

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH · Heidengass 16 · 76356 Weingarten

Regierungspräsidium Karlsruhe

Landesbetrieb Gewässer, Dienstsitz Heidelberg
 Referat: 53.1

Waldhofer Straße 100

69123 Heidelberg - Wieblingen

Anerkanntes Institut
 nach DIN 1054
 Beratende Ingenieure

Dr. techn. K. Kärcher
 Dipl.-Ing. K.-M. Gottheil
 Dipl.-Geol. D. Klaiber
 Dipl.-Ing. J. Santo

Baugrunduntersuchungen
 Erd- und Grundbau
 Boden- und Felsmechanik
 Damm- und Deichbau
 Ingenieur- u. Hydrogeologie
 Deponietechnik
 Grundwasserhydraulik
 Bodenmechanisches Labor

Ihr Zeichen

Unser Zeichen
 E 6553a03G

Bearbeiter
 He ☎ 07244/7013-14
 m.heckmann@kaercher-geotechnik.de

Datum
 10. März 2008

**Sanierung des Leimbachunterlaufes
 Bach-km 14+497 – 19+098
 GEOTECHNISCHES GUTACHTEN
 zur
 Setzungsproblematik bei Tieferlegung der
 Leimbachsohle**

Projekt-Nr.: E 6553

Auftraggeber: Regierungspräsidium Karlsruhe
 Landesbetrieb Gewässer, Dienstsitz Heidelberg
 Referat: 53.1
 Waldhofer Straße 100
 69123 Heidelberg – Wieblingen

Auftrag: Vom 13. September 2007

Anlagen:

Lageplan	1.1 – 1.8
Untergrundaufbau	2.1 – 2.3
Laborversuche	3.1 – 3.17
Setzungsberechnung	4.1 – 4.3

<u>Inhalt:</u>	1. Vorbemerkungen
	2. Unterlagen
	3. Geplante Baumaßnahme
	4. Baugrund. Bodenmechanische Kennwerte. Grundwasser
	5. Ausführungsvorschläge
	6. Zusammenfassung

1. Vorbemerkungen

Das Regierungspräsidium Karlsruhe, Referat 53.1, plant im Bereich der Ortslagen von Sandhausen, Leimen – St. Ilgen und Nußloch die Gewässersohle des Leimbaches tieferzulegen. Im Zuge dieser Baumaßnahme ist mit einer Absenkung der Wasserspiegellagen im Bereich des vorhandenen Leimbachbettes zu rechnen.

Aufgrund der in unmittelbarer Nähe zum Leimbach befindlichen Wohnbebauung wurde die Ingenieurgesellschaft Kärcher, Weingarten, beauftragt, die durch die o.g. Absenkung der Wasserspiegellage evtl. verursachten Setzungen des Baugrundes zu ermitteln.

2. Unterlagen

Dem Gutachten liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- Übersichtslageplan, M 1 : 50.000
- Lagepläne, M 1 : 5.000, aufgestellt durch das Ingenieurbüro Wald & Corbe, Hügelsheim, Mai 2006
- Einzelne Querschnittzeichnungen der Sohltieferlegung des Leimbaches, aufgestellt durch das Ingenieurbüro Wald – Corbe, Hügelsheim, Mai 2006
- Längsschnitt des Leimbachunterlaufes mit dargestelltem Verlauf der bestehenden und zukünftigen Gewässersohle, des rechten und linken Leimbachufers sowie des ermittelten Grundwasserhochstandes, aufgestellt durch das Ingenieurbüro Wald und Corbe, Hügelsheim, Mai 2006
- Ergebnisse von 10 Kleinbohrungen (BS 60) und 3 Schweren Rammsondierungen (DPH n. DIN 4094), ausgeführt durch die VG UmweltTech, Weingarten
- Laborversuche, ausgeführt durch die Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH, Weingarten

3. Geplante Baumaßnahme

Im Bereich des Gewässerabschnittes zwischen der Kirchheimer Mühle und der Wehranlage innerhalb der Ortslage von Nußloch (Bach-km 14+497 – 19+098) soll die vorhandene Gewässersohle um 0,56 – 1,10 m tiefergelegt werden.

Nach Rücksprache mit dem Ingenieurbüro Wald & Corbe, Hügelsheim, kommt es durch die Tieferlegung der Gewässersohle zu einer Absenkung des Wasserspiegels im Leimbachbett. Die nachfolgenden Setzungsabschätzungen basieren auf der Annahme, daß das Maß der Grundwasserspiegelabsenkung dem Maß der Gewässersohlabsenkung entspricht.

4. Baugrund. Bodenmechanische Kennwerte. Grundwasser

4.1 Geologischer Überblick

Die geplante Baumaßnahme befindet sich im Bereich der Kinzig – Murg - Rinne. Die bindigen Deckschichten bestehen aus holozänen Auelehmen mit schwankenden Gehalten an organischen Material. Teilweise wurden organische Ablagerungen wie Faulschlämme bzw Schluff – Torfgemische erbohrt. Unterhalb der holozänen Deckschichten folgen jungpleistozäne Sande, welche holozän umgelagert sein können.

4.2 Untergrundaufbau

Zur stichprobenhaften Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden 10 Kleinbohrungen (BS 1a – BS 9) im Bereich der linken und rechten Böschungsschulter des bestehenden Leimbachufers bzw. Leimbachdammes ausgeführt. Die Lage der Kleinbohrungen kann den beigelegten Anlagen 1.1a – 1.8 entnommen werden.

Die angetroffenen Baugrundverhältnisse für den Gewässerabschnitt zwischen der Kirchheimer Mühle und der Wehranlage innerhalb der Ortslage Nußloch (Bach-km 14+497 - 19+098) sind in den Anlagen 2.1 – 2.3 dargestellt. Zusätzlich sind in diesen Anlagen die Höhenlage der bestehenden und geplanten Gewässersohle des Leimbaches sowie der aus Messungen an benachbarten Grundwasserpegeln interpolierte Grundwasserhöchststand aus den Jahren 1914 und 1996 dargestellt.

Im untersuchten Gewässerabschnitt wurden folgende Untergrundverhältnisse erbohrt:

Unter einer 0,7 - 1,6 m mächtigen aufgefüllten Bodenschicht (Dammkörper, Aushub aus Leimbachgraben) aus überwiegend stark schluffigen Tonen mit weicher bis steifer Konsistenz folgen zunächst Auelehme in Form von stark schluffigen Tonen mit flüssiger bis weicher Konsistenz. Diese Böden sind den Bodengruppen der leicht plastischen Tone „TL“ nach

DIN 18196 zuzuordnen und in Abhängigkeit ihrer Plastizität und Wassergehalte in die Bodenklassen 4 oder 2 nach DIN 18300 einzuordnen (vgl. Anl. 3.1 - 3.17).

Mit zunehmender Tiefe nimmt i.a. der Tonanteil der Auelehme zu, so daß diese Böden dann den ausgeprägt plastischen Tonen „TA“ nach DIN 18196 zugeordnet werden können. Sie weisen eine weiche bis halbfeste Konsistenz auf und sind der Bodenklasse 5 zuzuordnen. Bei einem Aushub unter Wasser ist auch bei diesen Böden ein Übergang in die Bodenklasse 2 zu erwarten.

Teilweise sind in den o.g. ausgeprägt plastischen Auelehmen erhöhte Gehalte an organischem Material feststellbar. Entsprechend der Anlage 3.17 wurden Glühverluste von $v_{\text{Glüh}} = 8,3 - 22,2$ Gew. % ermittelt. Diese Böden sind dann i.a. in die Bodengruppen der organischen Tone OT und Faulschlämme F nach DIN 18196 bzw. in Abhängigkeit ihres Wassergehaltes in die Bodenklassen 5 oder 2 nach DIN 18300 einzuteilen.

Die o.g. Auelehme sind bis zu 5,8 m mächtig. Im Übergangsbereich zu den unterlagernden pleistozänen Sanden folgen überwiegend Schluff – Sandgemische der Bodengruppen UL, SU* (vgl. Anl. 2.1 – 2.3), welche in Abhängigkeit ihres Wassergehaltes in die Bodenklassen 4 oder 2 einzuordnen sind. Da der Aushub dieser Böden sehr wahrscheinlich unter Wasser erfolgt, wird der überwiegende Anteil der Bodenklasse 2 zuzuordnen sein.

Ab einer Tiefe von 3,0 – 6,9 m u. GOK stehen zum Großteil feinteilfreie pleistozäne Sande an; sie gehören überwiegend der Bodengruppen SE nach DIN 18196 bzw. der Bodenklasse 3 nach DIN 18300 an (vgl. Anl. 2.1 – 2.3).

4.3 Bodenmechanische Kennwerte

Die für die nachfolgenden erdstatischen Berechnungen und Nachweise erforderlichen Kennwerte der einzelnen Bodenschichten sind in den Rechenwerttabellen neben den Schichtprofilen der Anlagen 2.1 - 2.3 aufgeführt. Darüber hinaus sind in den Rechenwerttabellen die Bodengruppen nach DIN 18196 sowie die Bodenklassen nach DIN 18300 mit aufgenommen.

4.4 Grundwasserverhältnisse

Aufgrund des unverrohrten Bohrverfahrens konnte der Grundwasserspiegel in den Kleinbohrungen nur ungenau ermittelt werden.

Vom Ingenieurbüro Wald & Corbe, Hügelsheim, wurden langjährige Beobachtungen an benachbarten Grundwassermeßstellen des Regierungspräsidiums Karlsruhe ausgewertet. Der hieraus ermittelte Grundwasserhöchststand der Jahre 1914 und 1996 beträgt

Wsp. = 101,5 - 102,65 m+NN und wurde in die Darstellung der Untergrundverhältnisse (Anl. 2.1 – 2.3) mit aufgenommen. Die vorhandene Gewässersohle befindet sich auf einem Niveau von $OK_{\text{Sohle Bestand}} = 103,23 - 107,00$ m+NN und liegt somit ca. 1,7 – 4,35 m oberhalb des rechnerischen Grundwasserhochstandes. Hierbei ist zu beachten, daß es durch die Infiltration von Oberflächenwasser aus dem Leimbachbett in den Aquifer zu einer räumlich begrenzten Aufhöhung des Grundwasserspiegels kommen kann, die aufgrund der größeren Abstände der ausgewerteten Pegel zum Leimbach rechnerisch nicht mehr erfasst werden.

Grundwasserganglinien in unmittelbarer Nachbarschaft zum Leimbachbett sowie zugehörige Wasserstandsganglinien des Leimbaches sind nicht vorhanden, so daß über die Dichtigkeit der vorhandenen Gewässersohle keine Aussagen getroffen werden können. Entsprechend der durchgeführten Baugrunderkundung sind in der bestehenden Gewässersohle stark schwankende Mächtigkeiten der anstehenden Auelehme von wenigen Dezimetern (vgl. Anl. 2.1, BS 1b) bis zu 3,8 m (vgl. Anl. 2.1, BS 2) zu erwarten, so daß prinzipiell eine lokale Aufhöhung des Grundwasserspiegels im Nahbereich zum Leimbachbett nicht ausgeschlossen werden kann.

Für die nachfolgenden Setzungsberechnungen wird daher auf der sicheren Seite liegend davon ausgegangen, daß der Grundwasserspiegel im Nahbereich zum Leimbach auch in Zeiten niedriger Grundwasserstände mindestens auf dem Niveau des Niedrigwasserspiegels des bestehenden Leimbachbettes gehalten wird. Dieser Niedrigwasserspiegel wird mit 0,5 m oberhalb der jetzigen Gewässersohle angenommen (die Richtigkeit dieser Annahme ist zu überprüfen). Nach der Ausführung der Sohlentiefenerlegung wird dieser Grundwasserspiegel auf den neuen Niedrigwasserstand des Leimbaches abgesenkt.

5. Setzungsberechnung

Nachfolgend wird davon ausgegangen, daß der Wasserstand im Leimbach um das Maß der Sohlentiefenerlegung von $\Delta h = \Delta w = 0,56 - 1,1$ m abgesenkt wird. Unter der Voraussetzung einer Absenkung des Grundwasserspiegels im Nahbereich des Leimbaches um den selben Betrag resultiert aus dem großflächigen Wegfall der Auftriebskräfte eine zusätzliche Belastung des Baugrundes von $\Delta \sigma = 5,6 - 11,0$ kN/m².

Die hierdurch zusätzlich auftretenden Setzungen können nach folgender Formel abgeschätzt werden:

$$s = \frac{\Delta \sigma \times d}{E_s}$$

Hierin gibt d die Mächtigkeit der setzungsfähigen Schichten, $\Delta \sigma$ die Zusatzbelastung aus der Verminderung der Auftriebskräfte und E_s die Steifeziffern der setzungsfähigen Schichten an.

In den Anlagen 4.1 – 4.3 wurden die an den Kleinbohrungen BS 1a – BS 9 zu erwartenden Setzungen ermittelt. Wie aus dieser Anlage ersichtlich, sind aus der angenommenen Absenkung des Grundwasserspiegels im Nahbereich des Leimbachbettes Setzungen in der Größenordnung von $s_{\text{zus}} \approx 0,3 - 1,6$ cm zu erwarten.

Setzungsbeträge von $s_{\text{zus}} < 0,5$ cm sind im allgemeinen für die bestehende Wohnbebauung eher unbedenklich und wurden insbesondere im Bereich oberhalb von Bach-km 18+670 ermittelt, wo entsprechend der Baugrunderkundung eher eine dichte Sohle des Leimbachbettes zu erwarten ist. Das Auftreten von Setzungsschäden verursacht durch die Sohl­tieferlegung des Leimbaches ist daher im Bereich oberhalb von Bach-km 18+670 eher unwahrscheinlich. Da im Zuge der Bauausführung mit schwerem LKW-Verkehr und hierdurch einhergehenden Erschütterungen etc. gerechnet werden muß, wird im Vorfeld der Bauausführung trotz der o.g. unbedenklichen Setzungsbeträge die Durchführung eines Beweissicherungsverfahrens an der bestehenden Bebauung sowie die Erweiterung der Baugrunderkundung empfohlen.

Bei Setzungsbeträgen von $s_{\text{zus}} > 1,0$ cm, wie sie beispielsweise im Bereich der Kleinbohrungen BS 2 (km 16+280) und, BS 3 (km 16+485) zu erwarten sind, sind Verformungen und Risses­schäden an der bestehenden Wohnbebauung nicht ganz auszuschließen. Bei der Wertung dieser rechnerischen Setzungsbeträge ist zu beachten, daß die Ermittlung unter Zugrundelegung von Annahmen erfolgte, die u.U. auf der „sicheren Seite“ liegen. Beispielsweise wurde das Absenkmaß des Leimbachwasserspiegels mit dem Betrag der Sohl­tieferlegung gleichgesetzt. Des weiteren konnte eine Einbindung der Fundamente der vorhandenen Wohnbebauung in den anstehenden Untergrund, welche die Mächtigkeit der setzungsfähigen Schichten reduziert, mangels vorliegender Daten nicht berücksichtigt werden.

Eine weitere Unsicherheit liegt in der Annahme der untergrundhydraulischen Situation, welche bei den Setzungsberechnungen davon ausgeht, daß der Grundwasserspiegel im Nahbereich des Leimbachlaufes derzeit dauerhaft aufgehöhht wird und durch die geplante Sohl­tieferlegung dann abgesenkt wird.

Zur Klärung der untergrundhydraulischen Situation wird das Anlegen von Pegelmeßreihen im Nahbereich des Leimbachbettes und der angrenzenden Wohnbebauung empfohlen. Bei gleichzeitig ausgeführten Messungen des Leimbachwasserspiegels und der Grundwasserstände in unterschiedlichem Abstand zum Leimbachlauf lassen sich Aussagen über die Dichtigkeit der Leimbachsohle und die daraus resultierende Beeinflussung der Grundwasserstände erarbeiten.

Entsprechend den Ergebnissen der Baugrunderkundung ist bei einer Sohl­tieferlegung damit zu rechnen, daß der anstehende Kiessandaquifer zumindest bereichsweise angeschnitten wird (vgl. Anl. 2.2; Bohrungen BS 5 – BS 6, Bach-km 17+315 – 17+475). Die Beeinflussung der

Grundwasserhöchststände im Hinterland des Leimbachlaufes ist durch geeignete Methoden zu verifizieren, erforderlichenfalls müssen bei der Sohltieferlegung entsprechende bauliche Maßnahmen (z.B. Abdichtung der Bachsohle) durchgeführt werden.

6. Zusammenfassung

Bei der Tieferlegung der Leimbachsohle im Bereich von Bach-km 14+497 – 19+098 ist mit einer dauerhaften Absenkung der Wasserspiegellagen im Leimbachbett zu rechnen. Das Maß der Sohltieferlegung beträgt $\Delta h = 0,56 - 1,10$ m.

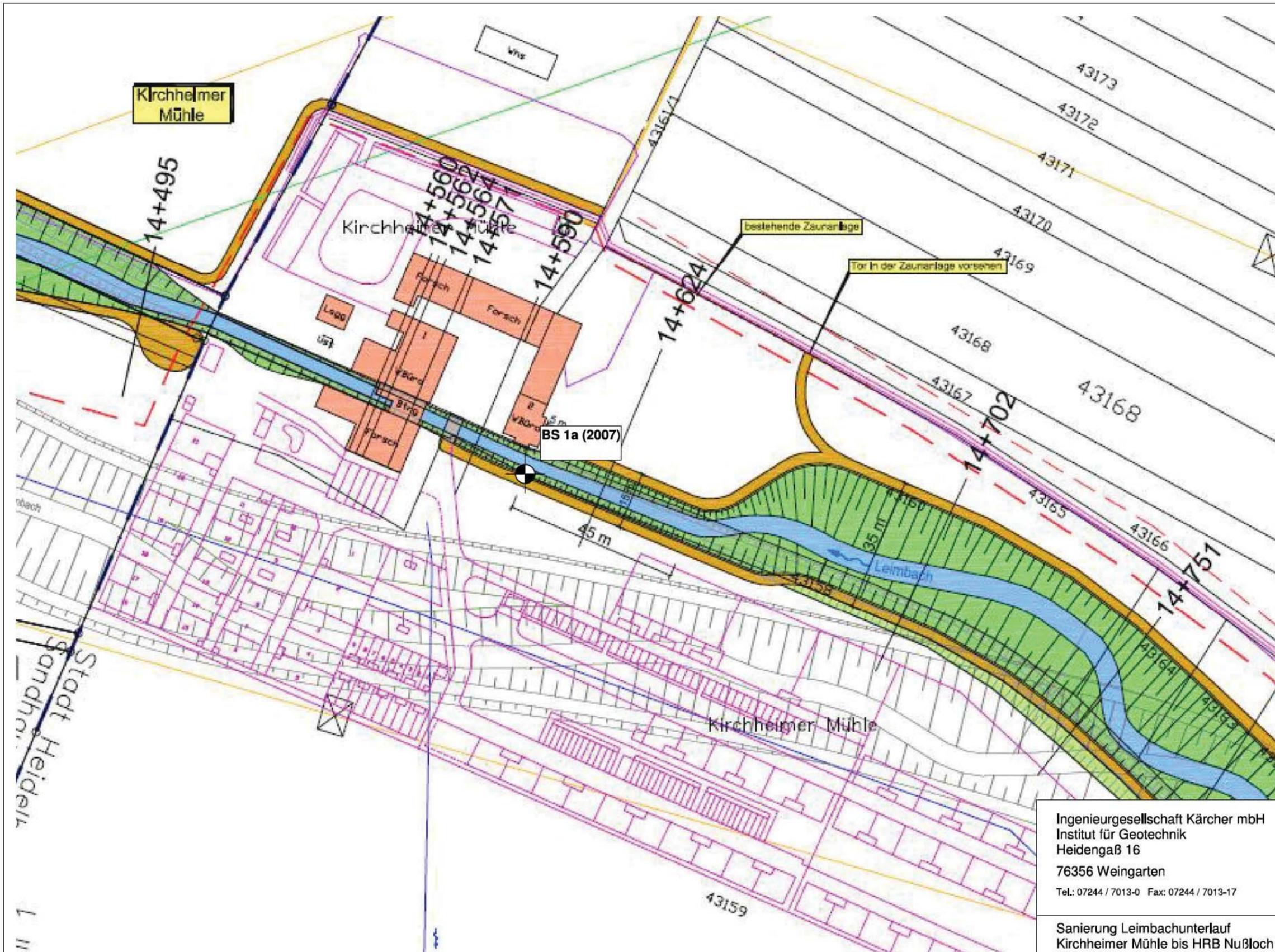
Die Ingenieurgesellschaft Kärcher, Weingarten, wurde beauftragt, die durch die o.g. Absenkung der Wasserpiellage evtl. verursachten Setzungen des Baugrundes abzuschätzen.

Die durchgeführten Setzungsermittlungen gehen davon aus, daß der Grundwasserspiegel im Nahbereich zum Leimbachbett auch in Zeiten niedriger Grundwasserstände mindestens auf dem Niveau des Niedrigwasserspiegels im bestehenden Bachbett gehalten wird. Der Niedrigwasserspiegel wurde mit 0,5 m über der bestehenden Bachsohle angenommen. Nach der Ausführung der Sohltieferlegung wird dieser Grundwasserspiegel auf den neuen Niedrigwasserstand des Bachbettes abgesenkt. Aus der Verminderung des Auftriebs wurden rechnerische Setzungsbeträge in der Größenordnung von $s_{\text{zus}} \approx 0,3 - 1,6$ cm ermittelt.

Bei Setzungsbeträgen von $s_{\text{zus}} > 1,0$ cm sind im allgemeinen Verformungen und Risseschäden an der bestehenden Wohnbebauung nicht ganz auszuschließen.

Die prognostizierten Setzungsbeträge lassen sich u.U. durch den Nachweis reduzieren, daß die vorhandene Leimbachsohle „dicht“ ist und somit der Grundwasserstand auch im Nahbereich des Bachbettes nicht wesentlich durch den Wasserstand im Leimbach beeinflusst wird. Dieser Nachweis ist beispielsweise durch Pegel- und Wasserstandsbeobachtungen im Nahbereich zum Bachbett möglich.

Weiterhin werden durch die geplante Sohltieferlegung die anstehenden Auelehme zum Teil bis auf die gut durchlässigen pleistozänen Sande ausgehoben. Es wird empfohlen, die Beeinflussung der Grundwasserhöchststände im Hinterland des Leimbachlaufes durch geeignete Methoden zu verifizieren. In Abhängigkeit der Untersuchungsergebnisse sind entsprechende bauliche Maßnahmen (z.B. Abdichtung der Bachsohle) durchzuführen.



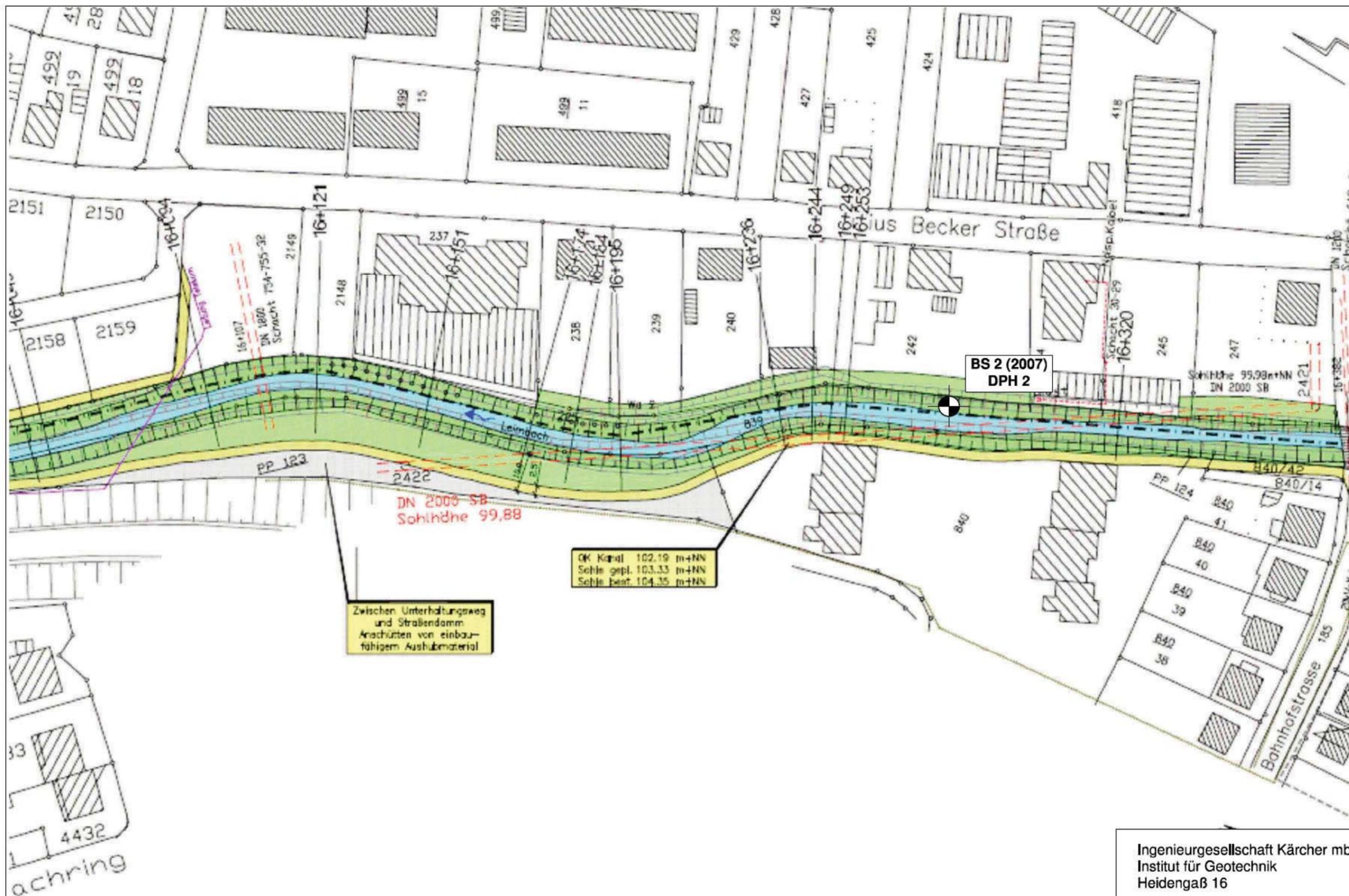
Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengaß 16
 76356 Weingarten
 Tel.: 07244 / 7013-0 Fax: 07244 / 7013-17



Sanierung Leimbachunterlauf
 Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch
 Bach-km: 14+497 bis 20+965

Lageplan der Bohransatzpunkte
 Kleinbohrung BS 1a
 Bach-km 14+605, linkes Ufer

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
6553	1.1a	1 : 1.000	08.10.07	JS	He



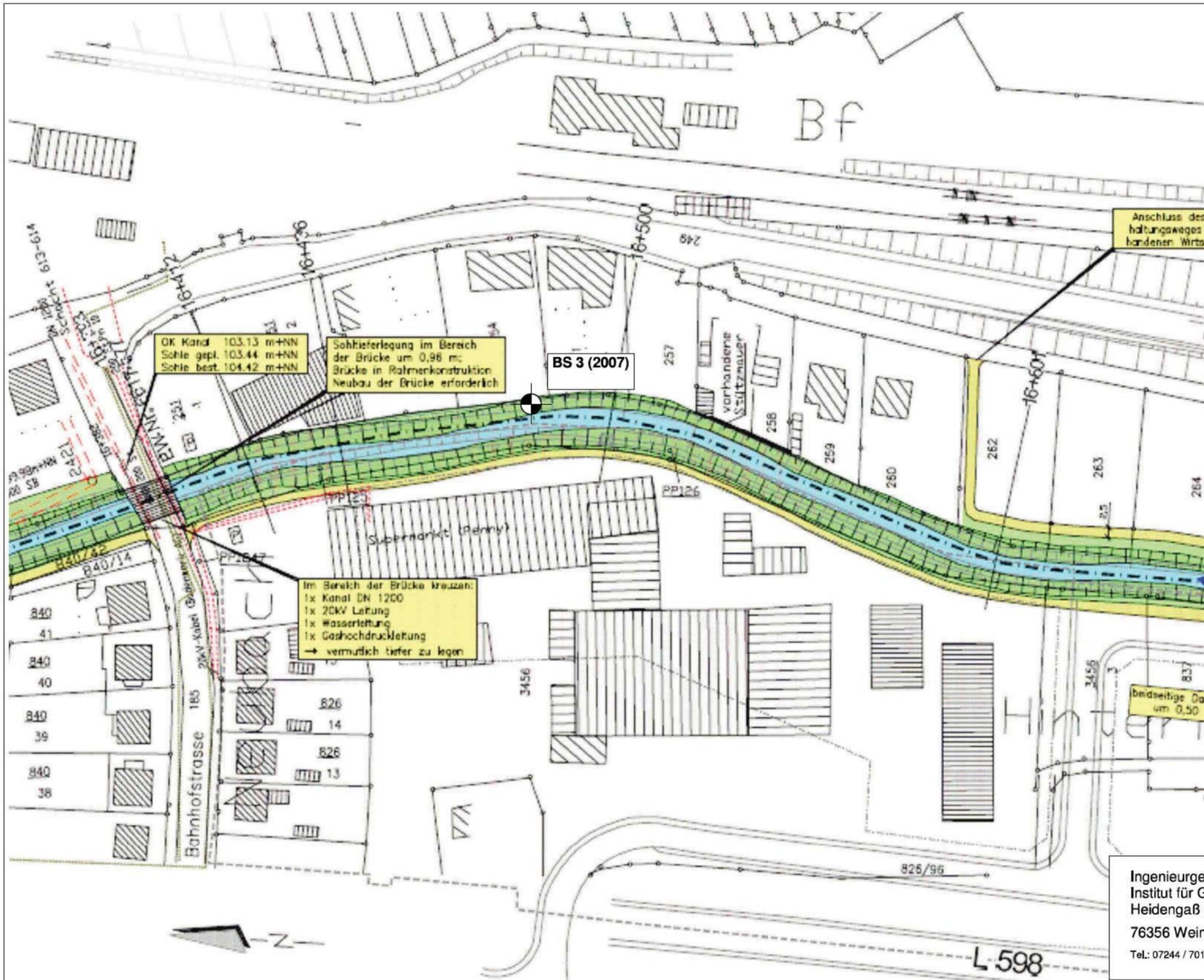
Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengaß 16
 76356 Weingarten
 Tel.: 07244 / 7013-0 Fax: 07244 / 7013-17



Sanierung Leimbachunterlauf
 Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch
 Bach-km: 14+497 bis 20+965

Lageplan der Bohransatzpunkte
 Kleinbohrung BS 2, Sondierung DPH 2
 Bach-km 16+280, linkes Ufer

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
6553	1.2	1 : 1.000	08.10.07	JS	He



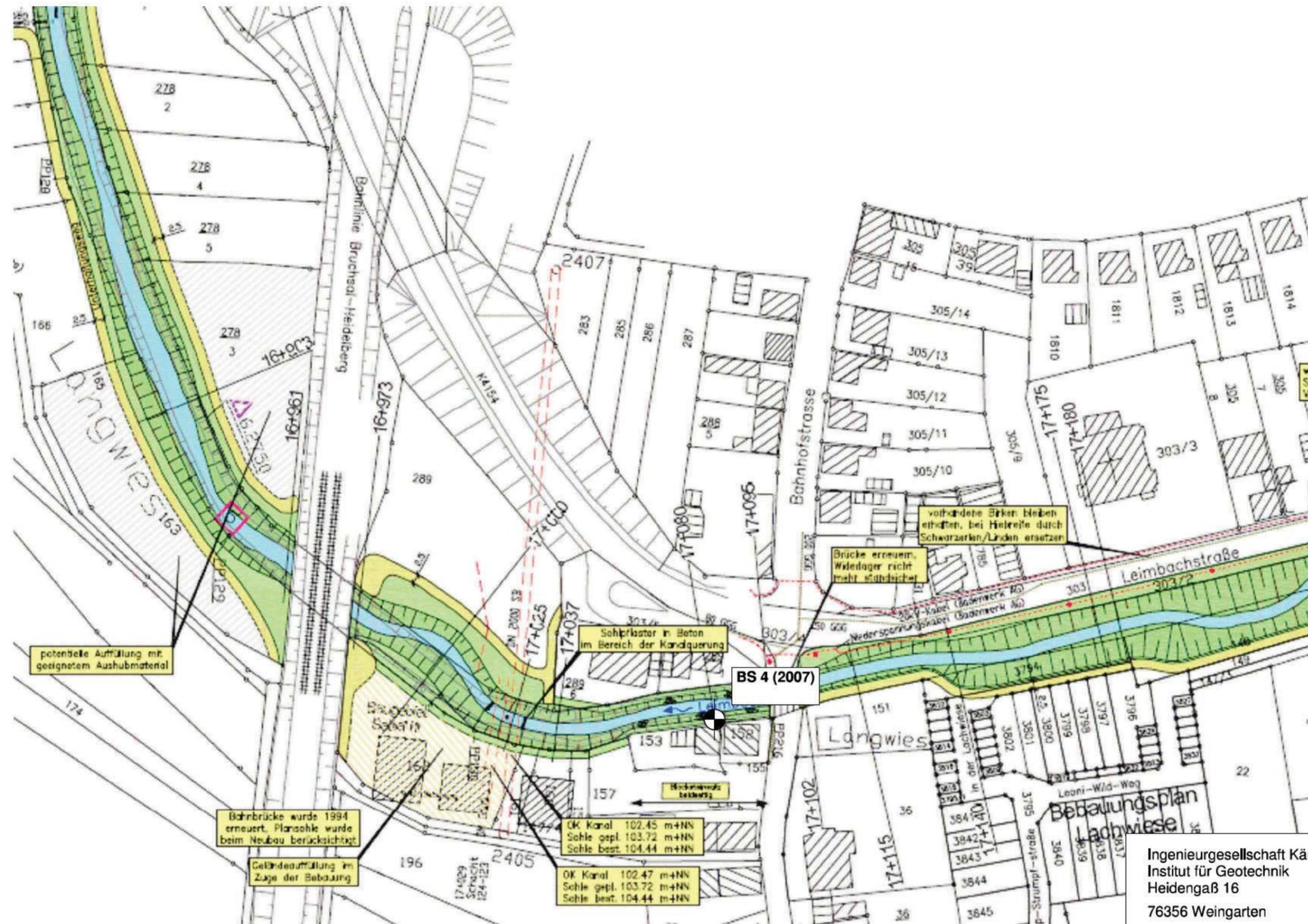
Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengaß 16
 76356 Weingarten
 Tel.: 07244 / 7013-0 Fax: 07244 / 7013-17



Sanierung Leimbachunterlauf
 Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch
 Bach-km: 14+497 bis 20+965

Lageplan der Bohransatzpunkte
 Kleinbohrung BS 3
 Bach-km 16+485, rechtes Ufer

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
6553	1.3	1 : 1.000	08.10.07	JS	He



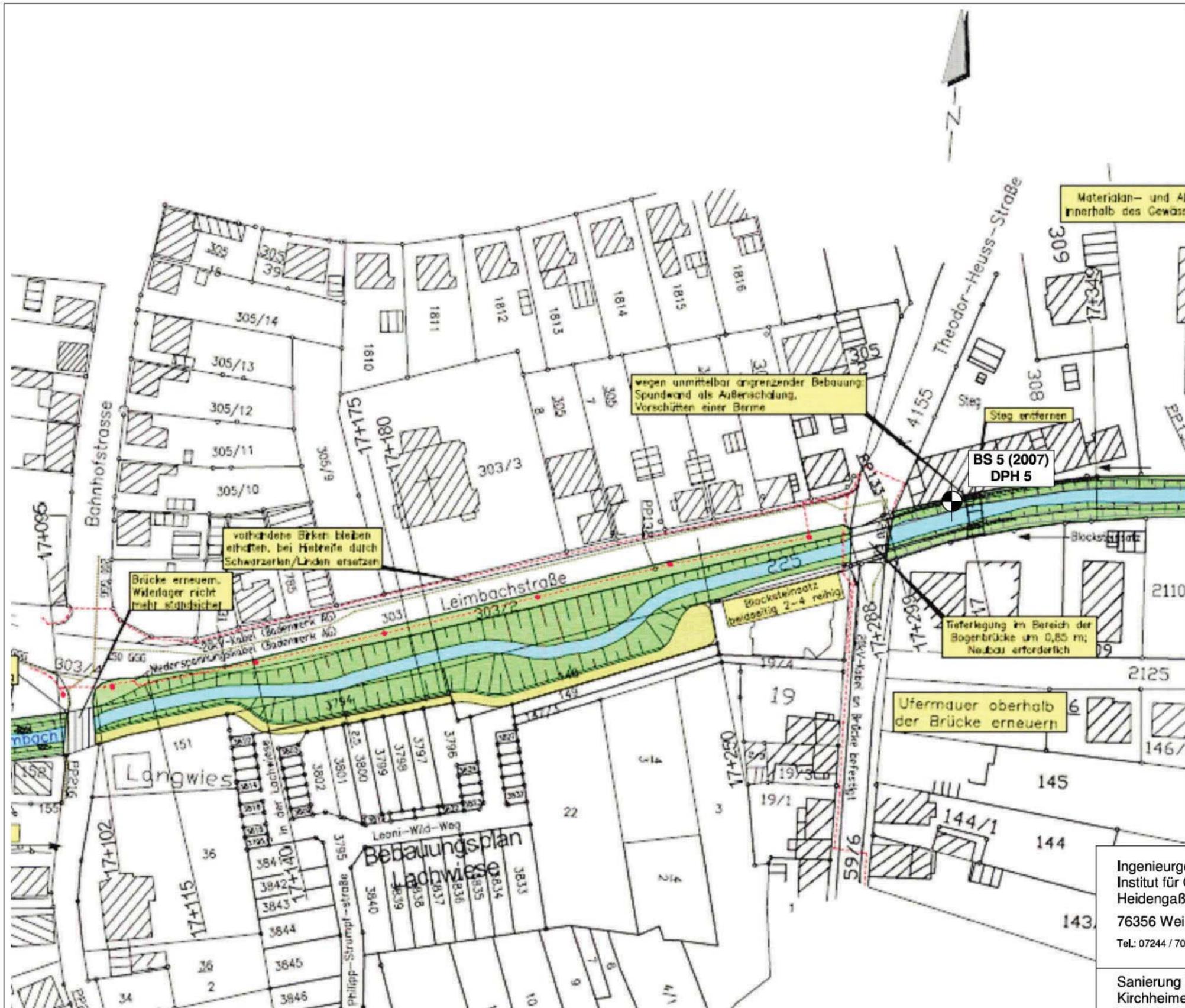
Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengaß 16
 76356 Weingarten
 Tel.: 07244 / 7013-0 Fax: 07244 / 7013-17



Sanierung Leimbachunterlauf
 Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch
 Bach-km: 14+497 bis 20+965

Lageplan der Bohransatzpunkte
 Kleinbohrung BS 4
 Bach-km 17+080, linkes Ufer

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
6553	1.4	1 : 1.000	08.10.07	JS	He



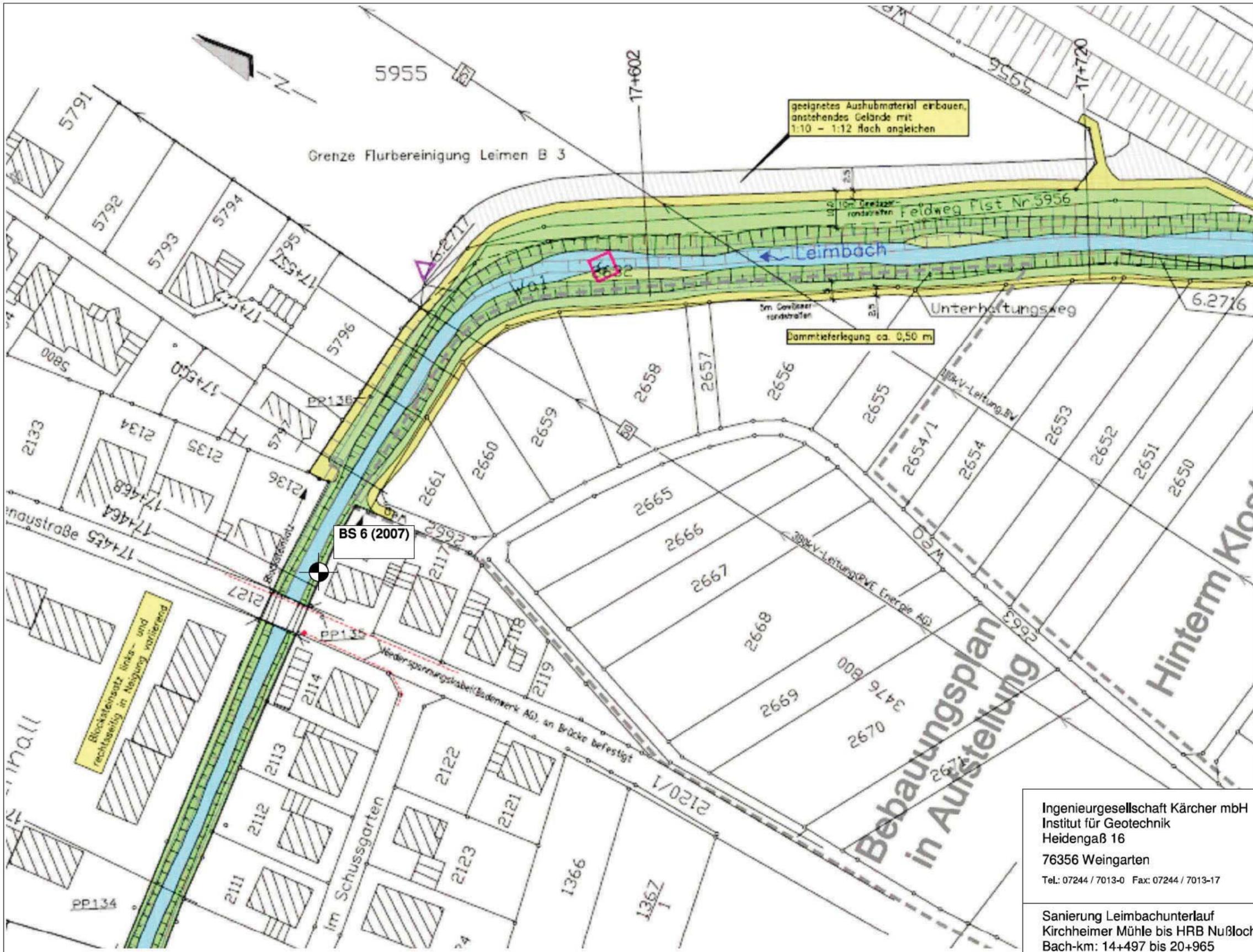
Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengaß 16
 76356 Weingarten
 Tel.: 07244 / 7013-0 Fax: 07244 / 7013-17

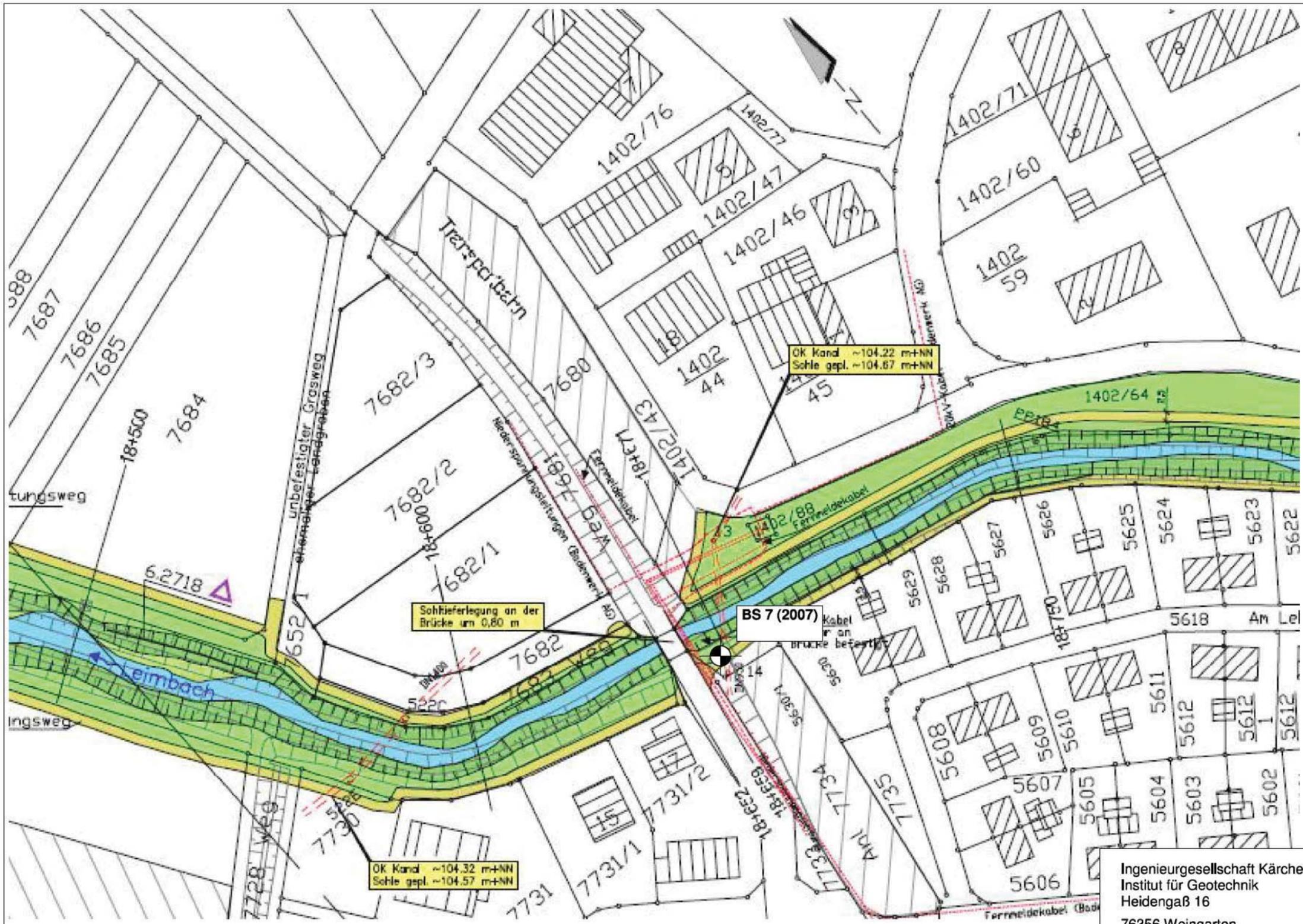


Sanierung Leimbachunterlauf
 Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch
 Bach-km: 14+497 bis 20+965

Lageplan der Bohransatzpunkte
 Kleinbohrung BS 5, Sondierung DPH 5
 Bach-km 17+315, rechtes Ufer

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
6553	1.5	1 : 1.000	08.10.07	JS	He





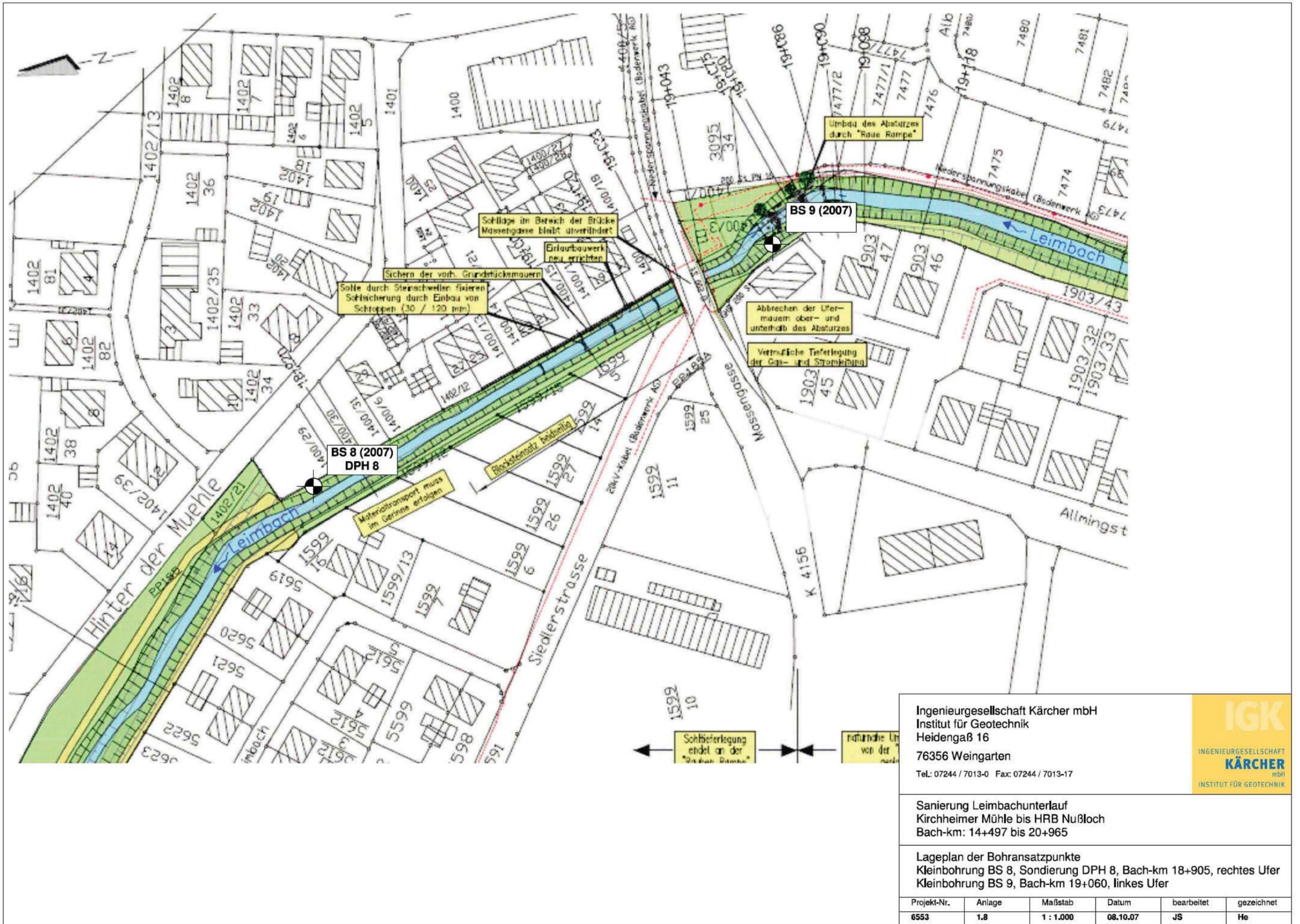
Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengaß 16
 76356 Weingarten
 Tel.: 07244 / 7013-0 Fax: 07244 / 7013-17



Sanierung Leimbachunterlauf
 Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch
 Bach-km: 14+497 bis 20+965

Lageplan der Bohransatzpunkte
 Kleinbohrung BS 7
 Bach-km 18+665, linkes Ufer

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
6553	1.7	1 : 1.000	08.10.07	JS	He



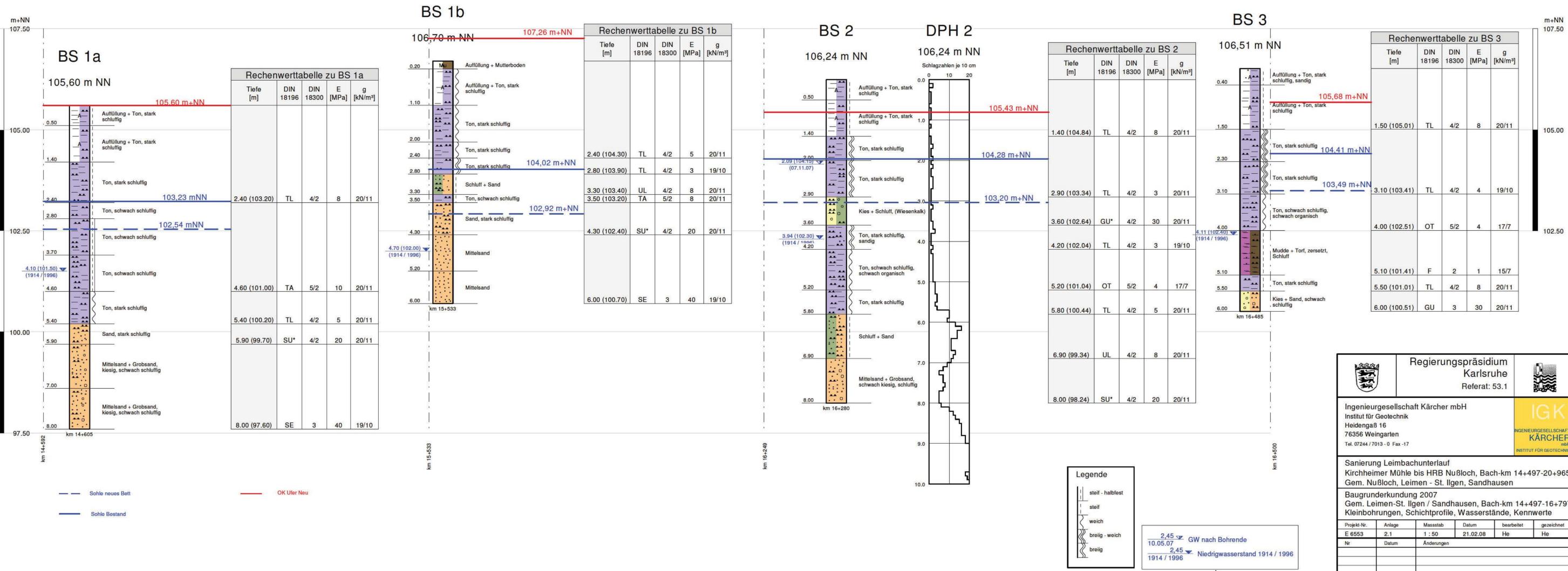
Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengaß 16
 76356 Weingarten
 Tel.: 07244 / 7013-0 Fax: 07244 / 7013-17



Sanierung Leimbachunterlauf
 Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch
 Bach-km: 14+497 bis 20+965

Lageplan der Bohransatzpunkte
 Kleinbohrung BS 8, Sondierung DPH 8, Bach-km 18+905, rechtes Ufer
 Kleinbohrung BS 9, Bach-km 19+060, linkes Ufer

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
6553	1.8	1 : 1.000	08.10.07	JS	He



Regierungspräsidium Karlsruhe
Referat: 53.1

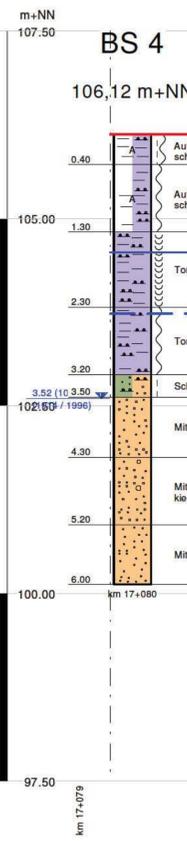
Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik
Heidengaß 16
76356 Weingarten
Tel. 07244 / 7013 - 0 Fax -17

IGK
INGENIEURGESSELLSCHAFT KÄRCHER mbH
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Sanierung Leimbachunterlauf
Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch, Bach-km 14+497-20+965
Gem. Nußloch, Leimen - St. Ilgen, Sandhausen

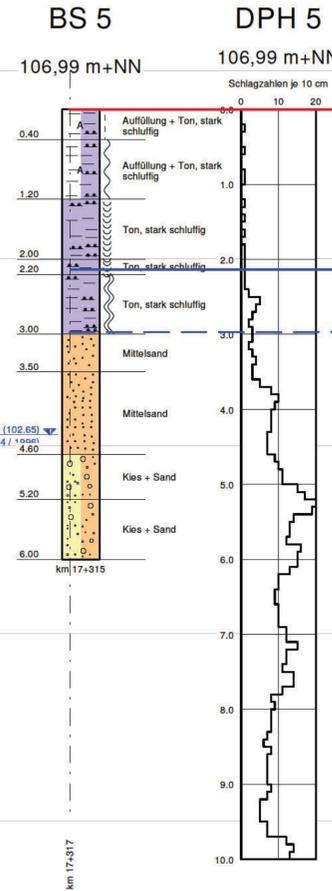
Baugrunderkundung 2007
Gem. Leimen-St. Ilgen / Sandhausen, Bach-km 14+497-16+797
Kleinbohrungen, Schichtprofile, Wasserstände, Kennwerte

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 6553	2.1	1 : 50	21.02.08	He	He
Nr.	Datum	Änderungen			



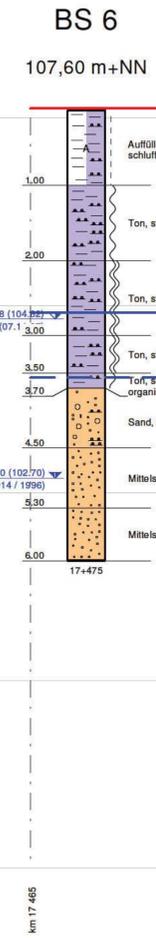
Rechenwerttabelle zu BS 4

Tiefe [m]	DIN 18196	DIN 18300	E [MPa]	g [kN/m³]
1.30 (104.82)	TL	4/2	5	20/11
2.30 (103.82)	TL	4/2	2	18/9
3.20 (102.92)	TL	4/2	5	20/11
3.50 (102.62)	UL	4/2	8	20/11
6.00 (100.12)	SE	3	40	19/10



Rechenwerttabelle zu BS 5

Tiefe [m]	DIN 18196	DIN 18300	E [MPa]	g [kN/m³]
1.20 (105.79)	TL	4/2	5	20/11
2.20 (104.79)	TL	4/2	2	18/9
3.00 (103.99)	TL	4/2	3	19/10
4.60 (102.39)	SE	3	40	19/10
6.00 (100.99)	GW	3	50	20/11



Rechenwerttabelle zu BS 6

Tiefe [m]	DIN 18196	DIN 18300	E [MPa]	g [kN/m³]
1.00 (106.60)	TL	4/2	8	20/11
2.00 (105.60)	TL	4/2	5	20/11
3.50 (104.10)	TL	4/2	3	19/10
3.70 (103.90)	OT	5/2	3	16/6
4.50 (103.10)	SW	3	20	20/11
6.00 (101.60)	SE	3	40	19/10

Legende

- stoff
- weich - stoff
- weich
- breiig
- naß

2.45 m GW nach Bohrende
 10.05.07
 2.45 m Niedrigwasserstand 1914 / 1996
 1914 / 1996

Regierungspräsidium
 Karlsruhe
 Referat: 53.1

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengaß 16
 76356 Weingarten
 Tel. 07244 / 7013 - 0 Fax -17

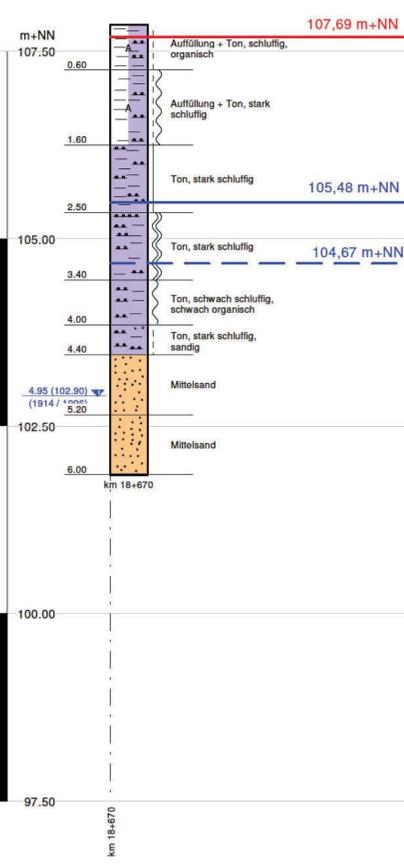
IGK
 INGENIEURGESELLSCHAFT
 KÄRCHER
 mbH
 INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Sanierung Leimbachunterlauf
 Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch, Bach-km 14+497-20+965
 Gem. Nußloch, Leimen - St. Ilgen, Sandhausen

Baugrunderkundung 2007
 Gem. Leimen-St. Ilgen, Bach-km 16+797-17+910
 Kleinbohrungen, Schichtprofile, Wasserstände, Kennwerte

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 6553	2.2	1 : 50	21.02.08	He	He
Nr.	Datum	Änderungen			

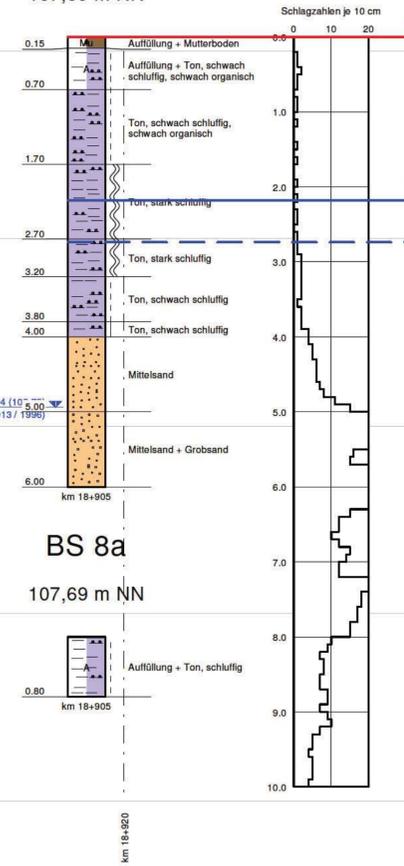
BS 7
107,85 m NN



Rechenwerttabelle zu BS 7

Tiefe [m]	DIN 18196	DIN 18300	E [MPa]	g [kN/m ³]
1.60 (106.25)	TL	4/2	7	20/11
2.50 (105.35)	TL	4/2	12	20/11
3.40 (104.45)	TL	4/2	3	19/10
4.00 (103.85)	OT	5/2	4	17/7
4.40 (103.45)	TL	4/2	8	20/11
6.00 (101.85)	SE	3	40	19/10

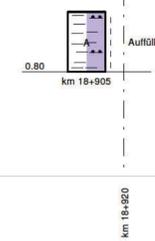
BS 8
107,69 m NN



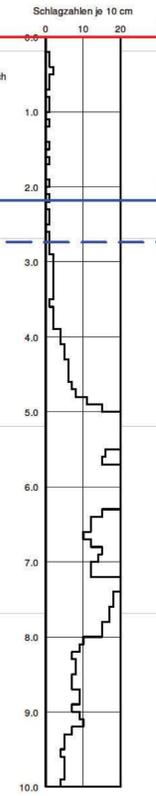
Rechenwerttabelle zu BS 8

Tiefe [m]	DIN 18196	DIN 18300	E [MPa]	g [kN/m ³]
1.70 (105.99)	OT	5/2	8	20/11
3.20 (104.49)	TL	4/2	3	19/10
4.00 (103.69)	TA	5/2	8	20/11
6.00 (101.69)	SE	3	40	19/10

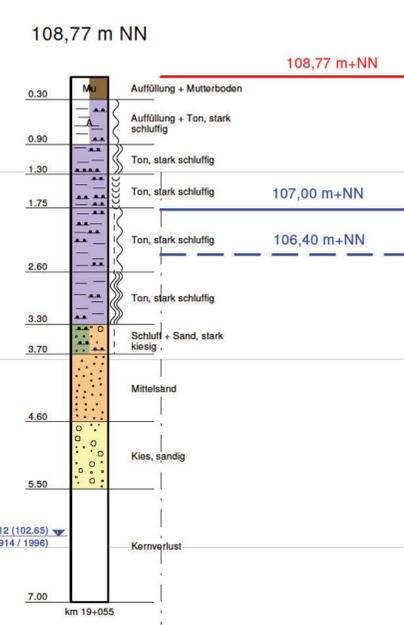
BS 8a
107,69 m NN



DPH 8
107,69 m+NN



BS 9
108,77 m NN



Rechenwerttabelle zu BS 9

Tiefe [m]	DIN 18196	DIN 18300	E [MPa]	g [kN/m ³]
0.90 (107.87)	TL	4/2	5	20/11
1.30 (107.47)	TL	4/2	3	19/10
1.75 (107.02)	TL	4/2	2	18/9
2.60 (106.17)	TL	4/2	7	20/11
3.30 (105.47)	TL	4/2	4	19/10
3.70 (105.07)	UL	4/2	8	20/11
4.60 (104.17)	SE	3	40	19/10
5.50 (103.27)	GW	3	50	20/11

Legende

- halbleist
- steif
- weich - steif
- weich
- breitig - weich
- breitig
- naß

2,45 GW nach Bohrende
10.05.07
2,45 Niedrigwasserstand 1914 / 1996

Regierungspräsidium
Karlsruhe
Referat: 53.1

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik
Heidengäß 16
76356 Weingarten
Tel. 07244 / 7013 - 0 Fax -17

IGK
INGENIEURGESSELLSCHAFT
KÄRCHER
mbH
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Sanierung Leimbachunterlauf
Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch, Bach-km 14+497-20+965
Gem. Nußloch, Leimen - St. Ilgen, Sandhausen

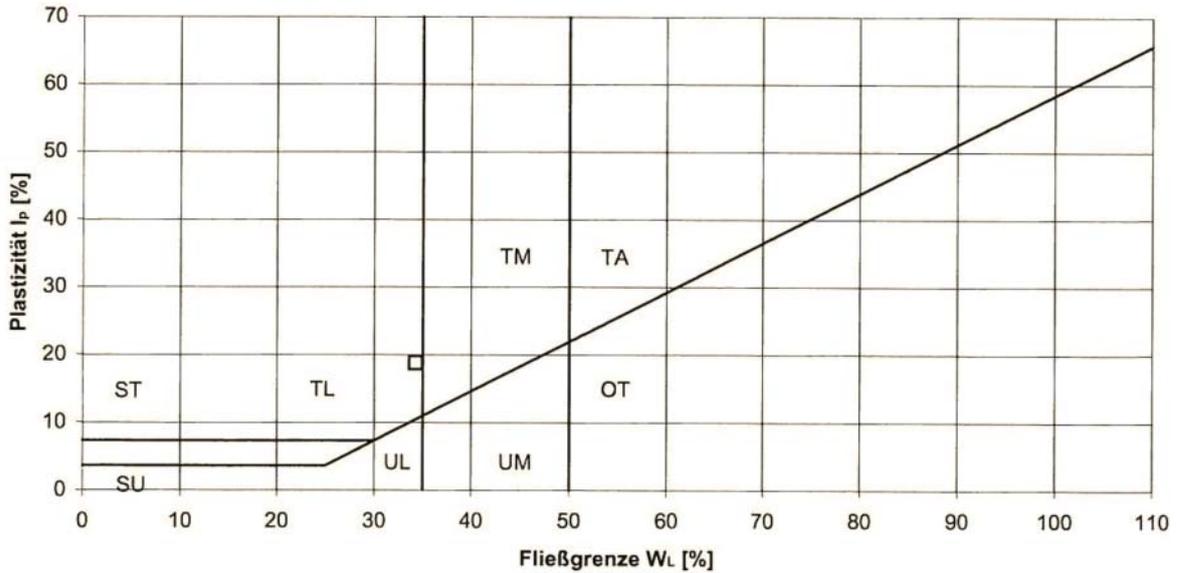
Baugrunderkundung 2007
Gem. Nußloch, Bach-km 17+910-20+965
Kleinbohrungen, Schichtprofile, Wasserstände, Kennwerte

Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 6553	2.3	1 : 50	21.02.08	He	He
Nr.	Datum	Änderungen			

Bestimmung der Atterbergschen Grenzen

Entnahmestelle	von	bis	Fließgrenze [%]	Ausrollgrenze [%]	Wassergehalt [%]	Konsistenz [%]	Plastizität [%]
□ BS 1b	2,00	2,40 m	34,29	15,52	24,68	51,17	18,77

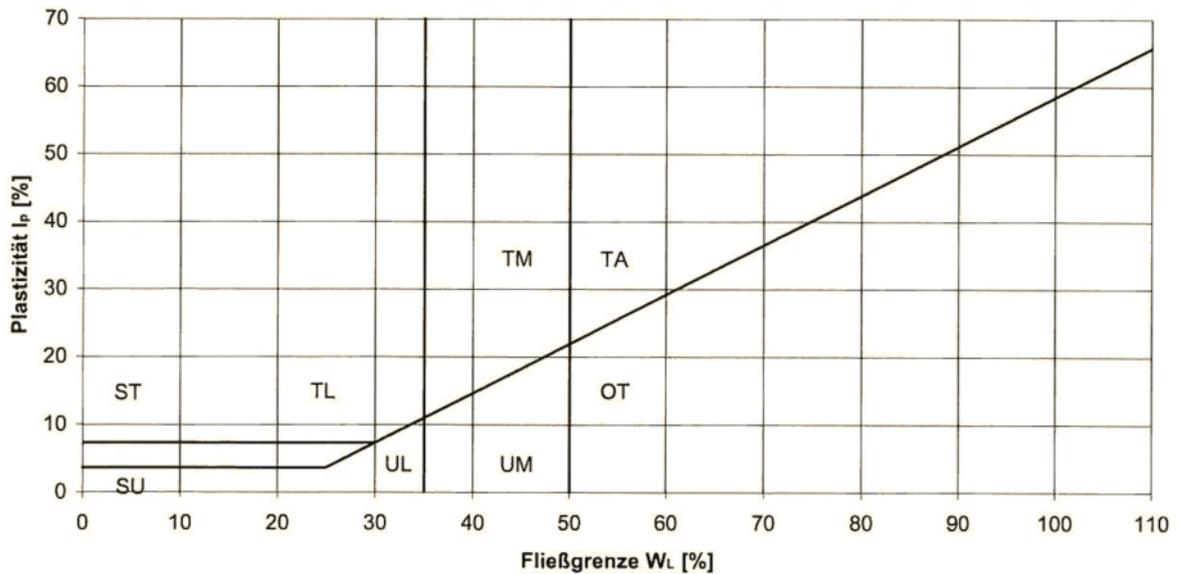
Plastizitätsdiagramm nach Casagrande



Bestimmung der Atterbergschen Grenzen

Entnahmestelle	von	bis	Fließgrenze [%]	Ausrollgrenze [%]	Wassergehalt [%]	Konsistenz [%]	Plastizität [%]
<input type="checkbox"/> BS 3	4,00	5,10 m	158,51	116,56	124,27	81,61	41,95

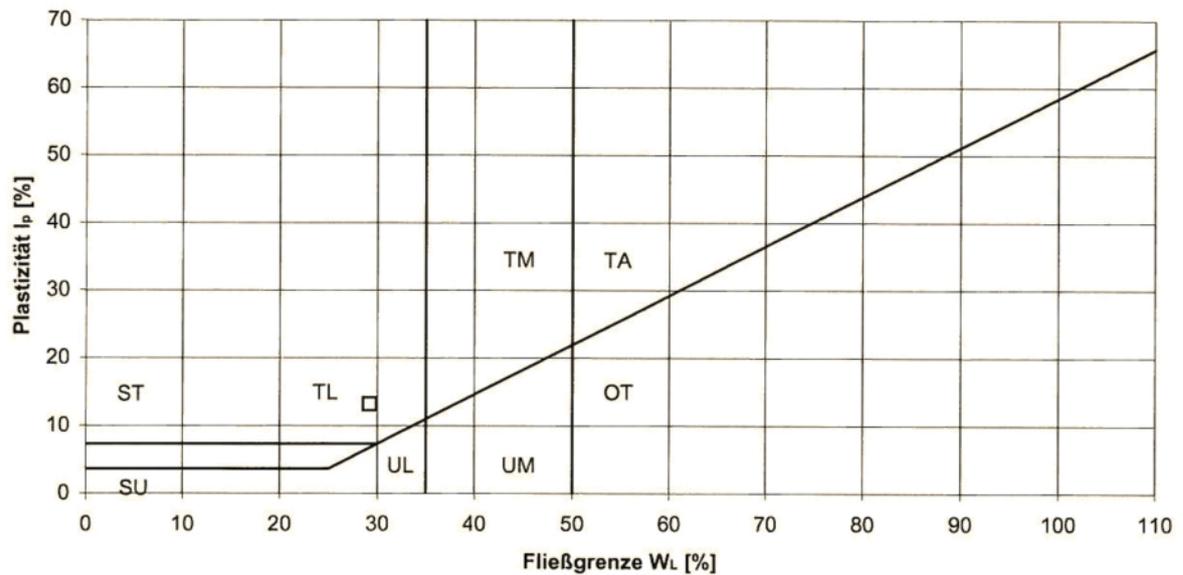
**Plastizitätsdiagramm
 nach Casagrande**



Bestimmung der Atterbergschen Grenzen

Entnahmestelle	von	bis	Fließgrenze [%]	Ausrollgrenze [%]	Wassergehalt [%]	Konsistenz [%]	Plastizität [%]
<input type="checkbox"/> BS 4	1,30	2,30 m	29,23	16,05	29,07	1,22	13,18

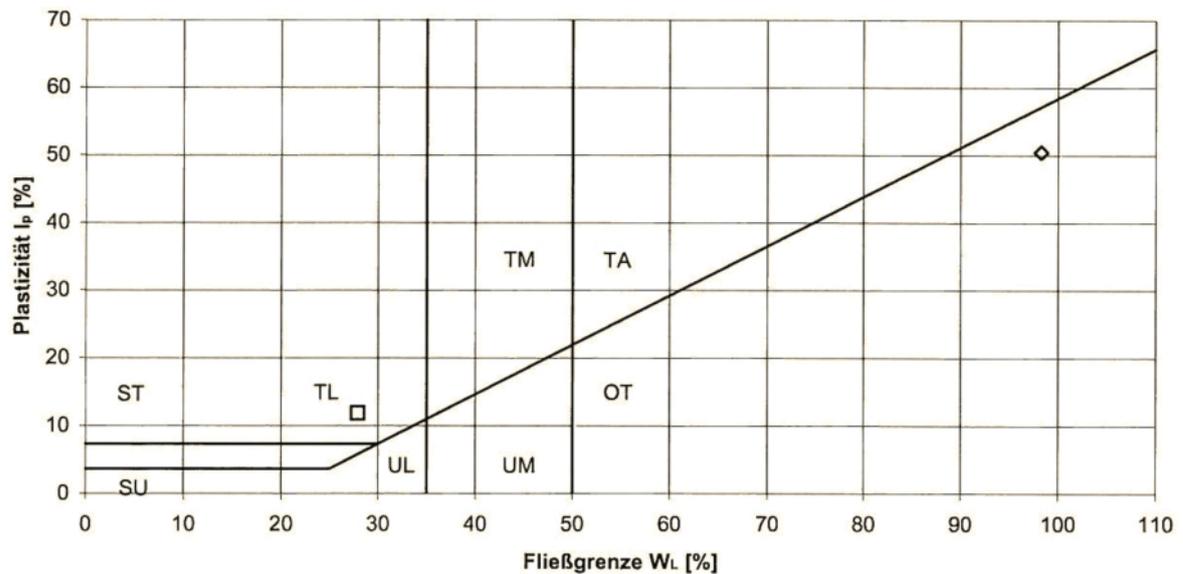
Plastizitätsdiagramm nach Casagrande



Bestimmung der Atterbergschen Grenzen

Entnahmestelle	von	bis	Fließgrenze [%]	Ausrollgrenze [%]	Wassergehalt [%]	Konsistenz [%]	Plastizität [%]
□ BS 6	2,00	3,00 m	27,93	16,07	27,02	7,63	11,85
◇ BS 6	3,50	3,70 m	98,25	47,83	70,19	55,64	50,42

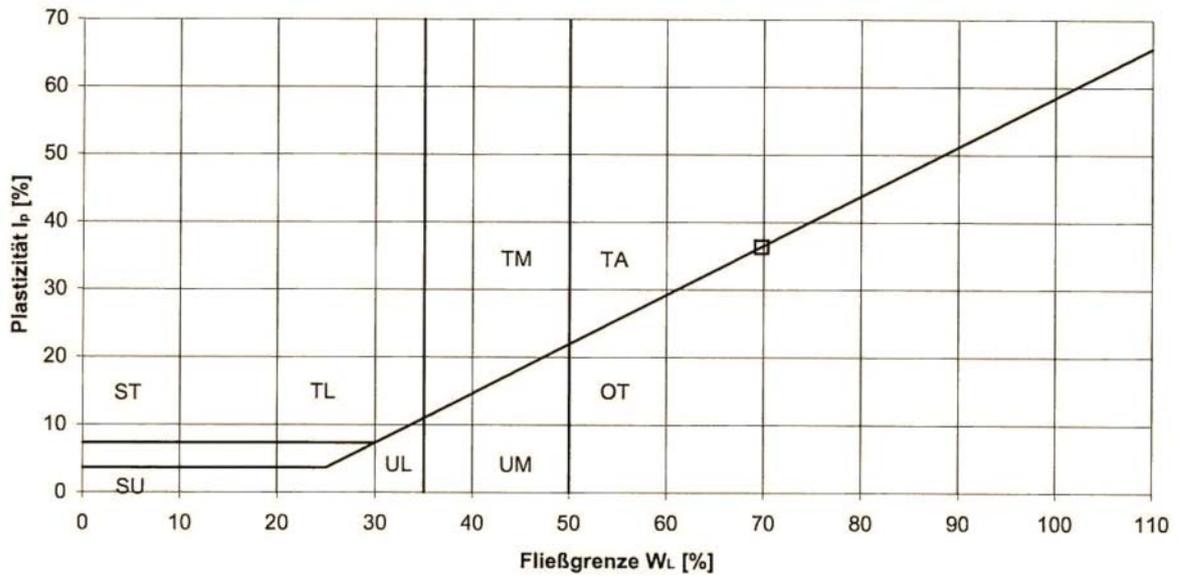
Plastizitätsdiagramm nach Casagrande



Bestimmung der Atterbergschen Grenzen

Entnahmestelle	von	bis	Fließgrenze [%]	Ausrollgrenze [%]	Wassergehalt [%]	Konsistenz [%]	Plastizität [%]
□ BS 7	3,40	4,00 m	69,75	33,43	46,32	64,50	36,32

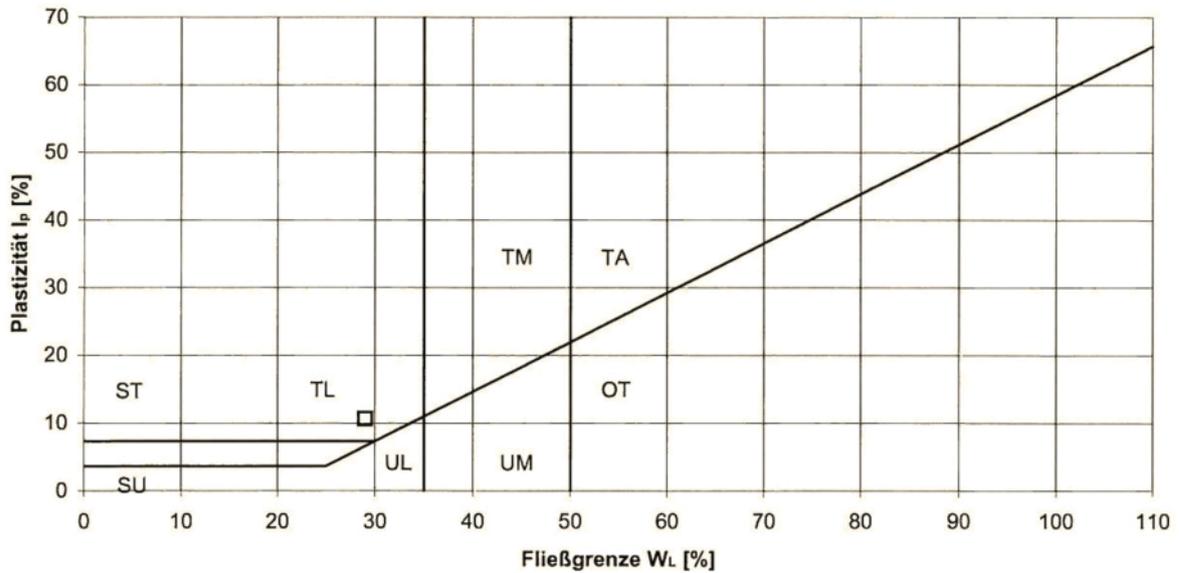
Plastizitätsdiagramm nach Casagrande



Bestimmung der Atterbergschen Grenzen

Entnahmestelle	von	bis	Fließgrenze [%]	Ausrollgrenze [%]	Wassergehalt [%]	Konsistenz [%]	Plastizität [%]
□ BS 8	2,70	3,20 m	29,01	18,37	28,29	6,86	10,64

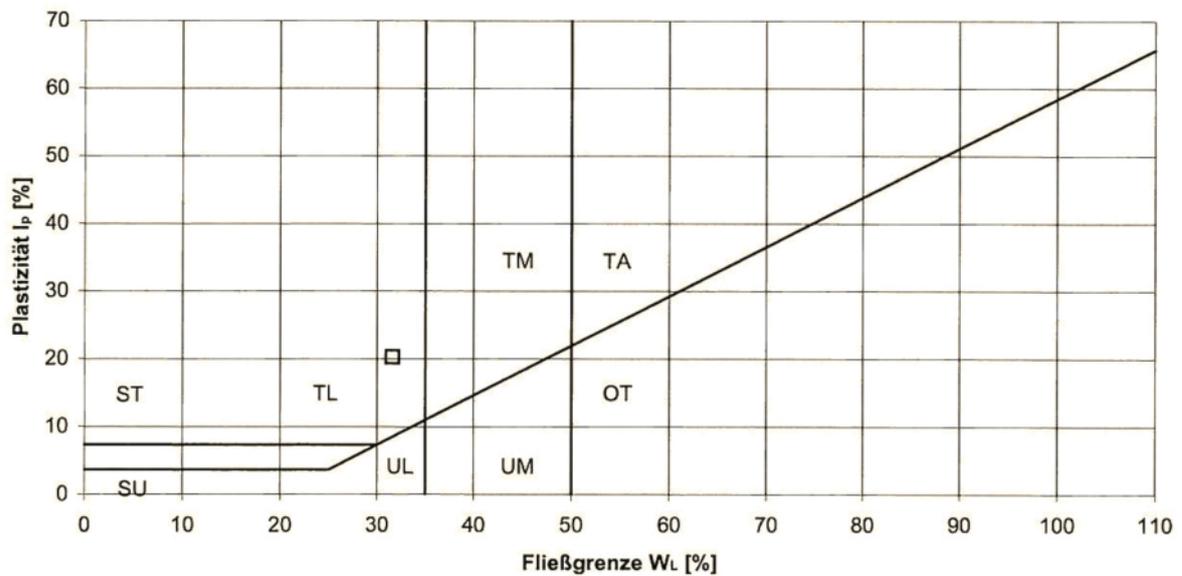
Plastizitätsdiagramm nach Casagrande



Bestimmung der Atterbergschen Grenzen

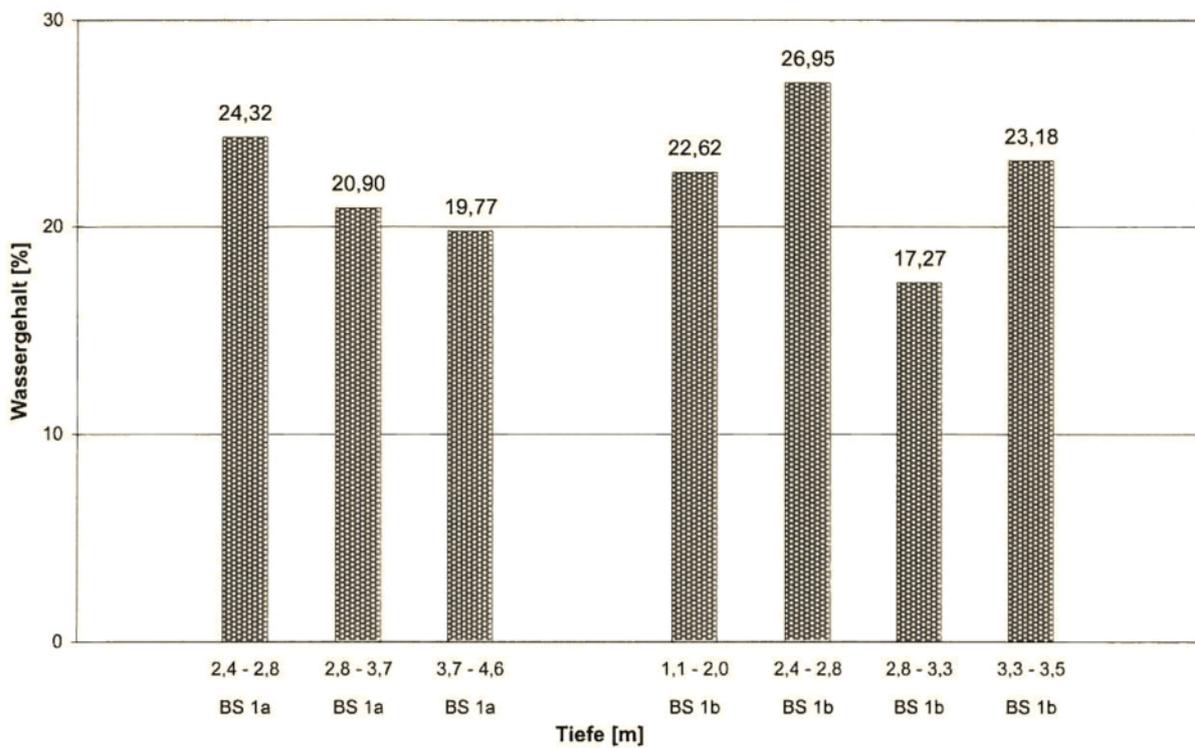
Entnahmestelle	von	bis	Fließgrenze [%]	Ausrollgrenze [%]	Wassergehalt [%]	Konsistenz [%]	Plastizität [%]
<input type="checkbox"/> BS 9	2,60	3,30 m	31,61	11,38	22,51	44,99	20,23

Plastizitätsdiagramm nach Casagrande



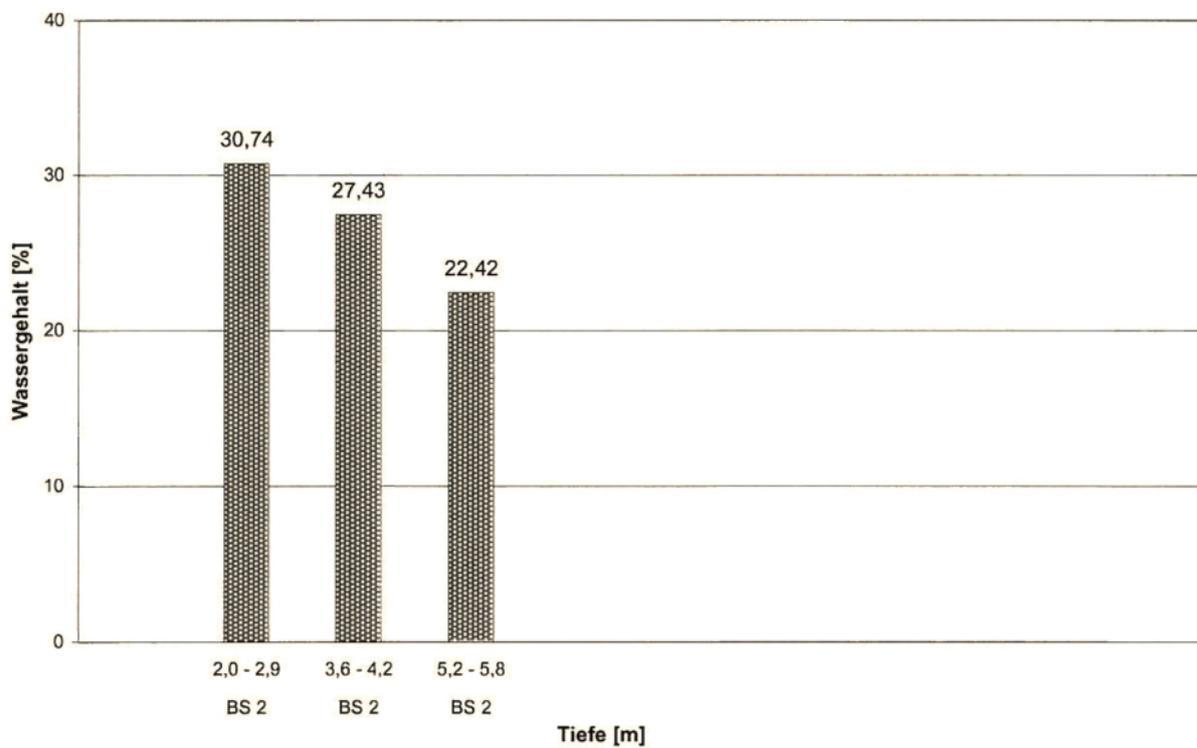
Wassergehaltsbestimmung

Entnahmestelle	von	bis	Bodenart
BS 1a	2,4	2,8	Ton, schwach schluffig, steif
BS 1a	2,8	3,7	Ton, schwach schluffig, steif - halbfest
BS 1a	3,7	4,6	Ton, schwach schluffig, steif - halbfest
BS 1b	1,1	2,0	Ton, stark schluffig, weich
BS 1b	2,4	2,8	Ton, stark schluffig, breiig
BS 1b	2,8	3,3	Schluff + Sand, steif
BS 1b	3,3	3,5	Ton, schwach schluffig, steif



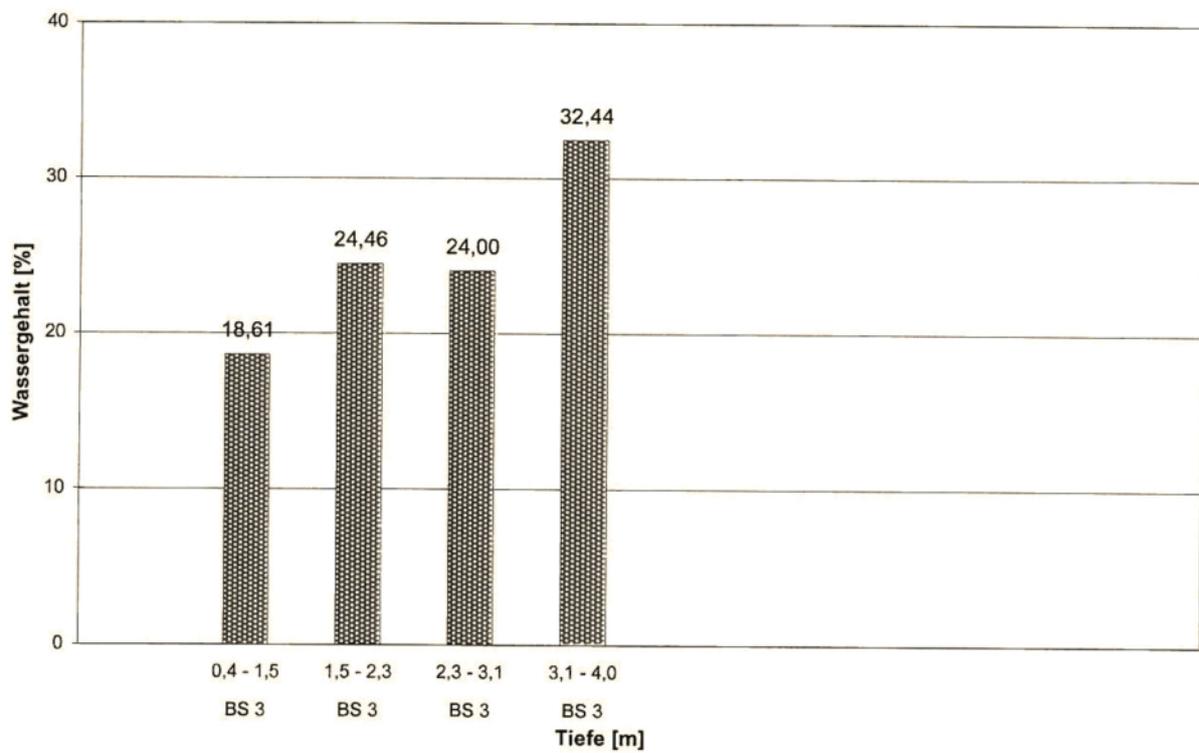
Wassergehaltsbestimmung

Entnahmestelle	von	bis	Bodenart
BS 2	2,0	2,9	Ton, stark schluffig, breiig
BS 2	3,6	4,2	Ton, stark schluffig, sandig, breiig
BS 2	5,2	5,8	Ton, stark schluffig, weich



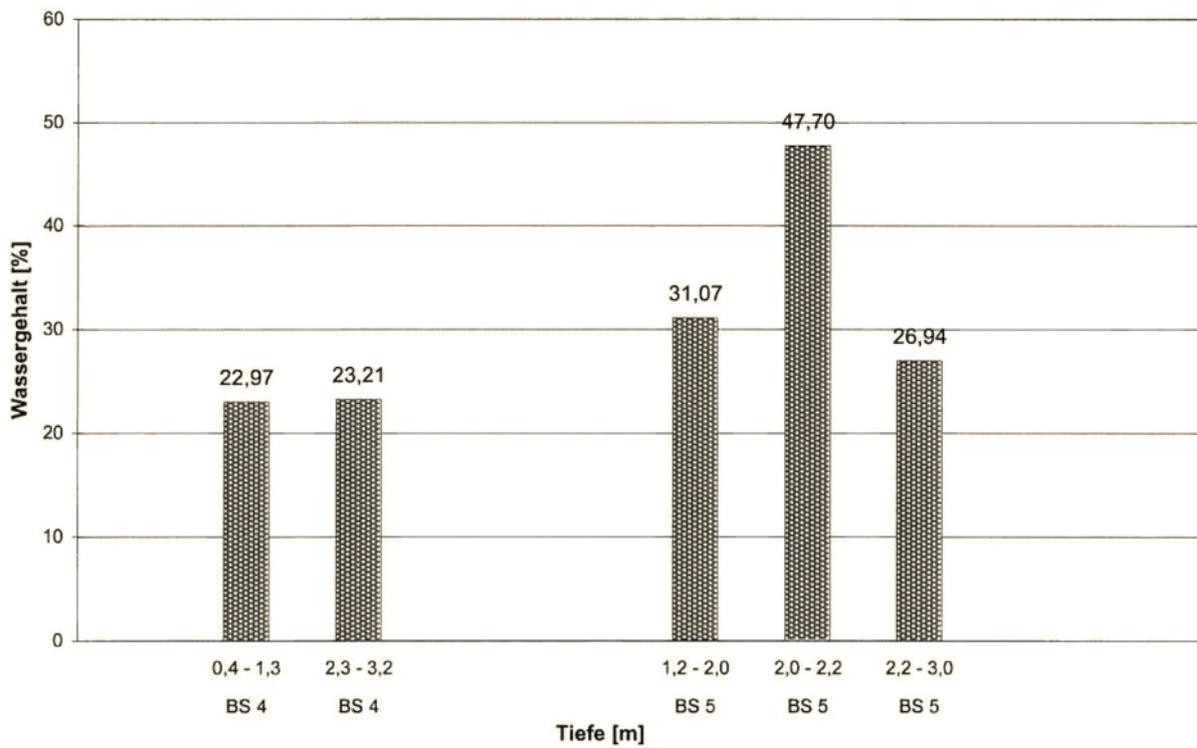
Wassergehaltsbestimmung

Entnahmestelle	von	bis	Bodenart
BS 3	0,4	1,5	Ton, stark schluffig, steif
BS 3	1,5	2,3	Ton stark schluffig, breiig-weich
BS 3	2,3	3,1	Ton stark schluffig, breiig-weich
BS 3	3,1	4,0	Ton, schwach schluffig, schwach organisch, weich



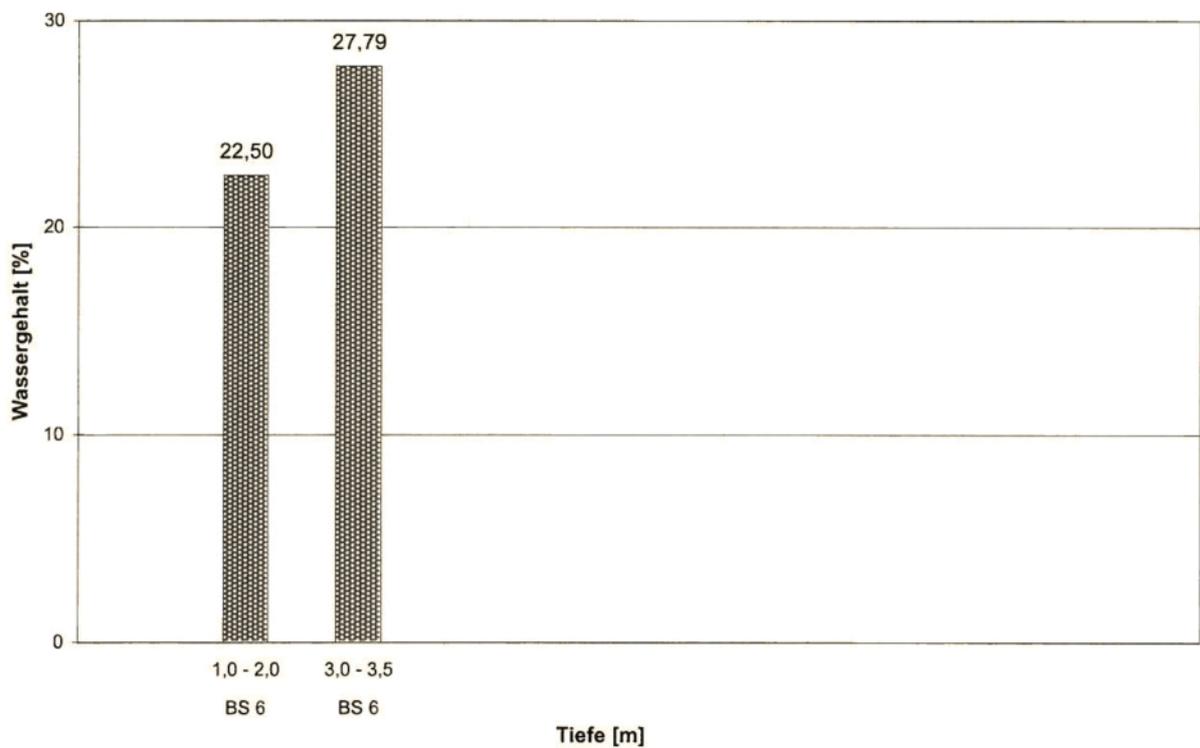
Wassergehaltsbestimmung

Entnahmestelle	von	bis	Bodenart
BS 4	0,4	1,3	Ton, stark schluffig, weich
BS 4	2,3	3,2	Ton, stark schluffig, weich
BS 5	1,2	2,0	Ton, stark schluffig, flüssig
BS 5	2,0	2,2	Ton, stark schluffig, flüssig
BS 5	2,2	3,0	Ton, stark schluffig, breiig



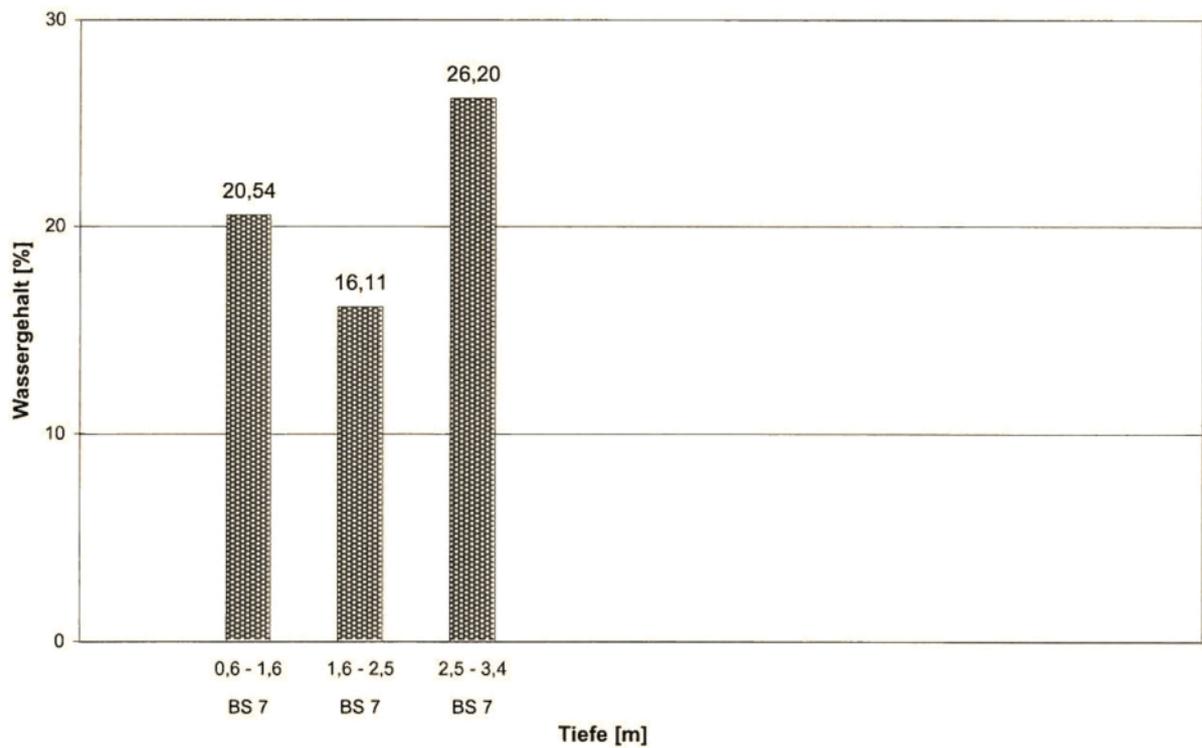
Wassergehaltsbestimmung

Entnahmestelle	von	bis	Bodenart
BS 6	1,0	2,0	Ton, stark schluffig, weich
BS 6	3,0	3,5	Ton, stark schluffig, breiig



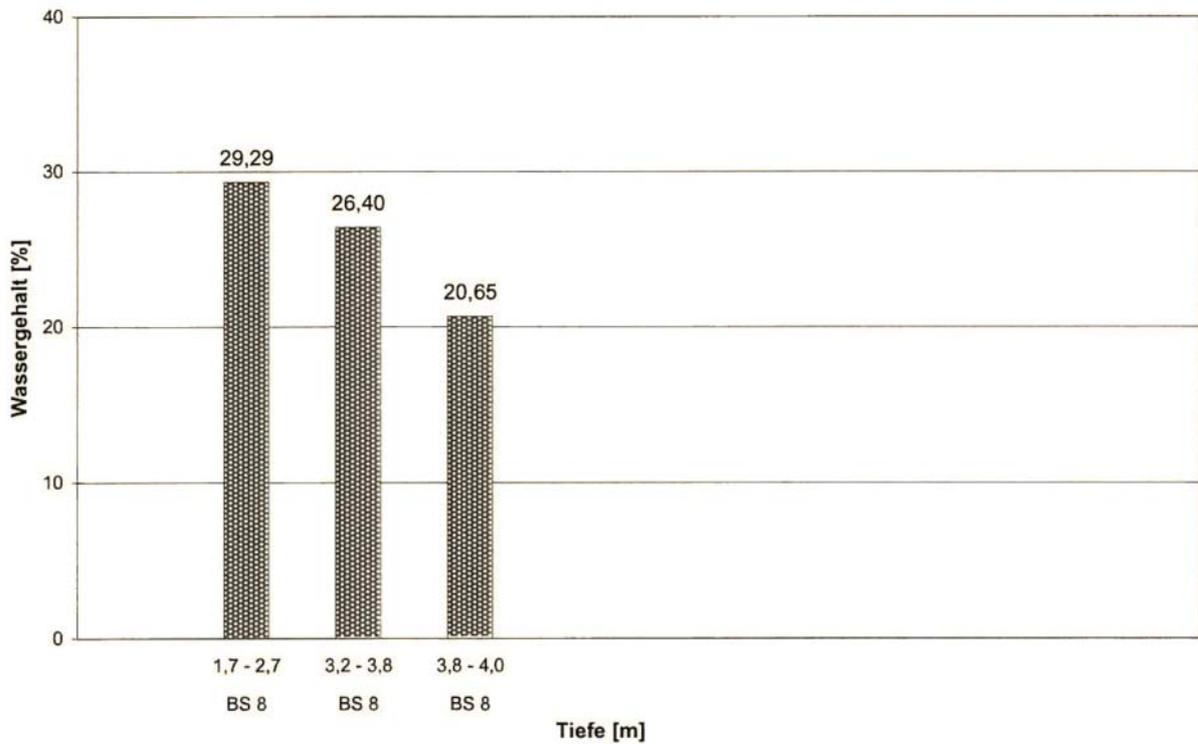
Wassergehaltsbestimmung

Entnahmestelle	von	bis	Bodenart
BS 7	0,6	1,6	Ton, stark schluffig, weich - steif
BS 7	1,6	2,5	Ton, stark schluffig, halbfest
BS 7	2,5	3,4	Ton, stark schluffig, breiig



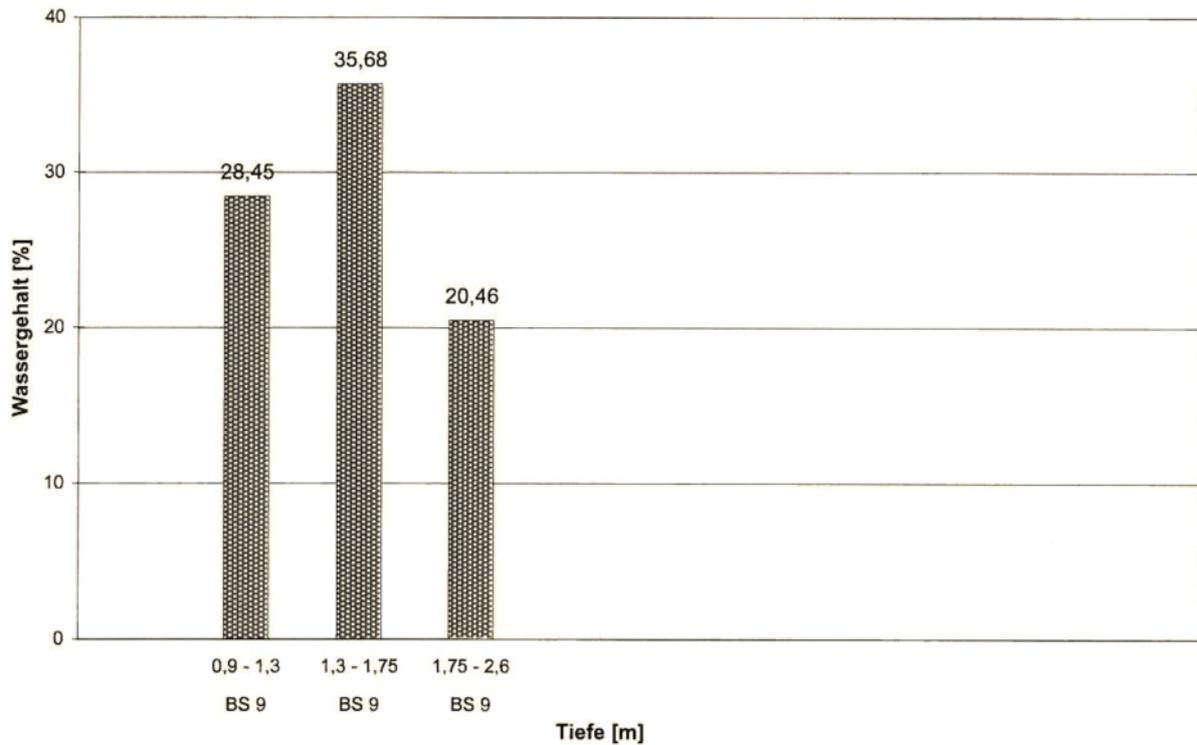
Wassergehaltsbestimmung

Entnahmestelle	von	bis	Bodenart
BS 8	1,7	2,7	Ton, stark schluffig, breiig
BS 8	3,2	3,8	Ton, schwach schluffig, steif
BS 8	3,8	4,0	Ton, schwach schluffig, halbfest



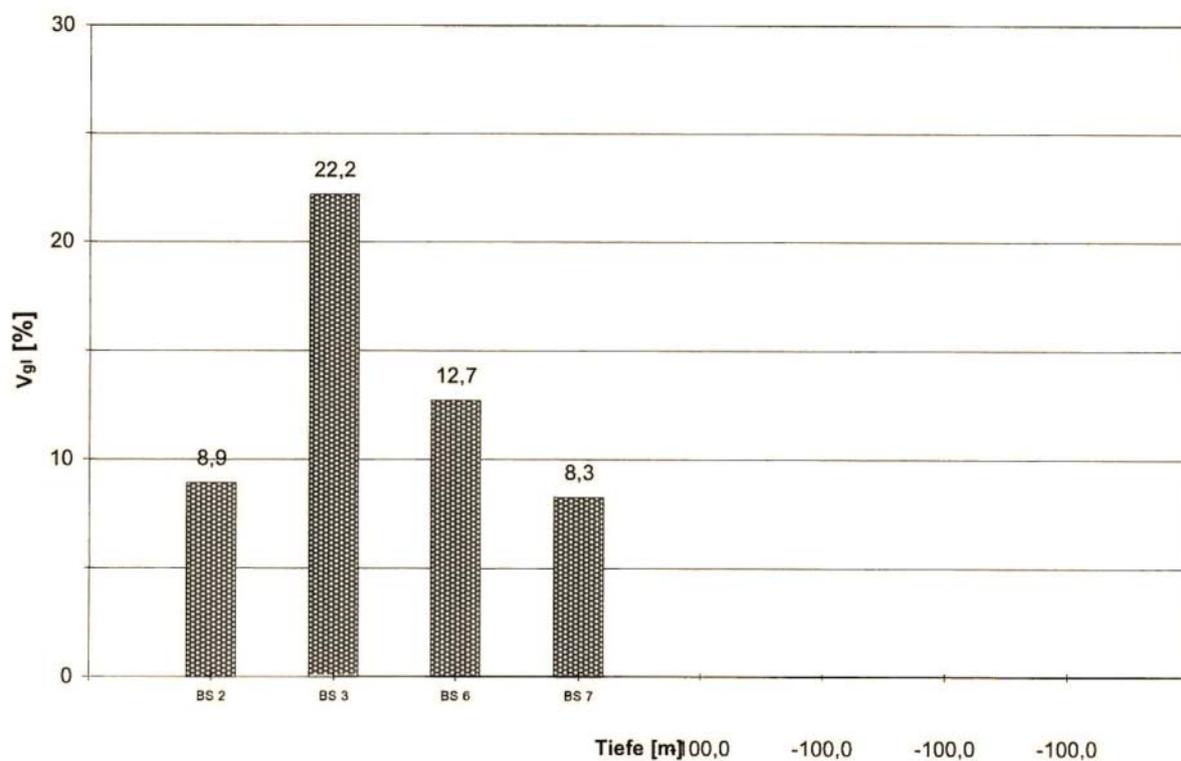
Wassergehaltsbestimmung

Entnahmestelle	von	bis	Bodenart
BS 9	0,9	1,3	Ton, stark schluffig, breiig
BS 9	1,3	1,75	Ton, stark schluffig, flüssig
BS 9	1,75	2,6	Ton, stark schluffig, weich - steif



Bestimmung des Glühverlustes

Entnahmestelle	von	bis	Bodenart
BS 2	4,2	5,2	Ton, schwach schluffig, schwach organisch, weich
BS 3	4,0	5,1	Mudde (Torf+ Schluff), zersetzt, steif
BS 6	3,5	3,7	Ton, schwach schluffig, organisch, weich
BS 7	3,4	4,0	Ton, schwach schluffig, schwach organisch, weich



Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH - Institut für Geotechnik

Heidengaß 16, 76356 Weingarten/Baden, Tel. 07244/7013-0

Projekt: Sanierung Leimbachunterlauf, Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch
Bach-km 14+497 – 20+965. Gemarkung Nußloch, Leimen – St. Ilgen, Sandhausen
Sachbearbeiter: He

Datum: 10. März 2008

Unser Zeichen: 6553_Anl41

Anl. 4.1

Setzungsberechnung Kleinbohrung BS 1a, km 14+605

Δw [m]	$\Delta \sigma$ [kN/m ²]	d [m]	E_s [MN/m ²]	$s = \Delta \sigma * d / E_s$ [cm]
0,69	6,9	0,53	8	0,05
0,69	6,9	2,20	10	0,15
0,69	6,9	0,80	5	0,11
				Σ : 0,31

Setzungsberechnung Kleinbohrung BS 1b, km 15+533

Δw [m]	$\Delta \sigma$ [kN/m ²]	d [m]	E_s [MN/m ²]	$s = \Delta \sigma * d / E_s$ [cm]
1,10	11,0	0,22	5	0,05
1,10	11,0	0,40	3	0,15
1,10	11,0	0,50	8	0,07
1,10	11,0	0,20	8	0,03
				Σ : 0,30

Setzungsberechnung Kleinbohrung BS 2, km 16+280

Δw [m]	$\Delta \sigma$ [kN/m ²]	d [m]	E_s [MN/m ²]	$s = \Delta \sigma * d / E_s$ [cm]
1,08	10,8	1,44	3	0,52
1,08	10,8	0,70	30	0,03
1,08	10,8	0,60	3	0,22
1,08	10,8	1,00	4	0,27
1,08	10,8	0,60	5	0,13
1,08	10,8	1,10	8	0,15
				Σ : 1,32

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH - Institut für Geotechnik

Heidengaß 16, 76356 Weingarten/Baden, Tel. 07244/7013-0

Projekt: Sanierung Leimbachunterlauf, Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch
Bach-km 14+497 – 20+965. Gemarkung Nußloch, Leimen – St. Ilgen, Sandhausen
Sachbearbeiter: He

Datum: 10. März 2008

Unser Zeichen: 6553_An141

Anl. 4.2

Setzungsberechnung Kleinbohrung BS 3, km 16+485

Δw [m]	$\Delta \sigma$ [kN/m ²]	d [m]	E_s [MN/m ²]	$s = \Delta \sigma * d / E_s$ [cm]
0,92	9,2	1,50	4	0,35
0,92	9,2	0,90	4	0,21
0,92	9,2	1,10	1	1,01
0,92	9,2	0,40	8	0,05
				Σ : 1,62

Setzungsberechnung Kleinbohrung BS 4, km 17+080

Δw [m]	$\Delta \sigma$ [kN/m ²]	d [m]	E_s [MN/m ²]	$s = \Delta \sigma * d / E_s$ [cm]
0,82	8,2	0,23	5	0,04
0,82	8,2	1,00	2	0,41
0,82	8,2	0,90	5	0,15
0,82	8,2	0,30	8	0,03
				Σ : 0,63

Setzungsberechnung Kleinbohrung BS 5, km 17+315

Δw [m]	$\Delta \sigma$ [kN/m ²]	d [m]	E_s [MN/m ²]	$s = \Delta \sigma * d / E_s$ [cm]
0,90	9,0	0,56	2	0,25
0,90	9,0	0,80	3	0,24
				Σ : 0,49

Setzungsberechnung Kleinbohrung BS 6, km 17+475

Δw [m]	$\Delta \sigma$ [kN/m ²]	d [m]	E_s [MN/m ²]	$s = \Delta \sigma * d / E_s$ [cm]
0,87	8,7	1,31	3	0,38
0,87	8,7	0,20	3	0,06
				Σ : 0,44

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH - Institut für Geotechnik

Heidengaß 16, 76356 Weingarten/Baden, Tel. 07244/7013-0

Projekt: Sanierung Leimbachunterlauf, Kirchheimer Mühle bis HRB Nußloch
Bach-km 14+497 – 20+965. Gemarkung Nußloch, Leimen – St. Ilgen, Sandhausen
Sachbearbeiter: He

Datum: 10. März 2008

Unser Zeichen: 6553_Anl41

Anl. 4.3

Setzungsberechnung Kleinbohrung BS 7, km 18+670

Δw [m]	$\Delta\sigma$ [kN/m ²]	d [m]	E_s [MN/m ²]	$s = \Delta\sigma \cdot d / E_s$ [cm]
0,81	8,1	0,63	12	0,04
0,81	8,1	0,90	3	0,24
0,81	8,1	0,60	4	0,12
0,81	8,1	0,40	8	0,04
				Σ : 0,44

Setzungsberechnung Kleinbohrung BS 8, km 18+905

Δw [m]	$\Delta\sigma$ [kN/m ²]	d [m]	E_s [MN/m ²]	$s = \Delta\sigma \cdot d / E_s$ [cm]
0,56	5,6	0,02	8	0,00
0,56	5,6	1,50	3	0,28
0,56	5,6	0,80	8	0,06
				Σ : 0,34

Setzungsberechnung Kleinbohrung BS 9, km 19+055

Δw [m]	$\Delta\sigma$ [kN/m ²]	d [m]	E_s [MN/m ²]	$s = \Delta\sigma \cdot d / E_s$ [cm]
0,60	6,0	0,03	3	0,01
0,60	6,0	0,45	2	0,14
0,60	6,0	0,85	7	0,07
0,60	6,0	0,70	4	0,11
0,60	6,0	0,40	8	0,03
				Σ : 0,36

 Δw : Differenz der Wasserspiegel bzw. Absenkmaß der Bachsohle [m] $\Delta\sigma$: Spannungsänderung durch Auftriebsverlust [kN/m²]

d: Schichtmächtigkeit der setzungsfähigen Schichten [m]

 E_s : Steifeziffer [MN/m²]