geol. Terton		
Probeneingang:	14.03.2002 Prüfzeitraum: 14.03.2002 bis 20.03.2002		
Parameter	Einheit	Ergebnis	Untersuchungs-verfahren
Betonaggressivität			
Beschaffenheit			
Aussehen		klar, beige Bodensatz	
Färbung		farblos	
Geruch		unauffällig	
pH-Wert		7.40 23.5°C	DIN 38404-C 5
KMnO4-Index	mg/l	0.4	EN ISO 8467(H5)
Gesamthärte	°dH	25.8	DIN 38409-H6
Karbonathärte	°dH	19.3	
Nichtkarbonathärte	°dH	5.5	
Magnesium	mg/l	36.0	EN ISO 11885
Ammonium	mg/l	0.02	EN ISO 11732
Sulfat	mg/l	18	DIN 38 405-D19
Chlorid	mg/l	5.8	DIN 38 405-D19
Kalklösekapazität (Marmorversuch n. Heyer)	mg CO_2/l	< 5.0	DIN 4030-2

Öffentl. best. u. vereid. Sachverständige:
Rolf Driehorst für Umweltanalytik
Albrecht Friedle für Innenraumschadstoffe

Amtsgericht Stuttgart HRB: 19391
Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. (FH) Rolf Driehorst

Zentrallabor
UIS Priv. Umweltinstitut GmbH
Herdweg 14 · 70174 Stuttgart

Dresdner Bank 1 016 015 00 (BLZ 600 800 00)
Deutsche Bank 11 169 61 (BLZ 600 700 24)

H.-G. HOLZWARTH
GEOTECHNIK

Proctorversuch
nach DIN 18127

Anlage Nr.:

Projekt: BV Hirrlingen

Auftraggeber: H. Terton
BS 2
Bodenart :

Ort :
Tiefe : 0,2 - 0,9 m
Art : gestört
Datum : 13.03.2002
Bearbeiter : H. Terton
Witterung :

Datum : 20.03.2002
Bearbeiter : H.-G. Holzwarth

Prüfung DIN 18127 - P 100 X

Korndichte [g/cm³] : 2.700
Korndichte des Überkorns [g/cm³] :
Wassergehalt des Überkorns [%] :
zulässiges Größtkorn [mm] : 20.0

Angaben zum Versuchszylinder:

Durchmesser [mm] : 100
Höhe [mm] : 120.0
Fallgewicht [kg] : 2.5
Fallhöhe [mm] : 300.0
Anzahl der Schichten : 3
Anzahl der Schläge je Schicht : 25

			1	2	3	4	5	6	7	8
Feuchtdichte	Feuchte Probe + Zylinder	[g]	4064.0	4124.0	4277.0	4433.5	4374.5			
	Zylinder	[g]	2526.0	2526.0	2526.0	2526.0	2526.0			
	feuchte Probe	[g]	1538.0	1598.0	1751.0	1907.5	1848.5			
	korrigierte Höhe	[mm]								
	Volumen Zylinder	[cm³]	942.5	942.5	942.5	942.5	942.5			
	Feuchtdichte	[g/cm³]	1.632	1.696	1.858	2.024	1.961			
Wassergehalt	feuchte Probe + Behälter	[g]	14264.5	14867.0	15318.5	15718.0	16228.0			
	trockene Probe + Behälter	[g]	13626.0	13626.0	13626.0	13626.0	13626.0			
	Behälter	[g]	2237.0	2237.0	2237.0	2237.0	2237.0			
	Porenwasser	[g]	638.5	1241.0	1692.5	2092.0	2602.0			
	Trockene Probe	[g]	11389.0	11389.0	11389.0	11389.0	11389.0			
	Wassergehalt	[%]	5.6	10.9	14.9	18.4	22.8			
	Trockendichte	[g/cm³]	1.545	1.529	1.617	1.710	1.597			

Bemerkungen :

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH

GEOTECHNIK

Proctorversuch

nach DIN 18127

Anlage Nr.:

Projekt: BV Hirrlingen

Auftraggeber: H. Terton

BS 2

Bodenart :

Ort :

Tiefe : 0,2 - 0,9 m

Art : gestört

Datum : 13.03.2002

Bearbeiter : H. Terton

Witterung :

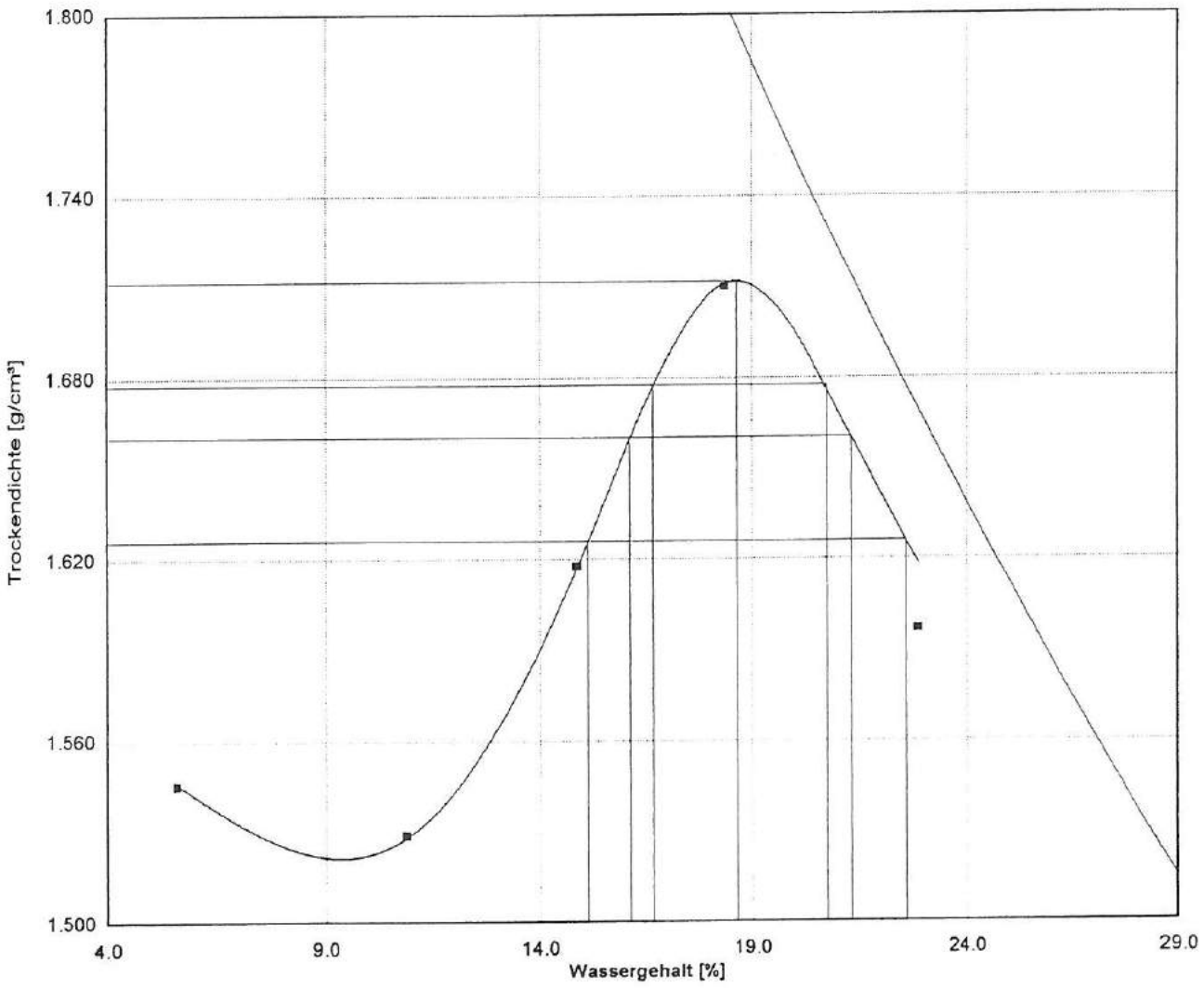
Datum : 20.03.2002

Bearbeiter : H.-G. Holzwarth

Prüfung DIN 18127 - P 100 X

Korndichte	[g/cm³] :	2.700
Korndichte des Überkorns	[g/cm³] :	
Wassergehalt des Überkorns	[%] :	
Sättigungsgrad	:	1.000

Überkorn Anteil [%]	Überkorn Grad [%]	Proctor dichte [g/cm³]	Wassergehalt opt [%]	Wassergehalt min [%]	Wassergehalt max [%]
	100.0	1.712	18.5		
	98.0	1.678		16.5	20.7
	97.0	1.661		15.9	21.3
	95.0	1.627		14.9	22.5



Bemerkungen :

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH

GEOTECHNIK

Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Anlage Nr.:

Projekt: BV Hirrlingen

Auftraggeber: H. Terton

BS 2

Bodenart :

Ort :

Tiefe : 0,2 - 0,9 m

Art : gestört

Datum : 13.03.2002

Bearbeiter : H. Terton

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände Masse [g]	Rückstände Anteil [%]	Summe Siebdurchgänge [%]
90.0			
63.0			
31.5			100.0
16.0	23.4	2.2	97.8
8.0	17.7	1.7	96.2
4.0	10.3	1.0	95.2
2.0	13.0	1.2	94.0
1.0	27.8	2.6	91.4
0.5	49.2	4.6	86.8
0.250	32.9	3.1	83.7
0.125	18.4	1.7	82.0
0.063			
Schale	874.4	82.0	
Summe	1067.0	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 7

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 19.03.2002

Bearbeiter : H.-G. Holzwarth

Trockenmasse [g] : 1067.0

Größtkorn [mm] :

Kornform :

allgemeine Angaben zur Sedimentation

Datum : 19.03.2002

Bearbeiter : H.-G. Holzwarth

Trockenmasse [g] : 37.8

Korndichte [g/cm³] : 2.680

Aräometer : A1-2903

Dispergierungsmittel : Natriumpyrophosphat

Meniskuskorrektur : 0.40

100% Lesung : 23.7

Hilfswert : 4.22

Sedimentation

Zeitspanne	Aräometer Ablesung R' [g]	Temperatur T [°C]	Korndurchmesser d [mm]	R = R' + Cm [g]	R + CT [g]	Schlämmprobe a [%]	Gesamtprobe a tot [%]
30"	22.2	17.8	0.0677	22.6	22.2	93.8	76.9
1'	21.6	17.8	0.0484	22.0	21.6	91.3	74.8
2'	20.5	17.8	0.0349	20.9	20.5	86.6	71.0
5'	18.4	17.8	0.0228	18.8	18.4	77.8	63.7
15'	16.5	17.8	0.0136	16.9	16.5	69.8	57.2
45'	14.3	17.6	0.0081	14.7	14.3	60.3	49.4
5h	10.4	17.0	0.0033	10.8	10.3	43.5	35.6
9h	9.3	17.4	0.0025	9.7	9.3	39.1	32.0
24h	7.8	17.8	0.0016	8.2	7.8	33.0	27.1

Bemerkungen :

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH
GEOTECHNIK

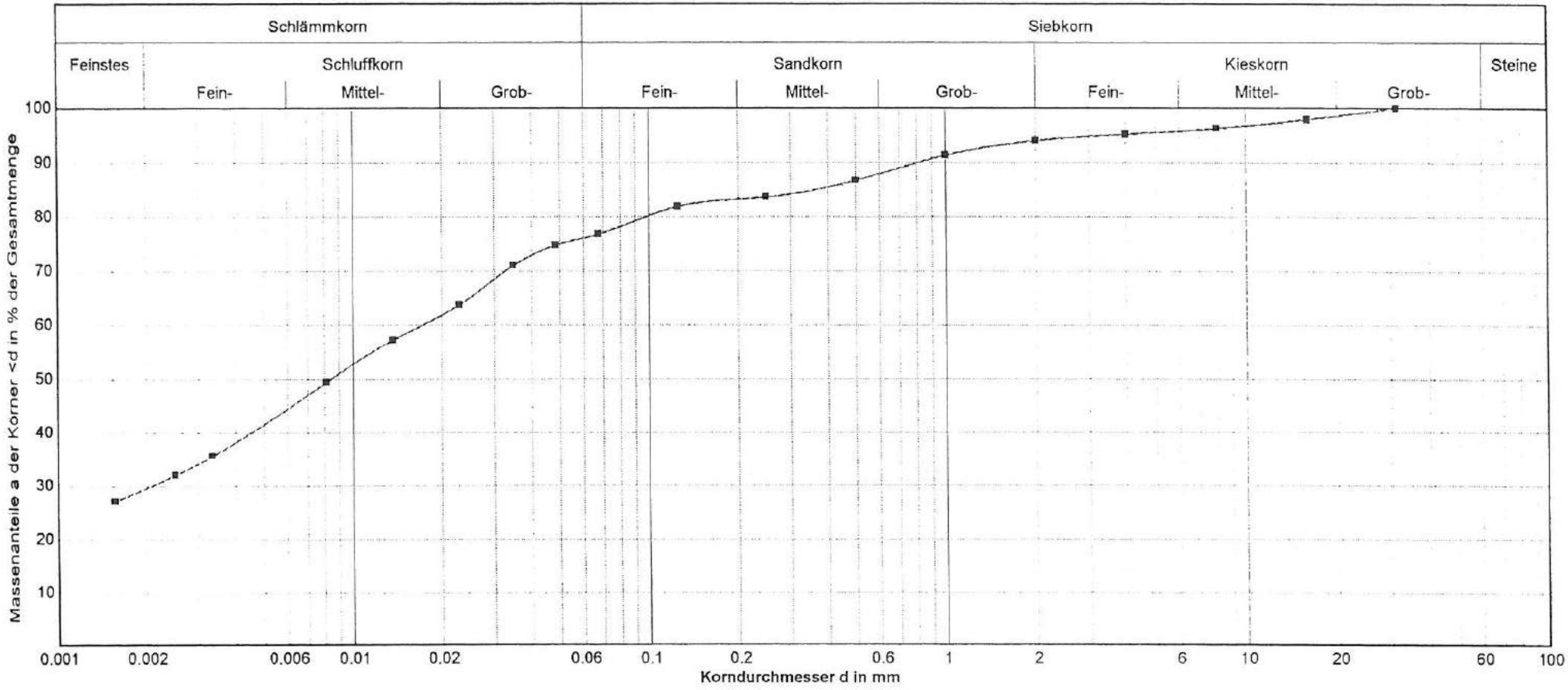
Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: BV Hirrlingen
Auftraggeber: H. Terton
Sachbearbeiter: hg

Anlage Nr.:

Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k (Hazen) [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
BS 2	----------	0,2 - 0,9 m		25.5	2.680				

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH
GEOTECHNIK

Wassergehaltsbestimmung mittels Ofen

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage Nr.:

Projekt: BV Hirrlingen

Auftraggeber: H. Terton

BS 2

Bodenart :

Ort :
Tiefe : 0,2 - 0,9 m
Art : gestört
Datum : 13.03.2002
Bearbeiter : H. Terton
Witterung :

Datum : 20.03.2002
Bearbeiter : H.-G. Holzwarth

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	54.91	38.49	41.77
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	44.41	31.31	34.04
Masse des Behälters	[g]	3.36	3.36	3.36
Masse des Wassers	[g]	10.50	7.18	7.73
Masse der trockenen Probe	[g]	41.05	27.95	30.68
Wassergehalt	[%]	25.6	25.7	25.2

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] : 25.49

Bemerkungen :

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH

GEOTECHNIK

Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Anlage Nr.:

Projekt: BV Hirrlingen

Auftraggeber: H. Terton

BS 3

Bodenart :

Ort :

Tiefe : 0,3 - 1,2 m

Art : gestört

Datum : 13.03.2002

Bearbeiter : H. Terton

Witterung :

Prüfung DIN 18 123 - 6

allgemeine Angaben zur Sedimentation

Datum		: 19.03.2002
Bearbeiter		: H.-G. Holzwarth
Trockenmasse	[g]	: 48.7
Korndichte	[g/cm³]	: 2.680
Aräometer		: A1-2903
Dispergierungsmittel		: Natriumpyrophosphat
Meniskuskorrektur		: 0.40
100% Lesung		: 30.5
Hilfswert		: 3.28

Sedimentation

Zeit-spanne	Aräometer Ablesung R' [g]	Temperatur T [°C]	Korndurch-messer d [mm]	R = R' + Cm [g]	R + CT [g]	Schlämm-probe a [%]	Gesamt-probe a tot [%]
30"	28.0	17.8	0.0600	28.4	28.0	91.9	
1'	26.4	17.8	0.0440	26.8	26.4	86.6	
2'	23.5	17.8	0.0330	23.9	23.5	77.1	
5'	18.6	17.8	0.0228	19.0	18.6	61.1	
15'	13.1	17.8	0.0143	13.5	13.1	43.0	
45'	10.3	17.6	0.0086	10.7	10.3	33.8	
5h	6.4	17.0	0.0035	6.8	6.3	20.6	
9h	5.6	17.4	0.0026	6.0	5.6	18.2	
23h	4.8	17.8	0.0016	5.2	4.8	15.8	
35h	4.5	17.8	0.0013	4.9	4.5	14.9	

Bemerkungen :

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH

GEOTECHNIK

Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

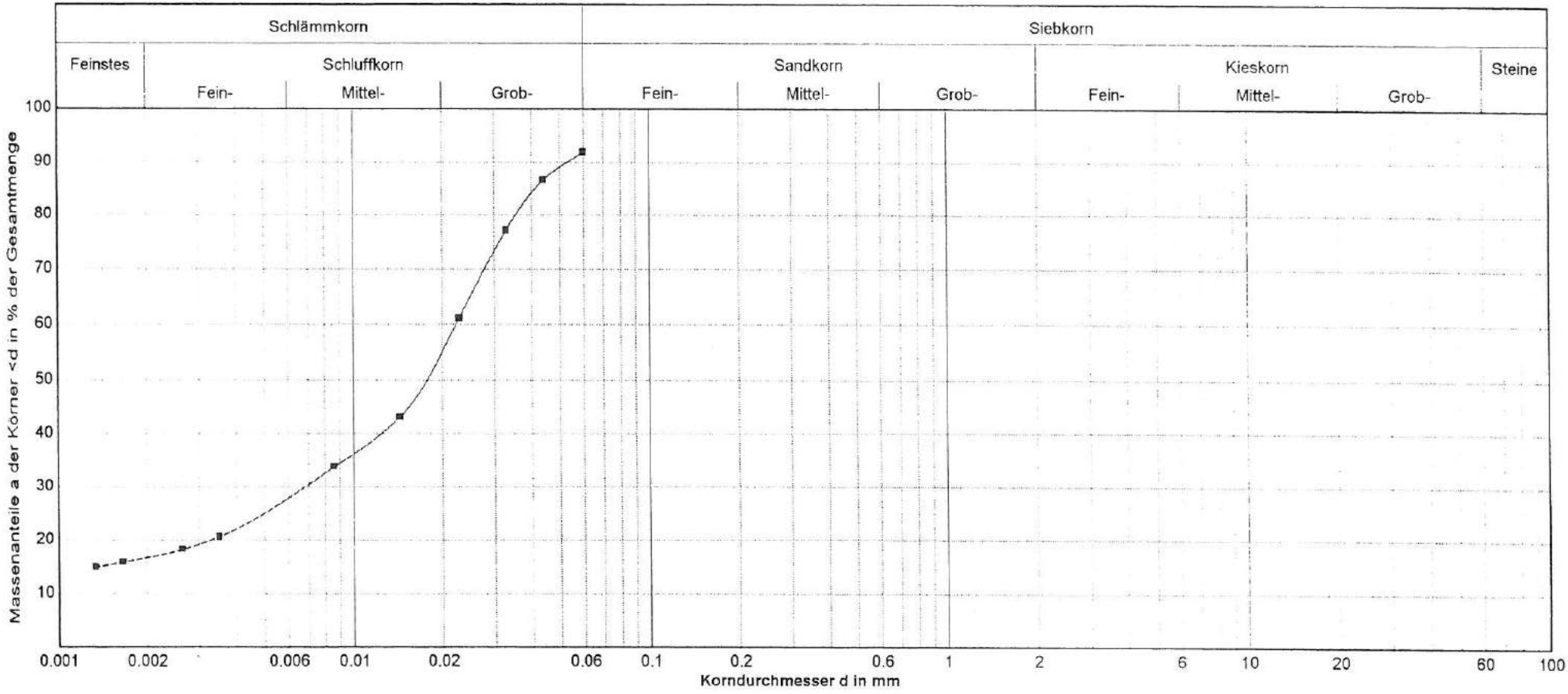
Projekt: BV Hirrlingen

Auftraggeber: H. Terton

Sachbearbeiter: hg

Anlage Nr.:

Prüfung DIN 18 123 - 6



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k (Hazen) [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
BS 3	----------	0,3 - 1,2 m		22.9	2.680				

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH

GEOTECHNIK

Wassergehaltsbestimmung mittels Ofen

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage Nr.:

Projekt: BV Hirrlingen

Auftraggeber: H. Terton

BS 3

Bodenart :

Ort :

Tiefe : 0,3 - 1,2 m

Art : gestört

Datum : 13.03.2002

Bearbeiter : H. Terton

Witterung :

Datum : 19.03.2002

Bearbeiter : H.-G. Holzwarth

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	49.31	51.79	42.07
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	40.75	42.72	34.90
Masse des Behälters	[g]	3.36	3.36	3.36
Masse des Wassers	[g]	8.56	9.07	7.17
Masse der trockenen Probe	[g]	37.39	39.36	31.54
Wassergehalt	[%]	22.9	23.0	22.7

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] : 22.89

Bemerkungen :

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH
GEOTECHNIK

Korngrößenverteilung
nach DIN 18123

Anlage Nr.:

Projekt: BV Hirrlingen

Auftraggeber: H. Terton
BS 5
Bodenart :

Ort :
Tiefe : 0,5 - 1,7 m
Art : gestört
Datum : 13.03.2002
Bearbeiter : H. Terton
Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände Masse [g]	Rückstände Anteil [%]	Summe Siebdurchgänge [%]
90.0			
63.0			
31.5			
16.0			
8.0			100.0
4.0	1.7	0.2	99.8
2.0	7.6	0.8	99.0
1.0	37.5	4.0	95.0
0.5	85.4	9.2	85.8
0.250	115.3	12.4	73.5
0.125	73.6	7.9	65.6
0.063			
Schale	611.6	65.6	
Summe	932.7	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 7

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 20.03.2002
Bearbeiter : H.-G. Holzwarth
Trockenmasse [g] : 932.7
Größtkorn [mm] :
Kornform :

allgemeine Angaben zur Sedimentation

Datum : 20.03.2002
Bearbeiter : H.-G. Holzwarth
Trockenmasse [g] : 41.5
Korndichte [g/cm³] : 2.680
Aräometer : A1-2903
Dispergierungsmittel : Natriumpyrophosphat
Meniskuskorrektur : 0.40
100% Lesung : 26.0
Hilfswert : 3.84

Sedimentation

Zeitspanne	Aräometer Ablesung R' [g]	Temperatur T [°C]	Korndurchmesser d [mm]	R = R' + Cm [g]	R + CT [g]	Schlämmprobe a [%]	Gesamtprobe a tot [%]
30"	22.7	17.8	0.0670	23.1	22.7	87.4	57.3
1'	21.5	17.8	0.0485	21.9	21.5	82.8	54.3
2'	19.8	17.8	0.0353	20.2	19.8	76.2	50.0
5'	17.3	17.8	0.0232	17.7	17.3	66.6	43.7
15'	14.3	17.8	0.0140	14.7	14.3	55.1	36.1
45'	12.0	17.6	0.0084	12.4	12.0	46.1	30.2
5h	8.7	17.0	0.0034	9.1	8.6	33.1	21.7
9h	7.7	17.4	0.0026	8.1	7.7	29.5	19.3
23h	6.7	17.8	0.0016	7.1	6.7	25.9	17.0
35h	6.3	17.8	0.0013	6.7	6.3	24.3	16.0

Bemerkungen :

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH

GEOTECHNIK

Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Projekt: BV Hirrlingen

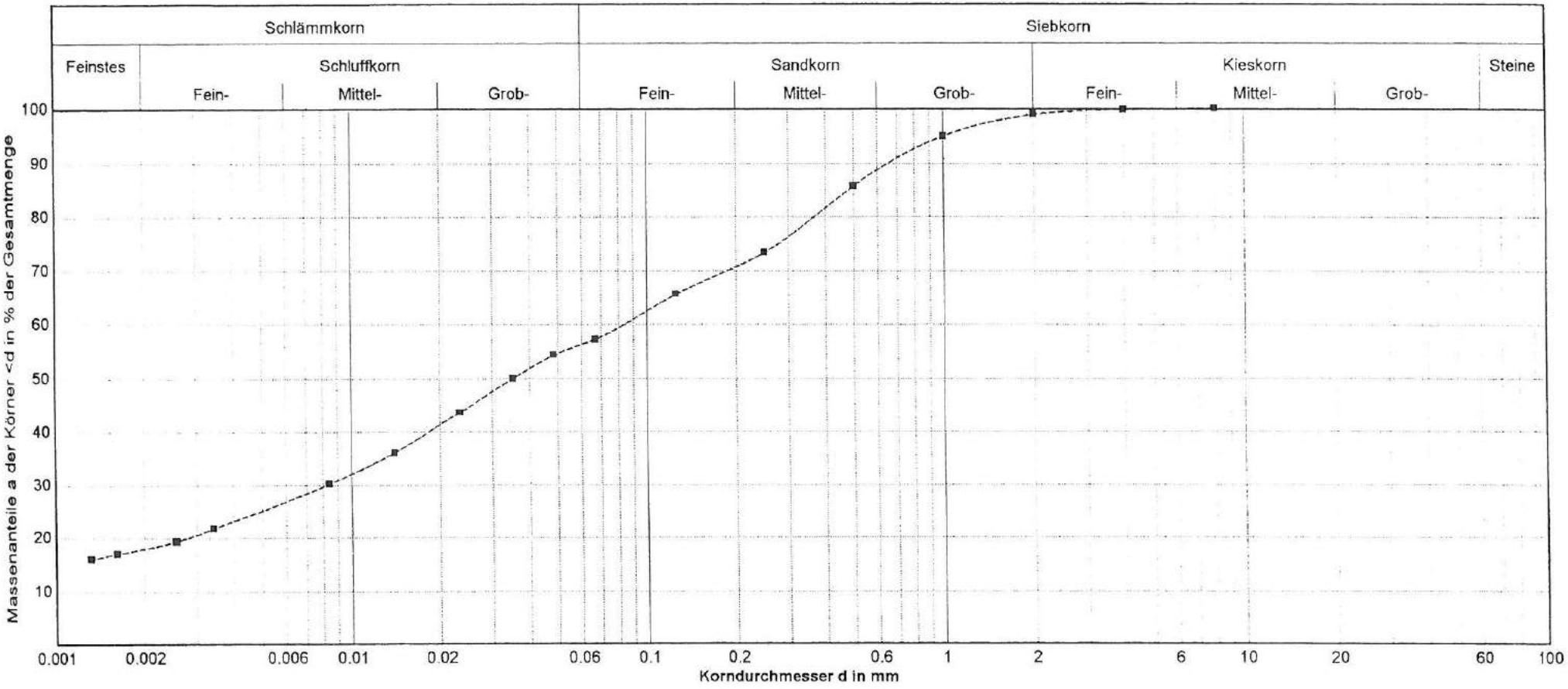
Auftraggeber: H. Terton

Sachbearbeiter: hg

Anlage

Nr.:

Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k (Hazen) [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
BS 5	---------	0,5 - 1,7 m		23.2	2.680				

GeoLine Software

H.-G. HOLZWARTH

GEOTECHNIK

Wassergehaltsbestimmung mittels Ofen

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage Nr.:

Projekt: BV Hirrlingen

Auftraggeber: H. Terton

BS 5

Bodenart :

Ort :

Tiefe : 0,5 - 1,7 m

Art : gestört

Datum : 13.03.2002

Bearbeiter : H. Terton

Witterung :

Datum : 19.03.2002

Bearbeiter : H.-G. Holzwarth

Prüfung DIN 18 121

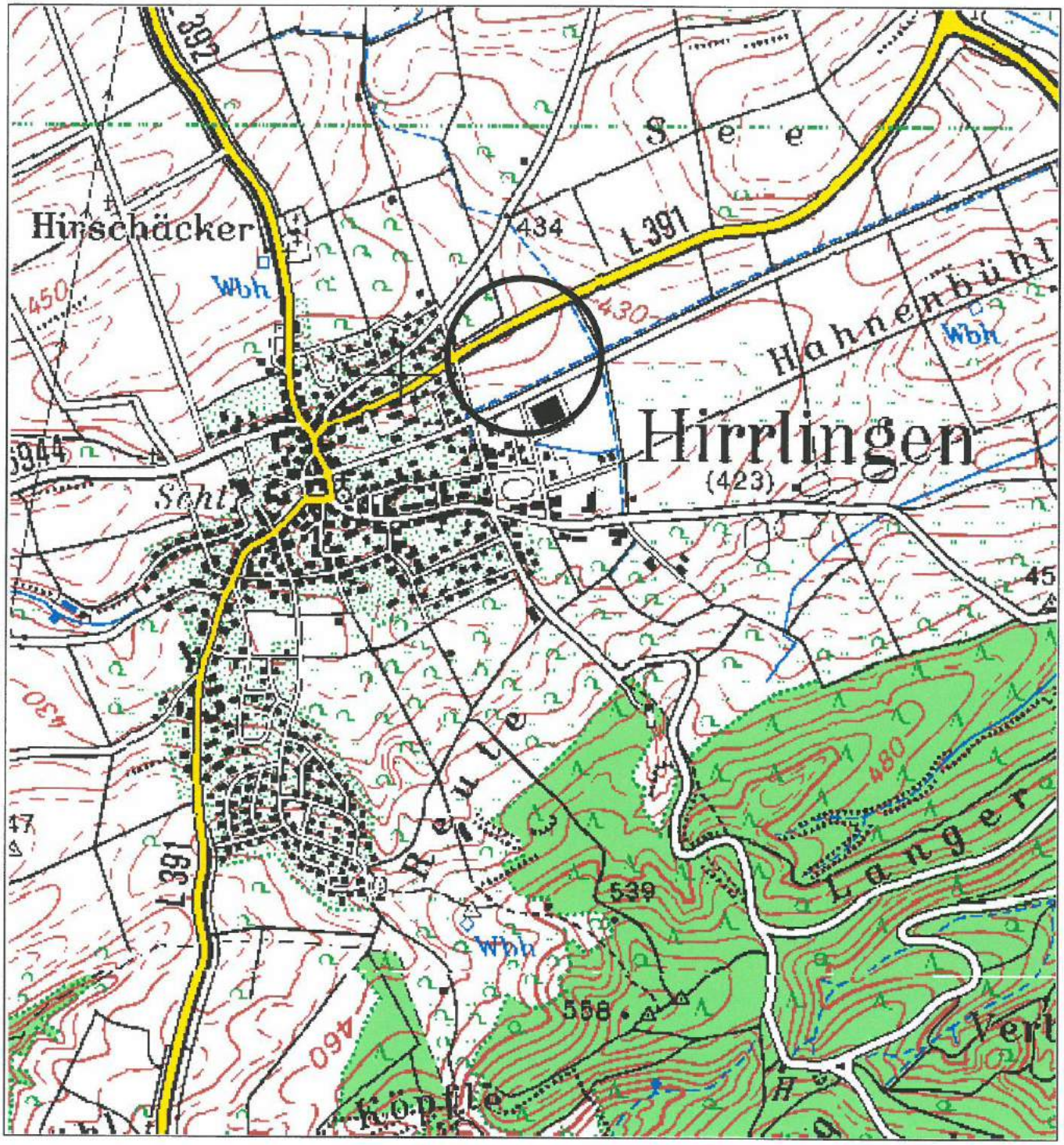
		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	38.16	41.76	39.56
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	31.60	34.47	32.81
Masse des Behälters	[g]	3.36	3.36	3.36
Masse des Wassers	[g]	6.56	7.29	6.75
Masse der trockenen Probe	[g]	28.24	31.11	29.45
Wassergehalt	[%]	23.2	23.4	22.9

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] : 23.19

Bemerkungen :

GeoLine Software



Zeichenerklärung:

Lage des Untersuchungsgebietes

Projekt:	BV "Hinter der Kirche", Gemeinde Hirrlingen		
Planinhalt:	Lage des Untersuchungsgebietes		
Anlage:	1	Maßstab:	ohne Maßstab
Datum:	03.04.2002	Bearbeiter:	HT

Dipl.-Geologe Heiner Terton

Sachverständigenbüro für Angewandte Geologie

Breitestr. 4 72116 Mössingen
Telefon:07473/924746 Telefax: 924747 Email: geoterton@web.de

Kartengrundlage:
TK50, amtliche topographische Karte,
Baden-Württemberg

BS6

BS6a

BS2

BS3

BS4

BS5

BS1

ZEICHENERKLÄRUNG:

Grenze des Baugebiets "Hinter der Kirche II"

BS Baggerschurf

Grundwasserfließrichtung, generalisiert

0 40 80 120 160 200 m

Projekt:	Geologisches Erschließungsgutachten BV "Hinter der Kirche", Gemeinde Hirrlingen		
Projekt-Nr.:	B 02 06 02		
Planinhalt:	Lage der Aufschlusspunkte und Grundwasserfließrichtung		
Anlage:	2	Maßstab:	1 : 2.000
Datum:	27.03.2002	Bearbeiter:	HT / CADlines

Dipl.-Geologe Heiner Terton
Sachverständigenbüro für Angewandte Geologie
Breitestr. 4 72116 Mössingen
Telefon: 07473/924746 Telefax: 924747 Email: GeoTerton@web.de

BV H-d-Kirche-II