

Kempfert + Partner Geotechnik

Gutachten · Beratung · Grundbaustatik · Planung · Bauleitung · Messungen



Beratende Ingenieure

Konstanz · Würzburg · Kassel

Kempfert + Partner GmbH
Max-Stromeyer-Straße 1
D-78467 Konstanz

Telefon (0 75 31) 59 45-0
Telefax (0 75 31) 59 45-50

kn@kup-geotechnik.de

Geschäftsführer

Dr.-Ing. Ulrich Berner²⁾
Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Hans-Georg Kempfert¹⁾
Dr.-Ing. Marc Raithel

Anerkannter Sachverständiger
für Erd- und Grundbau nach
Bauordnungsrecht¹⁾

öbuv Sachverständige für
Erd- und Grundbau¹⁾²⁾

Vom Eisenbahn-Bundesamt
anerkannter Gutachter für
Geotechnik im Eisenbahnbau¹⁾

Arbeitsgebiete

Bodenmechanik
Erd- und Grundbau
Baugrunduntersuchung
Gründungsberatung
Tunnel- und Felsbau
Verkehrswegebau
Ingenieurgeologie
Hydrogeologie
Umweltgeotechnik
Altlastenerkundung
und Sanierung
Entsorgungsplanung
Rückbauplanung
und Überwachung
Feld- und Laborversuche

Information

www.kup-geotechnik.de

Registergericht

Amtsgericht Konstanz
HRB 1354

USt-ID Nr.: DE172086465

Geotechnischer Bericht

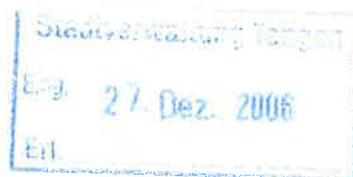
(Bericht Nr. 1)

Allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungshinweise und Empfehlungen zum Erdbau

Erweiterung Baugebiet Brühl III in Tengen-Blumenfeld

bearbeitet im Auftrag der

Stadt Tengen
Marktstraße 1
78250 Tengen



Konstanz, den 21.12.2006

Az.: 3134.0/06/1

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Veranlassung 3
2	Unterlagen 3
3	Baugebiet 3
4	Geotechnische Untersuchungen..... 4
4.1	Aufschlüsse 4
4.2	Laboruntersuchungen..... 4
4.3	Umwelttechnische Untersuchungen..... 5
5	Geotechnische Verhältnisse..... 5
5.1	Geologischer Überblick..... 5
5.2	Baugrundaufbau..... 5
5.2.1	Oberboden..... 5
5.2.2	Ältere Juranagelfluh 5
5.3	Grundwasser und Durchlässigkeit..... 6
6	Allgemeine Bewertung der geotechnischen Verhältnisse 7
6.1	Bautechnische Eigenschaften der Hauptschichten 7
6.2	Klassifizierung der Hauptschichten für bautechnische Zwecke 8
6.3	Versickerung von Niederschlagswasser..... 9
7	Allgemeine Hinweise für Gründungen 9
7.1	Allgemeine Hinweise zur Gründung von Gebäuden..... 9
7.2	Allgemeine Hinweise zur Gründung von Straßen..... 10
7.3	Rutschungsgefährdung..... 10
8	Hinweise zur Erschließung 11
8.1	Behandlung der vorhandenen Bodenarten..... 11
8.2	Baugruben 12
8.3	Hinweise zu Kanalbaumaßnahmen 12
8.4	Wiederverwendung der beim Aushub anfallenden Boden- und Felsarten..... 13
9	Schlussbemerkung..... 13
	Anlagenverzeichnis..... 15

1 Veranlassung

Die Stadt Tengen plant die Erweiterung des Neubaugebiets Brühl III in Tengen-Blumenfeld. Die Kempfert + Partner Geotechnik wurde von der Stadt Tengen über das Architekturbüro Wezstein, Tengen mit einer Baugrunderkundung als Übersichtserkundung, einer allgemeinen Baugrundbeurteilung und der Ausarbeitung von allgemeinen Gründungshinweisen und Empfehlungen zum Erdbau bei der geplanten Erschließung beauftragt.

Der vorliegende Geotechnische Bericht stellt die Ergebnisse der Übersichtserkundung dar, enthält eine allgemeine Baugrundbeurteilung sowie die vorgenannten Hinweise und Empfehlungen.

2 Unterlagen

Für den Geotechnischen Bericht wurden folgende Unterlagen verwendet:

- 2.1 Übersichtslageplan, M. 1:1.500, o. Datum (Architekturbüro Wezstein, Tengen)
- 2.2 Entwurf Bebauungsplan, o. Maßstab und Datum (Architekturbüro Wezstein, Tengen)
- 2.3 Bebauungsplan, Variante 05, M. 1:500, o. Datum (Architekturbüro Wezstein, Tengen)
- 2.4 Ergebnisse der Felduntersuchungen (Baggerschürfe), ausgeführt am 18.11.06

3 Baugebiet

Das Baugebiet Brühl III liegt am südwestlichen Ortsrand von Tengen, Ortsteil Blumenfeld in der Flur „Brunnenstube“ (vgl. Anlage 1). Nach Norden und Südosten schließt Wohnbebauung an, zu den restlichen Richtungen landwirtschaftliche Nutzflächen (Äcker und Streuobstwiesen). Das Baugebiet selbst wird derzeit landwirtschaftlich größtenteils als Ackerfläche, untergeordnet auch als Streuobstwiese genutzt. Das Baugebiet wird im Nordosten und Südwesten von nicht befestigten Feldwegen flankiert. Etwa 80 m nordwestlich befindet sich ein Wasserbehälter (Quellfassung), dessen Übereichleitung etwa entlang der der Südostgrenze des Baugebiets verlegt ist. Der genaue Verlauf der Übereichleitung ist nicht bekannt.

Das Baugebiet liegt an einem nach Südosten fallenden Hang. Die Hangneigung beträgt etwa 20 % am hangoberen, nordwestlichen Teil und etwa 6 % am hangunteren, südöstlichen Teil. Das Gelände verläuft nach Unterlage 2.3 an der Nordwestecke auf etwa 593 m ü. NN und fällt Richtung Südosten auf etwa 579 m ü. NN ab, wo auch der niedrigste Punkt des Geländes liegt. Im Anschluss an die Verebnungsfläche im Südosten schließt eine bis zu etwa 4 m hohe, steil abfallende Böschung an, die von Bäumen und Sträuchern bewachsen ist. Der im Nordosten verlaufende Feldweg schneidet klingenartig in diese Böschung ein.

Im Nordwesten und Südosten weist das Baugebiet Abmessungen von etwa 115 x 80 m auf. Im Südwesten verläuft die Grenze zunächst von der Westecke auf etwa 55 m parallel dem

dortigen Feldweg und verläuft dann im Süden und Südosten unregelmäßig einspringend entsprechend dem Grenzverlauf der hier anschließenden bebauten Grundstücke.

Nach der derzeitigen Planung ist die Ausweisung von 13 Baugrundstücken für Wohnbebauung vorgesehen. Die Zufahrt zum Baugebiet ist von Nordosten über die Vogtstraße geplant. Zum Verlauf sowie über die Einbindetiefe der für die Erschließung des Baugebiets notwendigen Versorgungsleitungen in das vorhandene Gelände liegen uns keine Unterlagen vor.

4 Geotechnische Untersuchungen

4.1 Aufschlüsse

Zur Feststellung von Art, Aufbau und Verbreitung der anstehenden Böden wurde der Baugrund im Bereich des geplanten Wohngebiets am 17.11.2006 durch insgesamt 9 Bagger-schürfe (SCH 1 – 9) als Baugrundaufschlüsse bis in eine größte Tiefe von 5 m erkundet. Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Geotechnischen Lageplan in Anlage 1 entnommen werden. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind als Baugrundschnitte in Anlage 2 höhengerecht nach DIN 4023 dargestellt. Die darin eingetragenen Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind linear interpoliert und vermutet. Die Höhenangaben dienen allein der Zuordnung der Schichtenfolge. Als Höhenbezug diente ein Schachtdeckel in der Vogtstraße (Deckelhöhe 579,12 m ü. NN)

Die Benennung und Klassifizierung der erkundeten Böden erfolgte nach der Bodenansprache vor Ort sowie unseren Erfahrungen.

4.2 Laboruntersuchungen

An für die Baugrundsichtung repräsentativen Bodenproben aus den Schürfgruben wurden

- der natürliche Wassergehalt nach DIN 18 121-1
- die Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) nach DIN 18 122 und
- die Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

bestimmt.

Die Ergebnisse der durchgeführten Laboruntersuchungen sind mit Ausnahme der natürlichen Wassergehalte, die als Wassergehaltsdiagramme in die Darstellung der Anlage 2 eingezeichnet sind, in den Versuchsprotokollen in Anlage 3 dokumentiert.

4.3 Umwelttechnische Untersuchungen

Untersuchungen auf schädliche Veränderungen im Boden, in der Bodenluft oder im Grundwasser sind nicht Bestandteil des vorliegenden Geotechnischen Berichts. In den Schürfgruben konnten organoleptisch keine Auffälligkeiten hinsichtlich schädlicher Bodenveränderungen festgestellt werden.

5 Geotechnische Verhältnisse

5.1 Geologischer Überblick

Nach der Geologischen Karte Blatt 8118 Engen im Maßstab 1:25.000 sowie den zugehörigen Erläuterungen stehen Bereich im des Baugebiets Gesteine des Tertiär (ältere Juranagelfluh) an, die in den topografisch tiefer gelegenen Bereichen von risseiszeitlicher Grundmoräne überlagert werden.

5.2 Baugrundaufbau

Es wurden folgende zusammengefasste Hauptschichten (von oben nach unten) erkundet:

- Oberboden (Mutterboden)
- Ältere Juranagelfluh

Die Schichtenfolge und -verbreitung sind in Anlage 2 zeichnerisch als Zusammenschau der Hauptschichten in drei Baugrundschnitten dargestellt. Im Folgenden werden die Hauptschichten beschrieben und klassifiziert.

5.2.1 Oberboden

In allen Schürfen wurde Oberboden entsprechend der derzeitigen Nutzung des Geländes als Ackerfläche in einer Dicke von etwa 0,2 m erkundet.

5.2.2 Ältere Juranagelfluh

Unterhalb des Oberbodens wurde in allen Schürfen linoleumbrauner, zur Tiefe hin goldbrauner Schluff und Ton erkundet, der nach Prüfung mit Salzsäure nach DIN 4022-1 als „kalkhaltig“ und damit als Mergel zu klassifizieren ist. Dementsprechend wurde der Boden der in der geologischen Karte ausgewiesenen Älteren Juranagelfluh zugeordnet. Der Mergel ist von der Oberfläche ausgehend bis in Tiefen zwischen 0,4 und 2,5 m durch Verwitterungsvorgänge verbraunt und leicht entkalkt. Die Zustandsform wechselt nach den Handversuchen im Feld nach DIN 4022 zwischen weicher und weicher bis steifer Konsistenz. Un-

tergeordnet wurde auch steife bis halbfeste Konsistenz ermittelt. Allgemein wird der Mergel mit der Tiefe zunehmend fester. Nach den Laborversuchen in Anlage 3 ist der verbrauchte Mergel als sandiger Schluff von halbfester Konsistenz einzustufen. Der nicht verbrauchte Mergel ist nach den Ergebnissen der Laborversuche in Anlage 3 als schwach sandiger Ton von steifer bis halbfester Konsistenz einzustufen. Die für den Mergel ermittelten natürlichen Wassergehalte liegen zwischen etwa 14 und 26 %.

Im Liegenden des Mergels wurde außer bei SCH 3 und 6 ab Tiefen zwischen 2,4 und 4,4 m unter Gelände Ton mit hohem Schluff- und wechselndem Sandgehalt mit Übergängen zu Kies mit hohem Tongehalt erkundet, der den namengebenden Geröllhorizonten der Älteren Juranagelfluh zugeordnet werden kann. Nach den Darstellungen in Anlage 2 kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei stark kiesigen Ton der in den Baugrundschnitten Mitte und Ost dargestellten Schürfe jeweils um denselben Horizont handelt. Im Folgenden wird er als „basaler Geröllhorizont“ bezeichnet, da er das Liegende für die geplante Baumaßnahme darstellt. In SCH 3 wurde zudem eine etwa 0,2 m dicke Lage stark schluffigen Kieses in 2 m Tiefe erkundet, die dem Mergel zwischengeschaltet ist. Ob der in SCH 5 ange-troffene stark kiesige Ton ebenfalls dem basalen Geröllhorizont zuzuordnen ist oder eine lokale Einschaltung wie bei SCH 3 darstellt, kann nicht abschließend beurteilt werden.

In den Schürfen wurde der basale Geröllhorizont auf eine Mächtigkeit von maximal 1,8 m aufgeschlossen. Nach den Erläuterungen zur geologischen Karte können die Geröllhorizonte jedoch Mächtigkeiten von bis zu 4 m erreichen. Nach der Korngrößenverteilung in Anlage 3 kann der aufgeschlossene Geröllhorizont als stark kiesiger, schwach sandiger Ton klassifiziert werden. In SCH 2 und 7 ist der basale Geröllhorizont felsartig zu einem Konglomerat verfestigt und konnte mit dem Bagger nur noch schwer gelöst werden.

Die in der Geologischen Karte verzeichnete Riss-Grundmoräne wurde in den Aufschlüssen nicht erkundet.

5.3 Grundwasser und Durchlässigkeit

Grundwasser wurde bei SCH 3, 4 und 5 mit Flurabständen zwischen 0,7 und 4,5 m angetroffen. In SCH 3 erfolgte der Wasserzutritt aus der dem Mergel zwischengeschalteten Kieslage, die vermutlich etwas oberhalb SCH 4 ausstreicht und für die dort beobachtete Wasserführung an der Schichtgrenze des Mutterbodens zum Mergel verantwortlich ist. Auf dem westlich angrenzenden, zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten als Wiese genutzten Grundstück wurden etwa auf Höhe von SCH 4 Vernässungen und das Vorkommen von Binsengrasinseln beobachtet, was darauf hindeutet, dass die Grundwasser führende Kieslage über einen breiteren Bereich ausstreicht und einen zumindest lokalen Quellhorizont bildet. In den topografisch tiefer gelegenen Schürfen wurde kein Grundwasser festgestellt.

In SCH 5 erfolgte der Wasserzutritt ab etwa 4,5 m Tiefe aus dem den Mergel unterlagernden, stark kiesigen Ton. Das Dargebot war jedoch äußerst gering und der Zutritt erfolgte diffus, so dass sich kein freier Wasserspiegel im Schurf einstellte.

Neben dem Wasserbehälter ist in der Geologischen Karte oberhalb des Baugebiets entlang des Ausstrichbereichs des hier anstehenden marinen Randen-Grobkalks ein Quellhorizont auskartiert. Zu entsprechenden Niederschlagszeiten muss deshalb damit gerechnet werden, dass hier zutage tretendes Grundwasser oberflächennah in entsprechenden Deckschichten entlang der Schichtgrenzen zu den wenig durchlässigen Mergeln der Älteren Juranagelfluh hangabwärts fließt und zu entsprechenden Vernässungen führen kann. Eine zumindest zeitweise auftretende entsprechende oberflächennahe Vernässung wird durch die verschiedentlich angetroffenen Drainagen dokumentiert. Die Vorflut dieser Drainagen ist nicht bekannt.

Entsprechend der jeweiligen vertikalen Wegsamkeiten (z.B. an geologischen Störungszonen, grobkörnigeren Bereichen des Mergels oder an Leitungsgräben bzw. durch eventuelle Undichtigkeiten der Übereichleitung des Wasserbehälters direkt) ist auch eine Infiltration von Wasser in tiefere Geröllhorizonte oder in den basalen Geröllhorizont möglich. Dementsprechend kann, obwohl in den Baggerschürfen nicht beobachtet, das Auftreten von auch gespanntem Grundwasser im basalen Geröllhorizont nicht ausgeschlossen werden.

Die Wasserdurchlässigkeit der angetroffenen Hauptschichten lässt sich wie folgt abschätzen:

Nagelfluh-Mergel:	$k \approx 10^{-7}$ bis 10^{-9} m/s
Geröllhorizonte, nicht verfestigt:	$k \approx 10^{-5}$ bis 10^{-6} m/s

Die verfestigten Bereiche des basalen Geröllhorizonts (Konglomerat) stellen Kluftgrundwasserleiter dar. Da über Art und Umfang der Gesteinsklüftung keine verlässlichen Informationen vorliegen sowie diese lokal stark wechseln können, können keine repräsentativen Angaben zur Gebirgsdurchlässigkeit gemacht werden.

6 Allgemeine Bewertung der geotechnischen Verhältnisse

6.1 Bautechnische Eigenschaften der Hauptschichten

Der Baugrund wird im Wesentlichen vom Mergel der Älteren Juranagelfluh aufgebaut, der von einem bereichsweise verfestigten Geröllhorizont unterlagert werden. Dem Mergel können lokal geringmächtige Kieslagen mit wenigen dm Dicke zwischengeschaltet sein.

Bei mindestens weicher bis steifer Konsistenz stellt der Mergel einen im Hinblick auf die geplante Wohnbebauung ausreichend tragfähigen Baugrund dar. Der Kies und die verfestigten Bereiche des Geröllhorizonts stellen einen gering setzungswilligen und gut tragfähigen Baugrund dar.

Nach Beurteilung der geotechnischen Übersichtserkundung sowie aufgrund unserer Erfahrungen sind für die Hauptschichten unter dem Oberboden die in Tabelle 1 aufgeführten bautechnischen Eigenschaften zusammenfassend angegeben.

Tabelle 1. Bautechnische Eigenschaften der Hauptschichten

Hauptschicht	Scherfestigkeit	Zusammen- drückbarkeit	Bereich der Wasserdurch- lässigkeit	Witterungs- und Erosions- empfindlichkeit	Rammpbarkeit
Nagelfluh-Mergel	gering bis mittel	groß bis mittel	schwach durch- lässig	groß	leicht bis mittel- schwer
Geröllhorizonte, nicht verfestigt	mittel	gering bis mittel	durchlässig	mittel bis groß	mittelschwer
Geröllhorizonte, verfestigt	groß	sehr gering	schwache Ge- birgsdurchlässig- keit	groß	nicht rammpbar

Der in Spalte 4 aufgeführte Bereich der Wasserdurchlässigkeit bezieht sich auf die Spannenweiten von Durchlässigkeitsbeiwerten nach DIN 18 130 Teil 1. Zur Beurteilung auf Grundwasser und Durchlässigkeit siehe Abschnitt 5.3.

6.2 Klassifizierung der Hauptschichten für bautechnische Zwecke

Nach Beurteilung aller geotechnischen Untersuchungen sowie aufgrund unserer örtlichen Erfahrungen über die anstehenden Böden können für die Hauptschichten die in Tabelle 2 aufgeführten Bodenklassifizierungen angegeben werden.

Tabelle 2. Bodenklassifizierungen der Hauptschichten

Hauptschicht	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300	Klasse nach DIN 18 301	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB
Oberboden	OH, OU	1	LO	-
Nagelfluh-Mergel	UL, UM, TL, TM	4	LB	F 3
Geröllhorizonte, nicht verfestigt	TL, GT*	3	LN	F 2, F 3
Geröllhorizonte, verfestigt	-	5, 6	FZ 1 – 3/FD 1 - 3	F 3 ¹⁾

1) große Wasser- und Frostempfindlichkeit durch tonig- karbonatische Bindung

Im Zuge der notwendigen Detailuntersuchungen für die einzelnen konkreten Bauwerke müssen die Bodenkenngrößen (Rechenwerte) jeweils für das einzelne Baufeld bzw. Bauwerk anhand der jeweiligen Situation festgelegt werden.

6.3 Versickerung von Niederschlagswasser

Die Durchlässigkeiten der erkundeten Hauptschichten liegen nach den getroffenen Annahmen für den Mergel außerhalb und für den nicht verfestigten basalen Geröllhorizont innerhalb des entwässerungstechnisch wirksamen Durchlässigkeitsbereichs nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 ($k \geq 10^{-6}$ m/s). Eine Versickerung von Niederschlagswasser in den Mergel ist somit nicht möglich.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser in den nicht verfestigten basalen Geröllhorizont ist aufgrund der angenommenen Durchlässigkeiten grundsätzlich möglich. Die Ausdehnung, Dicke und der Verlauf des basalen Geröllhorizontes sowie die Ausdehnung der Verfestigungsbereiche sind nicht bekannt, so dass die Versickerungskapazität nicht abgeschätzt werden kann. Zudem ist ein Ausbiss des Geröllhorizontes im Bereich der hangabwärts anschließenden bebauten Grundstücke nicht auszuschließen, so dass die Gefahr einer unerwünschten Vernässung der hangabwärts gelegenen Grundstücke besteht. Eine Versickerung von Niederschlagswasser in den basalen Geröllhorizont kann daher nicht empfohlen werden. Vor dem Hintergrund einer möglichen Rutschgefährdung des Bodens im Baugebiet (vgl. Abschnitt 7.3) wird weiterhin darauf hingewiesen, dass durch die Einleitung von Niederschlagswasser in den basalen Geröllhorizont z.B. über künstlich geschaffene Wegsamkeiten wie Gräben von Erschließungsleitungen oder über Einsickern durch Bauwerkshinterfüllungen aus Gründungen eine Entfestigung der verfestigten Bereiche und damit in Verbindung mit dem zugeführten Sickerwasser die Entstehung oder Aktivierung von Gleitzonen begünstigt werden kann.

7 Allgemeine Hinweise für Gründungen

7.1 Allgemeine Hinweise zur Gründung von Gebäuden

Bei Gründungen im Mergel der Älteren Juranagelfluh ist vor allem in der Verbraunungszone und bei schlechterer Konsistenz als steif mit größeren Setzungen und Differenzsetzungen zu rechnen (je nach Bauwerklasten, Gründungsbildung und lokaler Konsistenz). Es wird deshalb die Gründung auf Gründungsplatten empfohlen, da damit Setzungen vergleichmäßig und Setzungsdifferenzen reduziert werden. Die Gründungen sollten grundsätzlich bis in Tiefen geführt werden, in denen der Mergel in steifer Konsistenz ansteht. Aufgrund der Möglichkeit von Hangbewegungen wird empfohlen, die Gründungsplatten sowie die Untergeschosse der geplanten Bebauung in Stahlbetonbauweise auszuführen (siehe hierzu Abschnitt 7.3).

Bei Bauvorhaben muss darauf geachtet werden, dass die Gründung nicht teilweise im stärker setzungswilligen Mergel und teilweise im nur gering setzungswilligen basalen Geröllhorizont abgesetzt wird.

Eine genaue Gründungsberatung für einzelne Gebäude mit Angabe von Bemessungswerten und von zu erwartenden Setzungen kann erst nach Ausführung einer Detailuntersuchung für die einzelnen Gebäude und nach Vorliegen von Gebäudeplanungen (Gebäudeabmessungen, Lasten, Unterkellerung usw.) erfolgen.

Aufgrund der wasserstauenden Eigenschaft des Mergels und dem Auftreten von oberflächennahem Schichtenwasser aus den Quellhorizonten sowie der Möglichkeit des Auftretens von gespanntem Grundwasser im basalen Geröllhorizont kann es im gesamten Baugebiet zur Bildung von drückendem Stau- oder Schichtenwasser kommen. Die Stauwasserstände können insbesondere an hangseitigen Gebäudeteilen ohne Drainage je nach Niederschlägen bis auf die Höhe des vorhandenen Geländes, in Senken auch darüber, ansteigen. Bauwerke, die in den Untergrund einbinden, müssen deshalb druckwasserdicht ausgebildet oder mit einer Drainage nach DIN 4095 versehen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass dauerhaft wirksame Drainagen sorgfältig geplant und ausgebildet werden müssen, dabei ist die DIN 4095 zu beachten. Eine rückstaufreie Vorflut für die Drainage ist sicherzustellen. Bei der Ableitung des Drainagewassers ist sicherzustellen, dass keine Vernässung der hangabwärts gelegenen Grundstücke eintritt.

7.2 Allgemeine Hinweise zur Gründung von Straßen

Bei einem standardisierten Straßenoberbau ist auf dem Planum (= Unterkante Frostschuttschicht) eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ notwendig. Diese Tragfähigkeit ist in den oberflächennahen Bereichen des Mergels nicht vorhanden. Es muss daher als Baugrundverbesserung ein Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung mit Bindemitteln unter dem Planum durchgeführt werden. Die erforderliche Dicke des Bodenaustauschs oder der Bodenverbesserung hängt von der jeweiligen Konsistenz des Mergels ab und muss lokal angepasst werden. Zur Erzielung der vorgenannten Tragfähigkeit muss die Dicke des Bodenaustauschs oder der Bodenverbesserung erfahrungsgemäß mindestens 0,3 bis 0,5 m betragen. Unter den Bodenaustausch ist ein Trennvlies (GRK 4) einzulegen.

Für Bodenaustausch ist grobkörniges, weitgestuftes Material (Kiessand, Schotter oder geeignetes Recyclingmaterial) zu verwenden. Für Recyclingmaterial wird die Einhaltung der Anforderungen der Technischen Lieferbedingungen aus dem Straßenbau *TL RC-ToB* (FGSV, Köln) empfohlen, wobei das Frostsicherheitskriterium beim Einbau unterhalb des eigentlichen frostsicheren Straßenaufbaus nicht einzuhalten ist. Zudem müssen beim Einbau die Anforderungen des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg vom 13.04.2004 sowie des ergänzenden Erlasses vom 10.08.2004 (RC-Erlass) für die jeweiligen Einbaukonfigurationen eingehalten werden.

7.3 Rutschungsgefährdung

Das geplante Baugebiet liegt an einem Hang, der nach Unterlage 2.3 ein Gefälle zwischen 20 % am hangoberen, westlichen Teil und etwa 6 % am hangunteren, östlichen Teil aufweist. Den Untergrund bilden bindige, wasserempfindliche Böden, die bei Wasserzutritt durch Aufweichen reagieren. An der Sohle der bindigen Böden sowie ihnen lagenweise zwischengeschaltet sind Geröllhorizonte ausgebildet, die Grundwasser führen, das auch gespannt sein kann. Nach den Darstellungen in Anlage 2 fällt die Oberfläche des basalen Geröllhorizonts etwa mit dem Hang ein.

Bei den Feldarbeiten konnten im Gelände keine direkten Anhaltspunkte (rutschungstypische Geländeformen wie Abrissnischen oder Aufwerfungen des Geländes, Säbelbeinigkeits von Bäumen, Dickenzunahme der bindigen Böden am Hangfuß im Verflachungsbereich) für Massenbewegungen des Hangs im Bereich des Baugebiets beobachtet werden. Aufgrund der geologischen Rahmenbedingungen kann jedoch die Möglichkeit von Kriech- oder Rutschbewegungen insbesondere zu niederschlagsreichen Zeiten nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Es wird daher empfohlen, als Gründungsform für die geplante Wohnbebauung eine biegesteife Stahlbetonbodenplatte auszuführen und Untergeschosse ebenfalls in Stahlbetonbauweise auszuführen (siehe Abschnitt 7.1).

Die Grenzflächen zwischen den vorhandenen Geröllhorizonten und dem Mergel stellen potentielle Gleitflächen dar, da bei Wasserführung der Mergel aufgeweicht wird und breiige Konsistenz annehmen kann. Die Gefahr einer Bildung bzw. Aktivierung solcher Gleitflächen kann reduziert werden, wenn durch die Baumaßnahmen die Wasserwegsamkeiten und vorhandene Durchfeuchtung möglichst wenig verändert wird. Eine Maßnahme könnte z.B. die Hinterfüllung von Arbeitsräumen mit bindigem Material sein, so dass kein zusätzliches Niederschlagswasser in den Boden eingeleitet wird. Die genauen Maßnahmen sollten im Zuge von Baugrunderkundungen und die Gründungsberatung für die einzelnen Gebäude festgelegt werden.

8 Hinweise zur Erschließung

8.1 Behandlung der vorhandenen Bodenarten

Der Mergel ist aufgrund seiner feinkörnigen Zusammensetzung witterungs- und feuchteempfindlich. Er darf nicht dem Frost oder einem Wasserzutritt ausgesetzt werden, da er sonst aufweicht. Bei Aushubmaßnahmen müssen deshalb die freigelegten Aushubsohlen unmittelbar folgend wieder (z.B. durch die Sauberkeitsschicht oder den Unterbeton bzw. bei Verkehrsflächen durch die Unterbau- oder Oberbauschichten) abgedeckt werden. Die Aushubsohlen im Mergel müssen mit einer zahnlosen Baggerschaufel abgezogen werden und sollten mit leichtem Gefälle angelegt werden, um stehendes Wasser (auch nach einer Überschüttung mit nichtbindigen Böden) zu verhindern.

Der Mergel darf bzw. kann nicht befahren werden. Für die Bautätigkeiten werden deshalb vor-Kopf eingebrachte Schüttungen (Baustraßen) aus grobkörnigen, tragfähigen Böden empfohlen. Beim Aufbringen von Schüttungen aus grobkörnigem Boden muss als Trennung zum Mergel stets ein Trennvlies (empfohlen wird mindestens Geotextilrobustheitsklasse GRK 4) auf die Aushubsohle eingelegt werden.

Für das Lösen von Boden in verfestigten Bereichen des basalen Geröllhorizonts kann vereinzelt Meißelarbeit notwendig werden. Überwiegend ist jedoch voraussichtlich ein Lösen mit schwerem Bagger oder Reißzahn möglich.

8.2 Baugruben

Baugrubenböschungen können im Mergel bei mindestens steifer Konsistenz unter 60° Neigung angelegt werden. Bei weicherer Konsistenz als steif, wie sie anhand der festgestellten Wassergehaltsschwankungen sowie der Konsistenzbestimmung durch Handversuche im Feld auch auftreten kann, muss auf 45° abgeflacht werden.

Im basalen Geröllhorizont sollte in nicht verfestigten Bereichen zunächst ebenfalls von 60° Neigung für Baugrubenböschungen ausgegangen werden. Steilere Baugrubenböschungen müssen im Einzelfall anhand des lokalen Verfestigungsgrads vorab untersucht werden.

Für Baugrubenböschungen mit über 3 m Höhe muss die Standsicherheit grundsätzlich im Einzelfall beurteilt werden.

Bei Bauwerken (Gebäude, Straßen, Leitungen usw.) in der Nähe von Baugrubenböschungen muss deren Standsicherheit nachgewiesen und es müssen die zu erwartenden Verformungen der Baugrubenwände oder -böschungen in Bezug auf daraus resultierende, mögliche Setzungen berücksichtigt werden.

Für Baugruben muss eine offene Wasserhaltung zur Entfernung von Schicht- und Tagwasser vorgesehen werden.

8.3 Hinweise zu Kanalbaumaßnahmen

Für die Gründung von Kanälen sind Bodenaustauschmaßnahmen nur notwendig, falls diese im Mergel liegen und sich in den Aushubsohlen weiche Zonen zeigen oder im Bereich der Gründungssohlen Geröllhorizonte mit hohem Feinkornanteil, der dann meist von breiiger Konsistenz ist, anstehen. Diese Austauschmaßnahmen werden voraussichtlich nur bereichsweise notwendig und auf wenige Dezimeter Tiefe beschränkt sein. Aushubsohlen im Mergel müssen jedoch vor einem Festigkeitsverlust geschützt werden (siehe Abschnitt 8.1).

Zu den Baugrubenböschungen siehe Abschnitt 8.2. Falls bei ungenügendem seitlichen Platz zur Anlage freier Böschungen ein Verbau notwendig wird, kann z.B. ein Systemverbau eingesetzt werden.

Bei der Herstellung und Verfüllung von Leitungsräben sind die Vorgaben der ZTVE-StB sowie die DIN 18 300 zu beachten. Danach sind die Schüttstoffe für die Verfüllung lagenweise (Lagenstärke $\leq 0,3$ m) einzubauen und zu verdichten. Es ist ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 97$ % einzuhalten. Auf dem Planum unter Verkehrsflächen ist ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 45$ MN/m² erforderlich.

Für die Ausbildung der Rohrbettung und der Leitungszone sind die Vorgaben der Rohrstatik zu beachten.

8.4 Wiederverwendung der beim Aushub anfallenden Boden- und Felsarten

Bodenaushub des Mergels ist aufgrund seiner bindigen Eigenschaften und Feinkörnigkeit für einen Einbau unter Verdichtungsanforderungen nicht geeignet. Möglich ist jedoch eine Verbesserung/Verfestigung und ein Wiedereinbau mit Hilfe einer Bodenverbesserung/-verfestigung mit hydraulischen Bindemitteln. Bezüglich des Einsatzes von hydraulischen Bindemitteln zur Verbesserung/Verfestigung ist zu beachten, dass die notwendige bzw. optimale Zugabemenge sowohl von den örtlich wechselnden Ton- und Schluffanteilen und natürlichen Wassergehalten als auch von Witterungseinflüssen abhängig ist. Eine Verfestigung (Zementanteil im Bindemittel) ist nur zu empfehlen, wenn später keine Aufgrabungen mehr erfolgen. Die notwendige Zugabemenge an Bindemittel muss zu Beginn über ein Prüffeld ermittelt werden. Erfahrungsgemäß ist von mindestens 5 Gew.-% auszugehen.

Der nicht verfestigte Kies kann, sofern der Feinanteil 15 Gew.-% nicht übersteigt und er der Bodengruppe GU zugeordnet werden kann, für Bauwerkshinterfüllungen und als Bodenaustausch verwendet werden. Chargen mit höherem Feinanteil sind nur nach einer entsprechenden Bodenverbesserung/-verfestigung für einen Wiedereinbau geeignet.

Aushubmaterial aus dem Bereich des verfestigten Kieses fällt voraussichtlich in Form von Schollen und Blöcken an. Da die bindig-karbonatische Matrix nach dem Lösen bei Wasserzutritt voraussichtlich rasch entfestigt, ist Aushub aus dem Bereich des verfestigten Kieses für einen Wiedereinbau grundsätzlich nicht geeignet.

Die erkundeten Böden weisen nach den Ergebnissen der Baggerschürfe keine mineralischen Fremdbestandteile auf. Organoleptische Auffälligkeiten oder Hinweise auf geogene Stoffanreicherungen wurden in den Aufschlüssen nicht beobachtet. Eine industrielle oder militärische Vornutzung des Geländes ist nicht bekannt. Im Zuge der Bebauung anfallender Bodenaushub der erkundeten Böden kann daher voraussichtlich ohne weitergehende Untersuchung aus umwelttechnischer Sicht ohne Einschränkung verwertet werden. Diese Beurteilung gilt nicht für Bodenmaterial, das im Zuge der Bauausführung schädlich verändert wird oder für Böden, die im Zuge der Baugrunderkundung nicht erfasst wurden.

9 Schlussbemerkung

Es wird darauf hingewiesen, dass die vorliegende allgemeine Baugrundbeurteilung sowie die allgemeinen Hinweise für Gründungen und Bauausführung nicht auf konkrete Bauwerke ausgerichtet sind und die Untersuchung und Beurteilung für konkrete Bauwerke nicht erset-

zen. Es wird deshalb für die einzelnen Gebäude und Bauvorhaben eine Detailuntersuchung mit an die jeweiligen Verhältnisse (Bauwerksabmessungen, Lasten, Einbindetiefen usw.) angepasster Beurteilung und Gründungsberatung empfohlen.

Kempfert + Partner GmbH

ppa.

Dipl.-Ing. M. Stadel

i.A.


Th. Veigel, Dipl.-Geol.

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Geotechnischer Lageplan
- Anlage 2 Baugrundschnitte
- Anlage 3 Korngrößenverteilungen und Zustandsgrenzen

Anlage 1

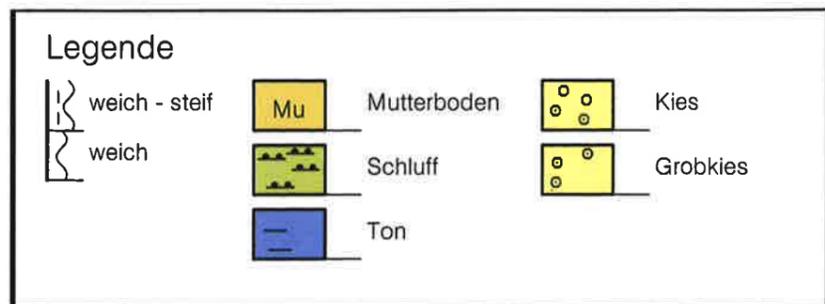
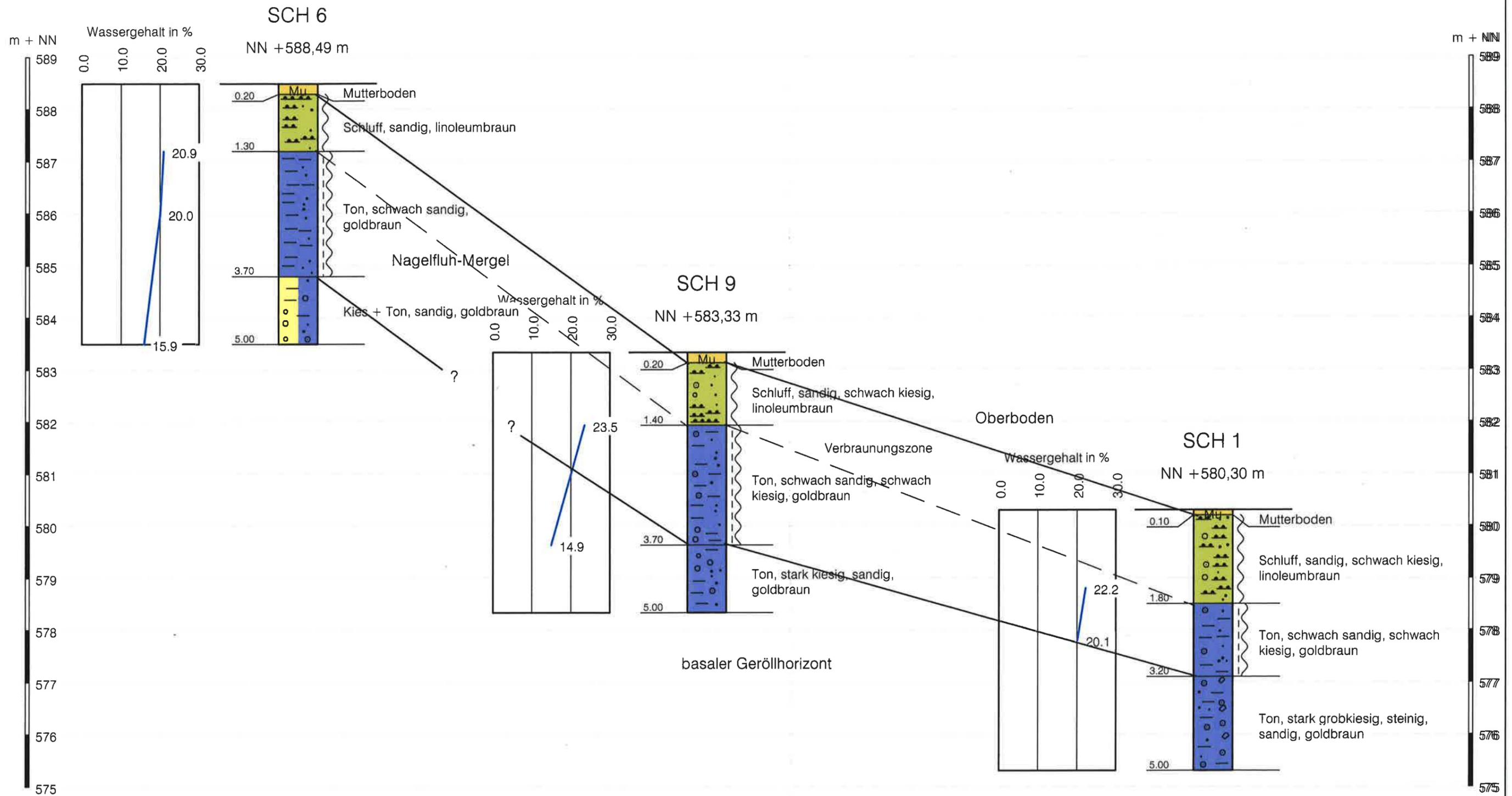
Geotechnischer Lageplan

(1 Blatt)

Anlage 2

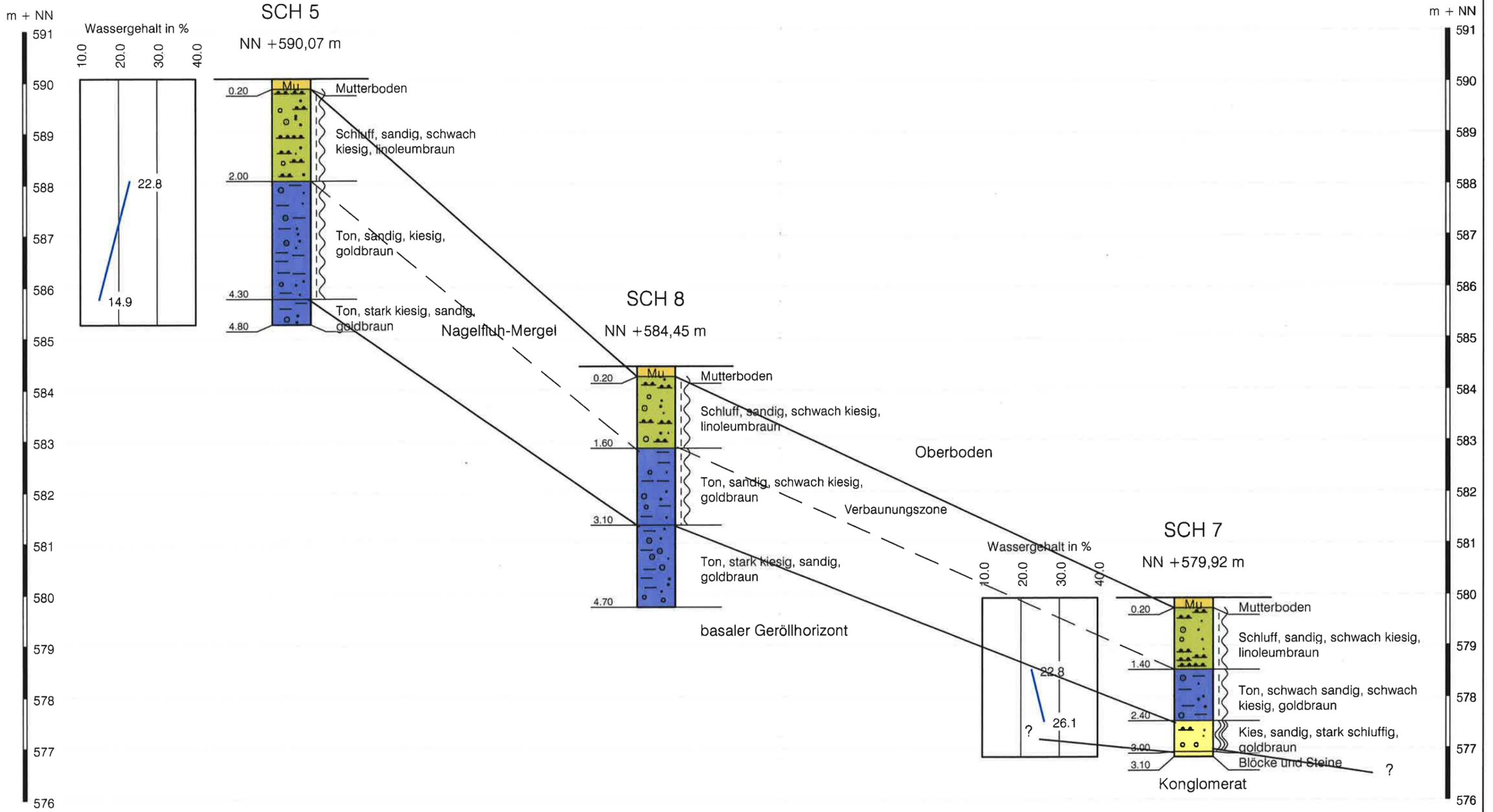
Baugrundschnitte

(3 Blätter)



Erweiterung Baugebiet Brühl III in Tengen - Blumenfeld
 Baugrundschnitt Nord

Kempfert + Partner Geotechnik Max-Stromeyer-Straße 1 D-78467 Konstanz	 Beratende Ingenieure	Maßstab: 1 : 75 Az.: 3134.0.06	Anlage-Nr.: 2 Blatt-Nr.: 1/3
		Datum: 20.12.2006	

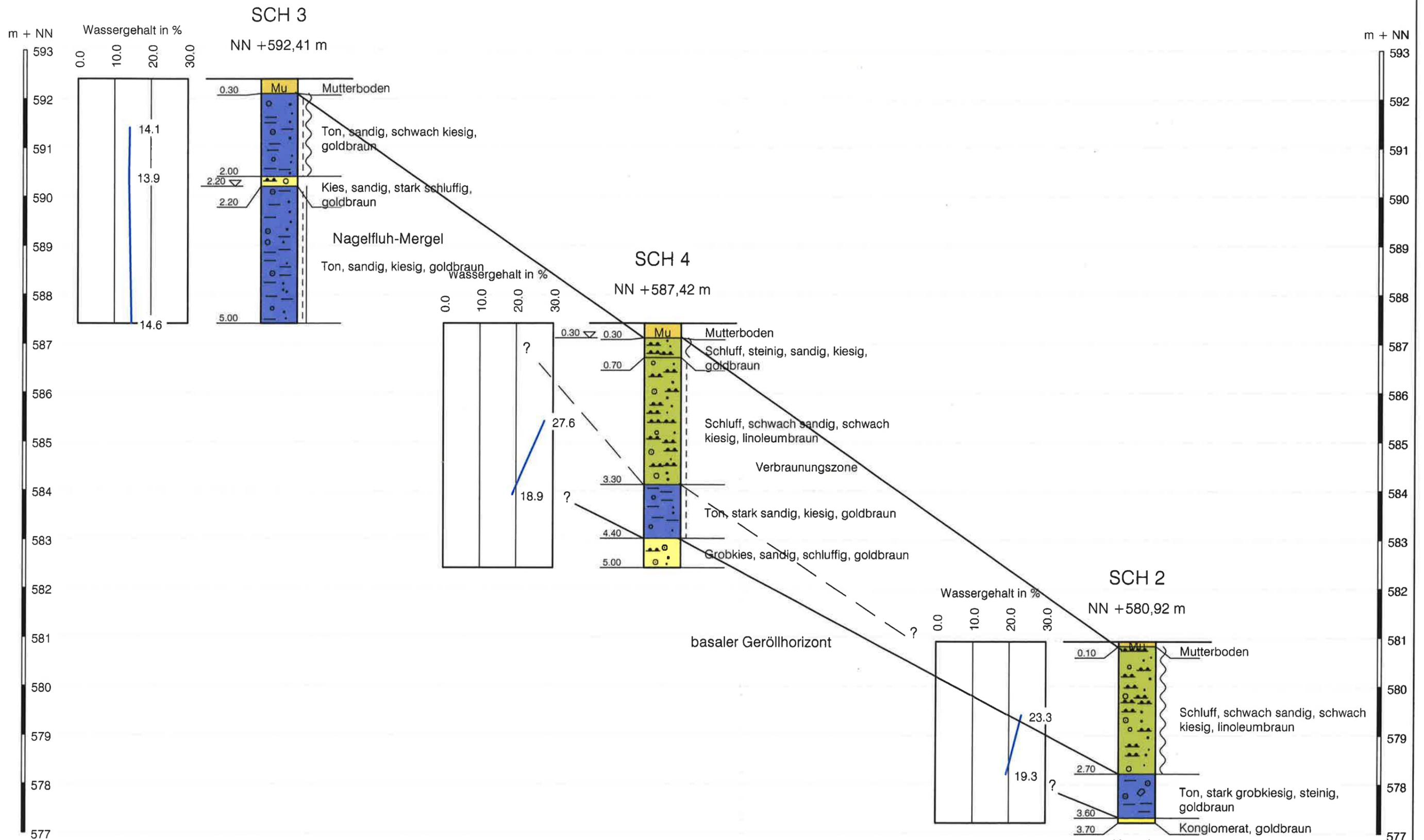


Legende

	weich - steif		Mutterboden		Kies
	breiig - weich		Schluff		Grobkies
			Ton		

Erweiterung Baugebiet Brühl III in Tengen - Blumenfeld
 Baugrundschnitt Mitte

Kempfert + Partner Geotechnik <small>Max-Stromeyer-Straße 1 D-78467 Konstanz</small>	 <small>Beratende Ingenieure</small>	Maßstab: 1 : 75 Az.: 3134.0.06 Datum: 20.12.2006	Anlage-Nr.: 2 Blatt-Nr.: 2/3
		<small>Telefon (0 75 31) 59 45-0 Telefax (0 75 31) 59 45-50</small>	



Legende

		Mutterboden		Kies
		Schluff		Grobkies
		Ton		

Baugebiet Brühl III in Tengen - Blumenfeld
 Baugrundschnitt Süd

Kempfert + Partner Geotechnik <small>Max-Stromeyer-Straße 1 D-78467 Konstanz</small>	 <small>Beratende Ingenieure</small>	Maßstab: 1 : 75	Anlage-Nr.: 2 Blatt-Nr.: 3/3
		Az.: 3134.0.06 Datum: 20.12.2006	

Anlage 3

Korngrößenverteilungen und Zustandsgrenzen

(5 Blätter)

Kempfert + Partner GmbH
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Max-Stromeyer-Straße 1 - 78467 Konstanz
 Fon (0 75 31) 59 45-0 - Fax (0 75 31) 59 45-50

Bearbeiter: Frau Kramer

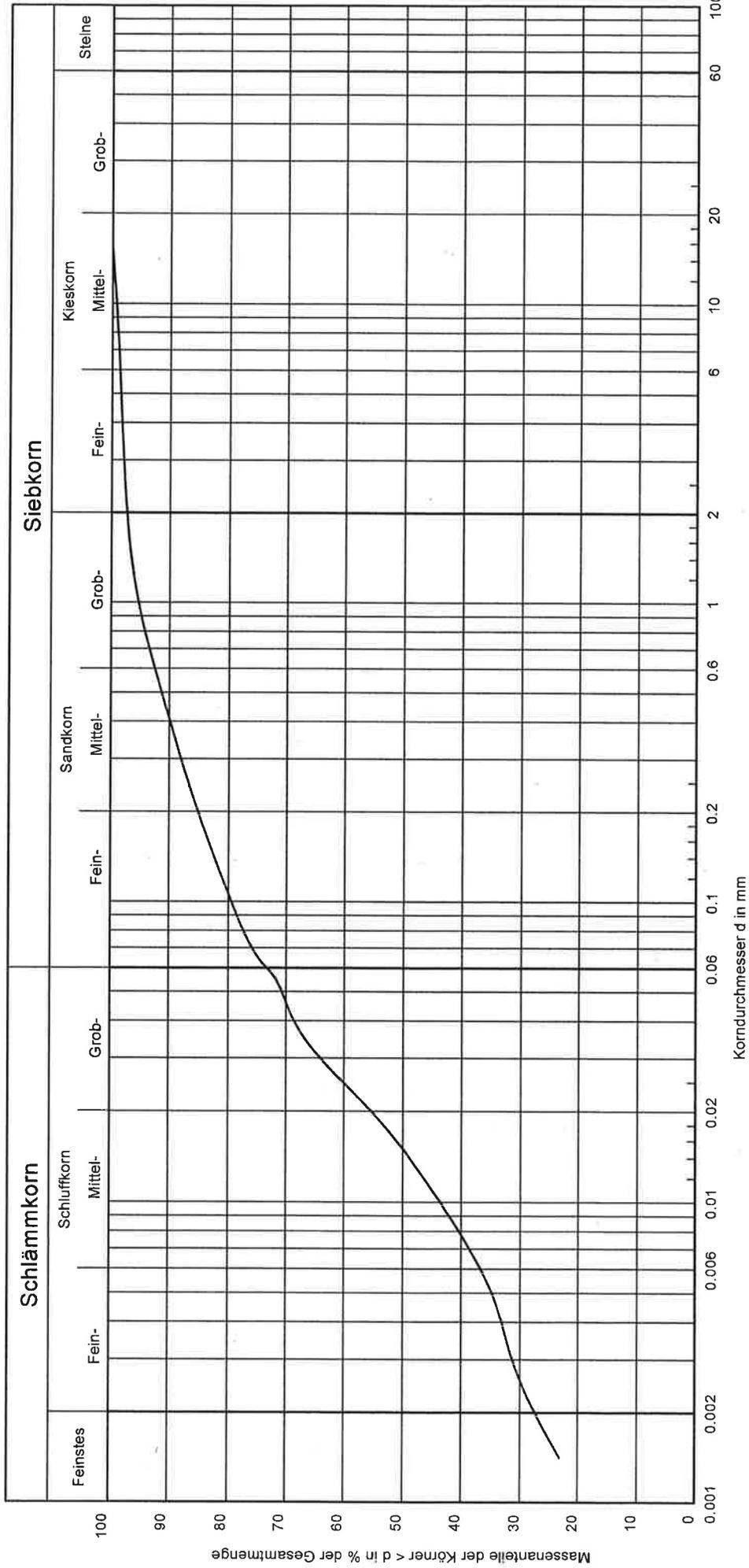
Datum: 08.12.2006

Korngrößenverteilung

Baugebiet Brühl III in Tengen - Blumenfeld

Az.: 3134.0.06

Probe entnommen am:
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: kombinierte Analyse



Anlage-Nr.:
 3
 Blatt-Nr.:
 1/5

Bemerkungen:

Bezeichnung:	MP Hanglehm verbraunt
Bodenart:	Schluff, sandig
Tiefe:	
Entnahmestelle:	Mischprobe
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	27.4/46.8/23.0/2.7

Kempfert + Partner GmbH

Beratende Ingenieure für Geotechnik

Max-Stromeyer-Straße 1 - 78467 Konstanz

Fon (0 75 31) 59 45-0 - Fax (0 75 31) 59 45-50

Bearbeiter: Frau Kramer

Datum: 08.12.2006

Korngrößenverteilung

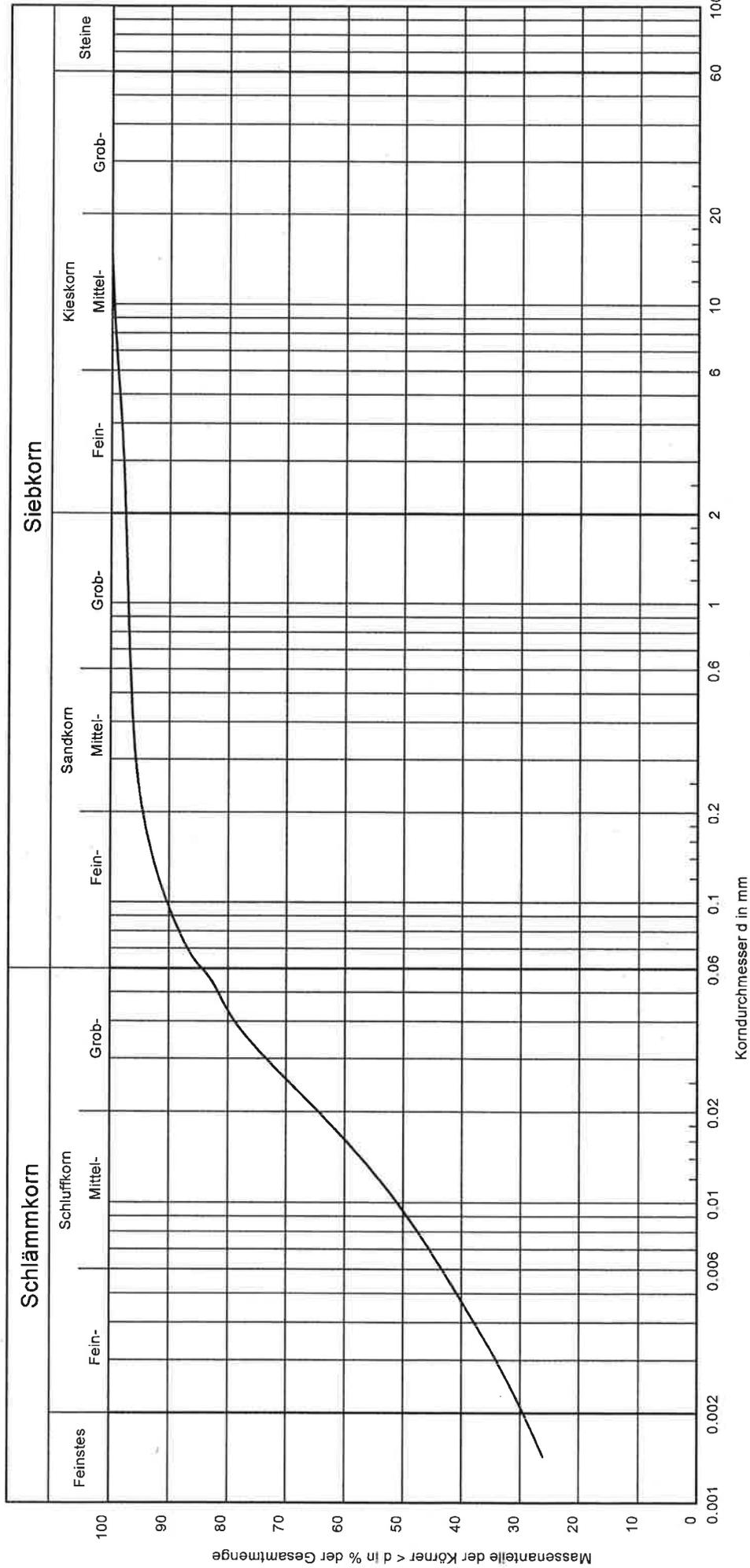
Baugebiet Brühl III in Tengen - Blumenfeld

Az.: 3134.0.06

Probe entnommen am:

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Analyse



Anlage-Nr.: 3
Blatt-Nr.: 3/5

Bemerkungen:

Bezeichnung:	MP Hanglehm
Bodenart:	Ton, schwach sandig
Tiefe:	
Entnahmestelle:	Mischprobe
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	29.5/55.7/12.2/2.5

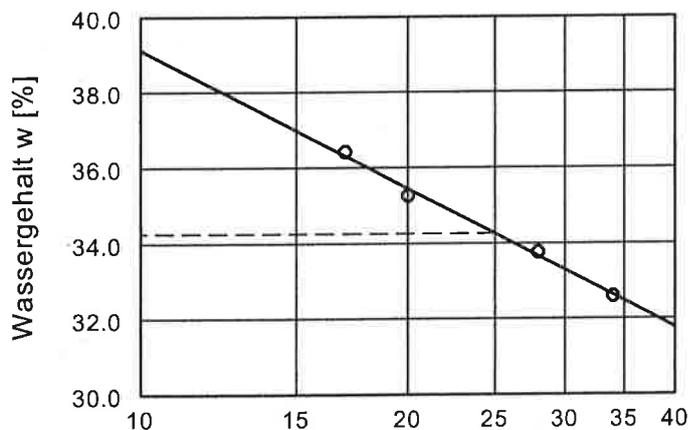
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122
Erweiterung Baugebiet Brühl III
in Tengen - Blumenfeld

Bearbeiter: Thielemann

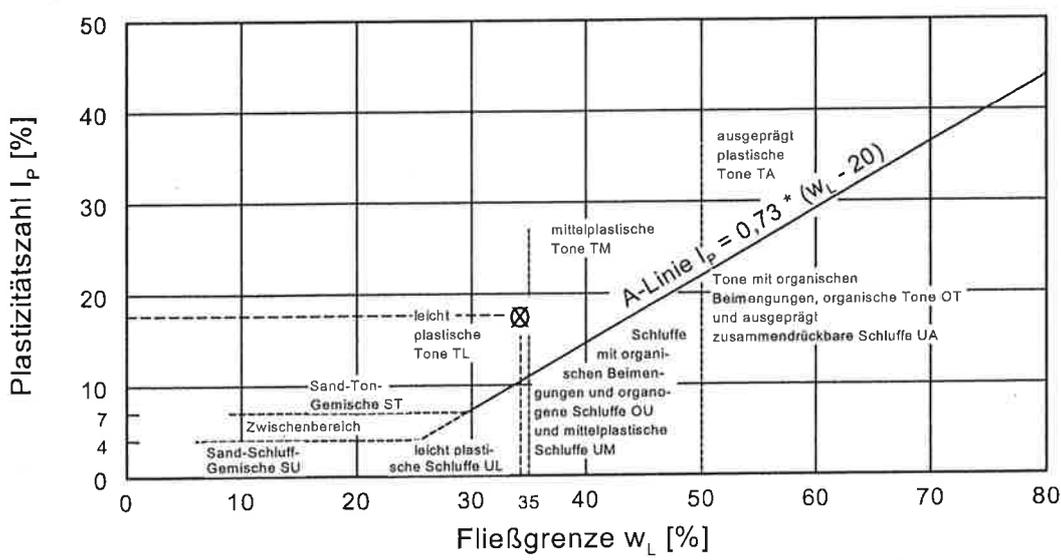
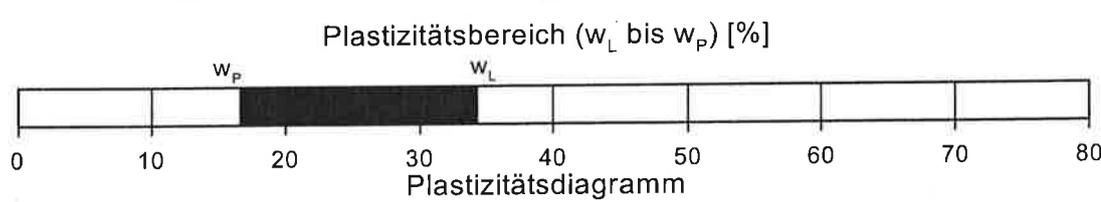
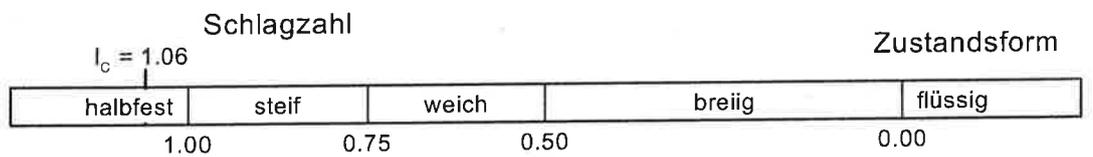
Datum: 11.12.2006

Projektnummer: 3134.0.06
 Entnahmestelle: Hanglehm
 Tiefe: MP
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart:
 Probe entnommen am: 17.11.06

Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Art	wL	wL	wL	wL	wp	wp	wp
Schläge	34	28	20	17	-	-	-
mf + mb [g]	42.05	42.42	41.18	47.87	19.75	20.28	20.35
mt + mb [g]	36.93	37.97	36.50	41.37	19.00	19.43	19.53
mb [g]	21.22	24.79	23.23	23.52	14.44	14.35	14.58
mw [g]	5.12	4.45	4.68	6.50	0.75	0.85	0.82
mt [g]	15.71	13.18	13.27	17.85	4.56	5.08	4.95
w [%]	32.59	33.76	35.27	36.41	16.45	16.73	16.57



Wassergehalt $w = 14.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 34.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 16.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 17.7 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 1.06$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 4.2 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 1.5 \%$
 Korr. Wassergehalt = 15.5%



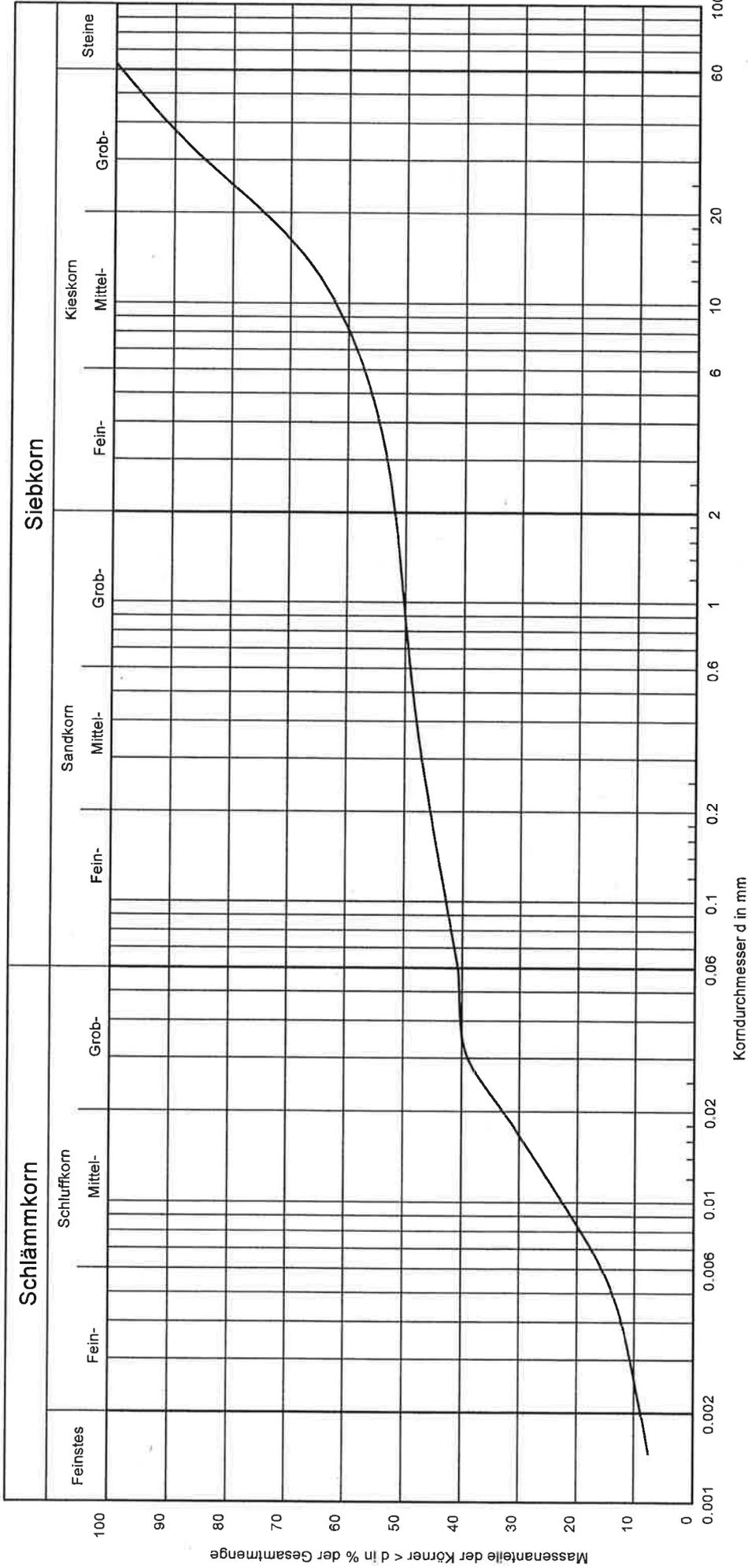
Kempfert + Partner GmbH
 Beratende Ingenieure für Geotechnik
 Max-Stromeyer-Straße 1 - 78467 Konstanz
 Fon (0 75 31) 59 45-0 - Fax (0 75 31) 59 45-50

Bearbeiter: Frau Kramer Datum: 12.12.2006

Korngrößenverteilung

Baugebiet Brühl III in Tengen - Blumenfeld

Az.: 3134.0.06
 Probe entnommen am:
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: kombinierte Analyse



Bezeichnung:	Kies	Anlage-Nr.: 3
Bodenart:	Ton, stark kiesig, schwach sandig	
Tiefe:		
Entnahmestelle:		
U/Cc	3150.0/0.0	
T _U /S _U /G [%]:	8.9/32.0/11.0/47.1	
Bemerkungen: Mischprobe		