



Genesis Umwelt Consult GmbH & Co. KG • O'Brien Str. 2 • 91126 Schwabach

Kassacker GmbH
Baubüro Aldingen
Herrn Lohse
Bahnhofstrasse

per Fax: 07424/9595-06

Aldingen



4749289

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen

Durchwahl

Datum

jm
03098

09122/830-523

21.08.2003

Ringzug Schwarzwald, Haltepunkte Marbach West, Klengen, Grüningen, Neufra und Saichingen

hier: Bodenuntersuchungen der Probenahmen vom 12.08.2003

Sehr geehrter Herr Lohse,

wie vereinbart, erhalten Sie per Fax die chemischen Untersuchungsergebnisse der LAGA- und Herbizid-Untersuchungen sowie die Probenahmeprotokolle der Bodenprobenahmen an den Haltepunkten Marbach West, Klengen, Grüningen, Neufra und Saichingen.

Anhand der an den Bodenmischproben vom 12.08.2003 ermittelten Gehalte der untersuchten LAGA-Parameter nach Tab. II. 1.2-2 und 1.2-3 sowie der Herbizide sind die vorliegenden Böden gemäß der Klassifizierung der LAGA und dem Schreiben des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg vom 06.08.2002 an die Regierungspräsidien wie folgt einzustufen:

- Haltepunkt Marbach West: LAGA Z 5
- Haltepunkt Klengen: LAGA Z 1.1
- Haltepunkt Grüningen: LAGA Z 0
- Haltepunkt Neufra: LAGA Z 1.1 / Z 1.2
- Haltepunkt Saichingen: LAGA Z 1.2

Die festgestellten Parameter mit erhöhten Gehalten, die für eine abfalltechnische Einstufung der untersuchten Bodenmaterialien (Gleisunterbau) maßgebend sind, sind nachfolgend für jeden Haltepunkt zusammenfassend dargestellt.

Persönl. leitende
Gesellschafterin:
Genesis Umwelt Consult
Verwaltungs-GmbH
HRB Nürnberg 17952

Geschäftsführer:
Dipl.-Geol. Marcus Hübner
Dr. Werner Kriela
Dipl.-Geol. Joachim Meinhardt

Bankverbindung:
Sparkasse Schwabach
Kto.-Nr. 750 910 980
BLZ 764 500 00
St.-Nr. 247/163/35107

Kontakte:
O'Brien Str. 2, 91126 Schwabach
Fon: 0 91 22 / 830-520
Fax: 0 91 22 / 830-525
eMail: info@genesis-umwelt.de
www.genesis-umwelt.de

Zweigbüro Oettingen:
Oberes Kellerfeld 18
86732 Oettingen i. Bay.
Fon: 0 90 82 / 96 75 35
Fax: 0 90 82 / 96 75 66

Haltepunkt Marbach West (vgl. Anlage 1.1, Blatt 1 bis 7):

Feststoff / Eluat	Parameter	Gehalt	LAGA-Einstufung
Feststoff	Cadmium	1,1 mg/kg	Z 1.2
	Kupfer	130 mg/kg	Z 1.2
	Quecksilber	3,1 mg/kg	Z 2
	Zink	900 mg/kg	Z 2
	PAK (EPA)	1,6 mg/kg	Z 1.1
Eluat	Chlorid	36 mg/l	> Z 2
	Summe der Herbizide	7,95 µg/l	Z 5

LAGA-Einstufung: LAGA Z 5; ob eine Einstufung in LAGA Z 4 möglich ist, muss durch das Regierungspräsidium Freiburg festgelegt werden.

Haltepunkt Kiengen (vgl. Anlage 1.2, Blatt 1 bis 7):

Feststoff / Eluat	Parameter	Gehalt	LAGA-Einstufung
Feststoff	Quecksilber	0,77 mg/kg	Z 1.1

LAGA-Einstufung: LAGA Z 1.1

Haltepunkt Grüningen (vgl. Anlage 1.3, Blatt 1 bis 7)

In der am HP Grüningen entnommenen Bodenmischprobe vom 12.08.2003 wurden an keinen der untersuchten Parameter erhöhte Gehalte ermittelt, die für eine abfalltechnische Einstufung des untersuchten Bodenmaterials relevant sind.

LAGA-Einstufung: LAGA Z 0

Haltepunkt Neufra (vgl. Anlage 1.4, Blatt 1 bis 7):

Feststoff / Eluat	Parameter	Gehalt	LAGA-Einstufung
Feststoff	Quecksilber	0,59 mg/kg	Z 1.1
Eluat	Summe der Herbizide	0,286 µg/l	Z 1.1 / Z 1.2

LAGA-Einstufung: LAGA Z 1.1 / Z 1.2

Haltepunkt Saichingen (vgl. Anlage 1.5, Blatt 1 bis 7):

Feststoff / Eluat	Parameter	Gehalt	LAGA-Einstufung
Feststoff	Chrom	120 mg/kg	Z 1.2
	Nickel	88 mg/kg	Z 1.1
	PAK (EPA)	1,3 mg/kg	Z 1.1
Eluat	Summe der Herbizide	0,064 µg/l	Z 1.1 / Z 1.2

LAGA-Einstufung: Z 1.2

Mit freundlichen Grüßen

*J. Meinhardt*J. Meinhardt
(Dipl.-Geol.)Anlagen:

- Anlage 1: Untersuchungsergebnisse und Probenahmeprotokolle der Bodenmischproben vom 12.08.2003
- Anlage 1.1: HP Marbach West
Blatt 1 bis 7
- Anlage 1.2: HP Klengen
Blatt 1 bis 7
- Anlage 1.3: HP Grüningen
Blatt 1 bis 7
- Anlage 1.4: HP Neufra
Blatt 1 bis 7
- Anlage 1.5: HP Saichingen
Blatt 1 bis 7
- Anlage 2: Lageskizzen der Probenahmestellen (Suchschlitze)
Blatt 1,2

Geotechnisches Gutachten

ZUM

**Neubau der Stationen im Abschnitt Villingen-Grüningen
(Haltepunkte 27.1 bis 30.1)**

der

**Strecke 4250
Offenburg - Singen**

Bauherr:

**DB Station und Service AG
Objekt und Baumanagement**
Arnulf-Klett-Platz 2
70173 Stuttgart

Auftraggeber:

Greiner Ingenieure GmbH
Adolf-Kolping-Straße 12
78166 Donaueschingen

Projektmanager:

Mailänder Ingenieur Consult GmbH
Mathysstraße 13
76133 Karlsruhe

Projektleitung:

Dipl.-Ing. (FH) Achim Förster
Vertretung Schwarzwald-Baar

Erstattungsdatum:

17. Juli 2002

Aktenzeichen:

GREING01

Geschäftsführer:

Dipl.-Geol. MATTHIAS HILLER
Dipl.-Ing. (FH) MARKUS KATZ
Dipl.-Ing. (FH) THOMAS BENZ

Vertretung Oberschwaben

PROF. DIPL.-ING. ROLF SCHRÖDI
Am Galgenberg 10 88444 Ummendorf
Tel.: 07351.37 17 39
Fax: 07351.37 17 38

Vertretung Kirchheim/Teck

DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ
Blumenstraße 19 73271 Holzmaden
Tel.: 0177.66 12 715
Fax: 0711.73 56 298

Vertretung Nagold

DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ
Haydnweg 10/1 72202 Nagold
Tel.: 0177.655 00 37
Fax: 0711.73 56 298

Vertretung Schwarzwald-Baar

DIPL.-ING. (FH) ACHIM FÖRSTER
Neuer Angel 25 78056 Villingen-Schwenningen
Tel.: 07720.95 86 86
Fax: 07720.95 86 87

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	3
2. Unterlagen	3
3. Projektbeschreibung	4
4. Allgemeiner geologischer Überblick	4
5. Baugrunderkundung	5
5.1 Kernbohrungen	5
5.2 Rammsondierungen	6
5.3 Schichtenbeschreibung und -lagerung	6
5.3.1 Haltepunkt VS - Marbach-West (KB 1 und RS 1/1 – RS 1/3)	7
5.3.2 Haltepunkt Brigachtal-Kirchdorf (KB 2 und RS 2/1 – RS 2/4)	7
5.3.3 Haltepunkt Brigachtal-Klengen (KB 3 und RS 3/1 – RS 3/3)	8
5.3.4 Haltepunkt Grünungen (KB 4 und RS 4/1 – RS 4/4)	8
6. Bodenverunreinigungen	9
7. Hydrogeologische Situation	9
7.1 Grundwasserstände	10
7.2 Grundwasserbeprobungen	10
7.3 Betonaggressivität	10
8. Bodenmechanische Laboruntersuchungen	11
9. Bodenklassen	12
10. Bodenkennwerte	12
11. Gründung	13
11.1 Flachgründung mit Betonplomben	15
11.2 Tiefgründung über duktile Rammpfähle bzw. Betonrammpfähle	16
11.3 Gründung auf Sand- Zementsäulen (CSV- Bodenstabilisierung)	16
12. Schlussbemerkungen	17

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Übersichtslageplan
Anlage	2	Lagepläne der Untersuchungspunkte und Profilschnitte
	2.1	VS – Marbach-West
	2.2	Brigachtal-Kirchdorf
	2.3	Brigachtal-Klengen
	2.4	Grünungen
Anlage	3	Kernbohrungen
	3.1-3.4	Bohrkernaufnahmen
	3.5	Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	4	Rammsondierprofile
Anlage	5	Profilschnitte
	5.1	VS – Marbach-West
	5.2	Brigachtal-Kirchdorf
	5.3	Brigachtal-Klengen
	5.4	Grünungen
Anlage	6	Entnahmeprotokolle Wasserproben
Anlage	7	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
Anlage	8	Konsistenzgrenzenbestimmungen
Anlage	9	Kornverteilungskurven
Anlage	10	Last-Setzungskurven
Anlage	11	Chemische Analytik Wasserproben

1. Auftrag

Die Deutsche Bahn Station und Service AG plant gemeinsam mit dem Land Baden-Württemberg sowie den Landkreisen Rottweil, Tuttlingen und Schwarzwald-Baar-Kreis zur Attraktivitätssteigerung des Schienenpersonennahverkehrs das sogenannte „Ringzugkonzept“. Das Ringzugkonzept sieht u.a. den Um- und Neubau von Haltepunkten vor. Im Zuge der Planung für die neu zu errichtenden vier Stationen im Abschnitt Villingen-Grüningen (ca. 88,7 - 94,5 km) der Strecke 4250 von Offenburg nach Singen, wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik, Henke und Partner GmbH, seitens der Planungs- und Beratungsgesellschaft Greiner Ingenieure GmbH, entsprechend des Angebotes vom 15.04.2002 beauftragt, ein geotechnisches Gutachten zu erstellen.

Die Beauftragung umfasst Geländeerkundungen, bodenmechanische Laboruntersuchungen sowie Dokumentation der Ergebnisse und deren Bewertung in einem Baugrund- und Gründungsgutachten. Zudem sollte im Zuge der Baumaßnahme anfallendes Aushubmaterial auf die Verwertung/Entsorgung hin beurteilt werden.

2. Unterlagen

Zur Beurteilung der Situation standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

Vorabzug über die geplante Lage der Bahnsteige – Greiner Ingenieure vom 14.05.02
Fotodokumentation der vier neuen Haltestellen – Greiner Ingenieure 05/2002

Ferner stand uns zur Verfügung:

Geologisches Landesamt Baden-Württemberg / Landesvermessungsamt
Baden-Württemberg

- Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden, Blatt 7916 Villingen-Schwenningen-West, M 1:25.000, Reproduktion von 1984

3. Projektbeschreibung

Im Bereich zwischen VS-Villingen und Donaueschingen der Strecke 4250 von Offenburg nach Singen ist der Neubau von vier Haltepunkten geplant. Im Einzelnen handelt es sich um die Stationen

VS – Marbach-West (Hp 30 ca. 88,8 km)
Brigachtal-Kirchdorf (Hp 29 ca. 90,7 km)
Brigachtal-Klengen (Hp 28 ca. 91,6 km)
Grünningen (Hp 27 ca. 94,4 km)

Als Anlage 1 liegt ein Übersichtslageplan bei, dem die Lage der Haltepunkte zu entnehmen ist.

Die Stationen sollen jeweils mit zwei Außenbahnsteigen von 80 m Länge und 55 cm Höhe ausgestattet werden, wobei der Zugang behindertengerecht ausgebildet wird. Als Anlage 2 wurden Lagepläne beigefügt, denen die Anordnung der geplanten Bahnsteige zu entnehmen ist.

Die Detailplanung der einzelnen Haltepunkte liegt noch nicht vor. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen sollen in der Detailplanung berücksichtigt werden. Besonderes Augenmerk gilt hier der Gründungsart.

4. Allgemeiner geologischer Überblick

Die Strecke 4250 von Offenburg nach Singen verläuft im Untersuchungsgebiet am randlichen Bereich der Talaue der Brigach. Quartäre Ablagerungen der Brigach, wie Auelehme, Schwemmsande, Talkiese und untergeordnet Torfe, verzahnen sich mit Hangschuttablagerungen der östlich gelegenen Muschelkalkanhöhe.

Der präquartäre Untergrund im Bereich der geplanten Haltepunkte wird von den Sedimenten des Mittleren und Unteren Muschelkalkes gebildet. Der Mittlere Muschelkalk ist im wesentlichen geprägt durch die Ablagerung salinarer Gesteine, wie Dolomit, Steinsalz und Anhydrit bzw. Gips. Das Steinsalz sowie die Sulfate sind oberflächennah bzw. im Bereich des Grundwassers großteils aufgelöst, so dass lediglich Auslaugungsrückstände überwiegend in Form von feinsandigen Schluffen

und Tonen, bereichsweise mit eingelagerten Dolomitbröckchen, als sogenannte Residualschluffe vorliegen.

Die Gesteine des Unteren Muschelkalkes zeichnen sich im oberen Bereich durch dunkle, bituminöse Kalke mit Dolomiteinlagerungen, in tieferen Bereichen durch bioklastische Kalksteine in Wechsellagerung mit tonig-mergeligen Lagen aus.

5. Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Baugrundsituation im Bereich der einzelnen Haltepunkte wurden jeweils eine Kernbohrung (KB) sowie drei bzw. vier Rammsondierungen (RS) abgeteuft. Die Bohrungen wurden jeweils zur Beobachtung von Schicht- bzw. Grundwasser als 2"-Pegel ausgebaut.

Die Lage aller Aufschlusspunkte wurde nach Abschluss der Arbeiten von Mitarbeitern unseres Büros nach Lage und Höhe eingemessen. Als Bezugspunkte für die Lage-/Höhemessung dienten im Bereich der Bahnübergänge liegende Kanaldeckel bzw. vorhandene Gebäude. Die Lage der Untersuchungspunkte kann den Lageplänen der Anlage 2 entnommen werden.

5.1 Kernbohrungen

Am 27.05.02 und 28.05.02 wurden die vier Kernbohrungen (KB 1 bis KB 4) von der Firma Andreas Goller Bohrtechnik im Bereich der geplanten Haltepunkte mit einer Tiefe von jeweils 9,0 m niedergebracht. Insgesamt wurden somit 36 lfd.m abgeteuft. Aus nachfolgender Auflistung geht die Zuordnung der Kernbohrungen zu den einzelnen Haltepunkten hervor:

KB 1	VS – Marbach-West
KB 2	Brigachtal-Kirchdorf
KB 3	Brigachtal-Klengen
KB 4	Grüningen

Die Bohrkerne wurden von einer Diplomgeologin unseres Büros nach geologischen, boden- und felsmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN 4022 sowie nach umwelthygienischen Gesichtspunkten aufgenommen und beschrieben. Für bodenmechanische sowie bodenphysikalische Laboruntersuchungen wurden vom frischen Kernmaterial repräsentative Proben entnommen. Die

ausführlichen Schichtbeschreibungen der Bohrungen mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an die DIN 4023 sind als Anlagen 3.1 bis 3.4 beigelegt. Eine Legende zu den verwendeten Signalen und Abkürzungen liegt als Anlage 3.5 bei.

5.2 Rammsondierungen

Die ursprünglich geplante Anzahl von vier Rammsondierungen je Haltepunkt musste, aufgrund von nicht rammbaren Tragschichten/Auffüllungen, im Bereich der Haltepunkte Marbach und Klengen auf jeweils drei reduziert werden. Aus nachfolgender Auflistung geht die Zuordnung der einzelnen Rammsondierungen zu den jeweiligen Haltepunkten hervor:

RS 1/1 - RS 1/3	VS – Marbach-West
RS 2/1 - RS 2/4	Brigachtal-Kirchdorf
RS 3/1 - RS 3/4	Brigachtal-Klengen
RS 4/1 - RS 4/4	Grüningen

Die Rammsondierungen wurden am 28.05.2002 und 29.05.2002 mit einer mittelschweren Rammsonde (DPM-A) nach DIN 4094 niedergebracht. Durch die Sondierungen können Schichtgrenzen erkannt und bei bindigen Böden die Konsistenz, bei nichtbindigen Böden die Lagerungsdichte an Hand der Schlagzahlen beurteilt werden. Es werden die Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe gezählt. Die Sondierdiagramme liegen als Anlage 4 bei.

Die Sondierung wurde bis zur Rammbareitsgrenze (Schlagzahlen > 100 / 10 cm Eindringung) bzw. bis zu einem deutlichen Anstieg der Schlagzahlen abgeteuft. Insgesamt wurden 54,1 lfd.m sondiert.

5.3 Schichtenbeschreibung und -lagerung

Anhand der Aufschlüsse stellt sich die geologische Situation im Bereich der einzelnen Haltepunkte wie nachfolgend beschrieben dar. Zur Verdeutlichung der Schichtenlagerung wurden als Anlage 5 Profilschnitte entlang der geplanten Bahnsteige beigelegt. Außerhalb der Achse liegende Aufschlusspunkte wurden in die Profilschnitte projiziert. Es ist dabei zu beachten, dass die Schichtgrenzen zwischen den einzelnen Aufschlusspunkten interpoliert wurden, und daher naturgemäß vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

5.3.1 Haltepunkt VS - Marbach-West (KB 1 und RS 1/1 – RS 1/3)

Der quartäre Untergrund im Bereich des Haltepunktes Marbach ist geprägt durch Aue- bzw. Schwemmmablagerungen der Brigach, die sich mit Hangschuttlagen der östlich gelegenen Muschelkalkanhöhe verzahnen.

Unter einem ca. 0,3 m mächtigem Oberboden folgt im Bereich der KB 1 eine bis zu 1,6 m mächtige Auffüllung, die im wesentlichen aus verlehmtten Kalksteinkomponenten besteht, die einen Korn-zu-Korn-Kontakt aufweisen. Unterlagert wird die Auffüllung von einem 0,8 m mächtigen stark humosen, weichen und dunkelbraunen Auelehm, der kohlige Pflanzenreste aufweist. Schlagzahlen von < 5 Schläge/10 cm Eindringtiefe bestätigen die weiche Konsistenz. Zur Tiefe folgt eine geringmächtige Schwemmsandlage, die ebenfalls kohlige Pflanzenreste aufweist.

Bis in 5,3 m Tiefe folgen Hangschuttablagerungen. Sie bestehen im wesentlichen aus eckigen und kantengerundeten Kalksteinkomponenten mit lehmigen, steifen Zwischenfüllungen. Zwischen den einzelnen Kalksteinkomponenten besteht ein Korn-zu-Korn-Kontakt. Ein deutlicher Anstieg der Schlagzahlen bzw. die Rammbarkeitsgrenze zeigen den Übergang der eher weichen Aueablagerungen zum dichten Hangschutt. Unterlagert wird der Hangschutt bis 8,0 m Tiefe von einem braungrauen und grau-grünen Residualschluff, steif-halbfester und halbfester Konsistenz, der mit Mergel- und Sandsteinbröckchen durchsetzt ist. Bis zur Endteufe der Bohrung konnten stückig zerbohrte Mergel- und Dolomitsteine des Muschelkalkes aufgeschlossen werden.

5.3.2 Haltepunkt Brigachtal-Kirchdorf (KB 2 und RS 2/1 – RS 2/4)

Bis in Tiefen von ca. 1,9 m unter Gelände finden sich künstliche Auffüllungen unterschiedlicher Ausbildung und Konsistenz. Bereichsweise sind Ziegel- und Kohlebröckchen eingelagert. Unter den Auffüllungen folgen quartäre Ablagerungen der Brigach. Bis in eine Tiefe von 4,0 m handelt es sich hierbei um Auelehme, stark zersetzte Torfe und Schwemmsande. Der stark organische, dunkelbraune Auelehm weist eine weiche Konsistenz auf und geht zur Tiefe kontinuierlich in einen Torf über. Schlagzahlen von bereichsweise < 3 Schläge/10 cm Eindringtiefe verdeutlichen die geringe Tragfähigkeit dieser Ablagerungen. Am Übergang zum unterlagernden Talkies findet sich eine ca. 0,3 m mächtige Schwemmsandlage, die vereinzelt Pflanzenreste aufweist und zur Tiefe zunehmend mit Kies durchsetzt ist. Bis in 8,2 m Tiefe finden sich beige-braune Talkiese, die bei wechselnden Schluffanteilen im wesentlichen aus gerundeten und kantengerundeten, heterogenen Komponenten bestehen und durch einen deutlichen Anstieg der Schlagzahlen innerhalb der

Rammsondierprofile erkennbar sind. Zwischen den einzelnen Komponenten besteht ein Korn-zu-Korn-Kontakt. Bis zur Endteufe der Bohrung in 9,0 m Tiefe konnte ein Hangschutt aufgeschlossen werden, der sich im wesentlichen durch das Fehlen gerundeter Komponenten sowie den Kalksteinkomponenten vom überlagernden Talkies unterscheidet.

5.3.3 Haltepunkt Brigachtal-Klengen (KB 3 und RS 3/1 – RS 3/3)

Die Mächtigkeit der oberflächennahen Auffüllung schwankt über die einzelnen Aufschlusspunkte sehr stark und reicht innerhalb der KB 3 bis 2,0 m unter Gelände. Hierbei handelt es sich um einen schluffig verbackenen Kies, der vereinzelt Holzreste, Glas, Gipsreste und Kohlebröckchen aufweist. Bis in eine Tiefe von 3,7 m folgt ein weicher Auelehm, der bereichsweise dünne torfige Lagen sowie Holzreste und Schneckenschalen aufweist. Unterhalb des Auelehms folgt ein rotbraun-brauner, schwach schluffiger Talkies, bestehend aus gerundeten und kantengerundeten, heterogenen Komponenten. Unterlagert wird der Talkies von braun-grauen und beige-braunen Hangschuttablagerungen, bestehend aus eckigen Kalksteinkomponenten mit lehmigen Zwischenfüllungen. Die Hangschuttablagerungen lagern unmittelbar stark verwitterten und stückig zerlegten, grauen Kalksteinen des Muschelkalks auf, die bis zur Endteufe der Bohrung aufgeschlossen wurden.

5.3.4 Haltepunkt Grüningen (KB 4 und RS 4/1 – RS 4/4)

Im Bereich des Haltepunktes Grüningen beginnt die Schichtenfolge zuoberst ebenfalls mit künstlichen Auffüllungen unterschiedlicher Mächtigkeit und Zusammensetzung. Innerhalb der KB 4, die im Überführungsbereich abgeteuft wurde, erreichen die Auffüllungen eine Mächtigkeit von 1,4 m. Oberflächennah handelt es sich um Gleisschotter, der mit Splitt vermengt ist. Zur Tiefe liegt ein stark verlehmt Kies vor, der vereinzelt eingelagerte Kohlebröckchen aufweist. Bis in eine Tiefe von 2,0 m folgt ein braun-dunkelbrauner Auelehm steif-halbester Konsistenz, der vereinzelt kohlige Pflanzenreste aufweist. Bereichsweise ist eine feine Lamination erkennbar. Unterlagert wird der Auelehm durch stark schluffige Hangschuttablagerungen aus eckigen und kantengerundeten Kalksteinkomponenten. Zwischen den einzelnen Grobkomponenten besteht zumeist ein Korn-zu-Korn-Kontakt. Die lehmige Matrix besitzt eine weiche Konsistenz. Ab 4,5 m Tiefe folgen bis zur Endteufe der Bohrung sehr heterogene Residualschluffe unterschiedlicher Färbung, Ausbildung und Konsistenz. Die Konsistenz dieser Ablagerungen reicht von weich-steif und steif bis steif-halbfest. Zumeist schwimmen einzelne Grobkomponenten (Kalksteine, Dolomite) in der lehmigen Matrix, ver-

einzelnt überwiegt jedoch der Grobanteil und die einzelnen Komponenten weisen einen Korn-zu-Korn-Kontakt auf.

6. Bodenverunreinigungen

Bei der Bohrkernaufnahme wurden die Bohrkernne der Kernbohrungen organoleptisch auf mögliche Untergrundverunreinigungen überprüft.

Mit Ausnahme der Kohlebröckchen innerhalb der künstlichen Auffüllungen im Bereich der Haltepunkte Brigachtal-Kirchdorf, Brigachtal-Klengen sowie Grüningen konnten sensorisch keine Auffälligkeiten festgestellt werden.

7. Hydrogeologische Situation

Um Aufschluss über die Grundwasserstände bzw. Grundwasserschwankungen im Bereich der einzelnen Haltepunkte zu erhalten, wurden die Kernbohrungen zu 2"-Grundwasserbeobachtungspegeln ausgebaut. Die Ausbaupläne wurden zusammen mit den jeweiligen Bohrkernaufnahmen in der Anlage 3 dargestellt. Um eventuell vorhandene jahreszeitliche Schwankungen zu erfassen, wurde die KB 4, die zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten kein Wasser aufwies, ebenfalls als 2"-Pegel ausgebaut.

Mit Ausnahme der KB 4 (Grüningen) wurde das Grundwasser in den Bohrungen im Bereich des Talkieses (KB 2, Brigachtal-Kirchdorf, und KB 3, Brigachtal-Klengen) bzw. innerhalb der stückig verwitterten Mergelsteinbänke des Muschelkalkes (KB 1) angebohrt.

Die überlagernden bindigen quartären Talablagerungen und die stark verlehmtten Hangschuttablagerungen weisen nur eine geringe Wasserwegsamkeit auf und wirken eher als Grundwasserstauer, wodurch gespannte Grundwasserverhältnisse auftreten können.

7.1 Grundwasserstände

An den neu eingerichteten Pegeln wurde bislang an einem Termin der Grundwasserstand gemessen. Folgende Tabelle zeigt die gemessenen Grundwasserstände:

	KB 1 (VS–Marbach-West)		KB 2 (Brigachtal-Kirchdorf)		KB 3 (Brigachtal-Klengen)		KB 4 (Grünungen)	
	m u. GOK	mNN	m u. GOK	mNN	m u. GOK	mNN	m u. GOK	mNN
06.07.02	3,16	692,59	1,94	688,53	1,63	687,74	2,55	683,44

7.2 Grundwasserbeprobungen

Am 06.07.02 wurden die Pegel durch einen Sachverständigen unseres Büros abgepumpt und beprobt. Die Proben wurden nach Erreichen der Leitfähigkeits-, pH- sowie Temperaturkonstanz bzw. nach mindestens 2-fachem Standwasseraustausch entnommen und lichtgeschützt sowie gekühlt verwahrt und transportiert. Die Probenentnahmeprotokolle dieser Beprobungen liegen als Anlage 6 bei.

7.3 Betonaggressivität

Die entnommenen Wasserproben wurden durch das priv. Institut für Chemische Analytik GmbH (Ichema) auf betonangreifende Inhaltsstoffe gemäß DIN 4030 untersucht. Die Einzelergebnisse dieser Analytik liegen als Anlage 11 bei.

Die Grundwasserproben sämtlicher Messstellen sind anhand der durchgeführten Untersuchungen nach DIN 4030 als nicht betonangreifend einzustufen.

8. Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Für Laboruntersuchungen wurden vom frischen Bodenmaterial aus den Bohrkernen insgesamt

16 Becherproben (BP)
sowie 14 Eimerproben (EP)

entnommen.

Zur Bestimmung der bodenmechanischen und bodenphysikalischen Eigenschaften der anstehenden Bodenschichten wurden an den entnommenen Proben folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

20 mal	Bestimmung des natürlichen Wassergehalts nach DIN 18121, Teil 1
5 mal	Bestimmung der Dichte nach DIN 18125, Teil 1
3 mal	Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
5 mal	Bestimmung der Kornverteilung durch Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN 18123
3 mal	Bestimmung des Steifemoduls nach DIN 18135
3 mal	Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128

Die Ergebnisse wurden in tabellarischer Darstellung als Anlage 7 diesem Gutachten beigelegt, die Anlage 8.1 bis 8.3 zeigt die Konsistenzgrenzenbestimmung, die Anlage 9.1 bis 9.5 die Kornsummenkurven der Sieb-/Schlämmversuche und die Anlage 10.1 bis 10.3 die Bestimmung des Last-Setzungsverhaltens im Ödometerversuch.

Aufgrund der Heterogenität der künstlichen Auffüllungen wurden an daran entnommenen Proben keine Laboruntersuchungen durchgeführt. Felsmechanische Laborversuche an den Gesteinen des Muschelkalkes wurden aufgrund des starken Verwitterungsgrades nicht ausgeführt.

Der Auelehm (Bodengruppe TA, ausgeprägt plastische Tone) kann entsprechend der ZTVE-StB 94 als gering bis mittel frostempfindlich eingestuft werden. Gemäß DIN 18196 ist dem Ton bei einer vernachlässigbar kleinen Durchlässigkeit eine aufgrund der ausgeprägten Plastizität sehr große Zusammendrückbarkeit zuzusprechen. Dies bestätigen insbesondere die im Bereich dreier Haltepunkte durchgeführten Last-Setzungs-Versuche. Im Lastintervall zwischen 200 kN/m² und 400 kN/m² ergaben sich Steifemoduli E_s lediglich zwischen ca. 2,3 MN/m² und ca. 4,8 MN/m². Mit einem Gehalt an organischen Beimengungen von 10,2 % bzw. 12,1 % ist der Auelehm bereichsweise gemäß DIN 1054 als organischer Boden (organischen Beimengungen von > 5 %) zu bezeichnen.

Nach den Ergebnissen der Laboruntersuchungen können der verlehmt Hangschutt und Talkies (Bodengruppe GU*, Kies-Schluff-Gemische) entsprechend der ZTVE-StB 94 als sehr frostempfindlich (Klasse F3) eingestuft werden. Nach DIN 18196 ist dem Kies-Schluff-Gemisch eine sehr geringe Zusammendrückbarkeit bei einer ebenfalls sehr geringen Durchlässigkeit zuzusprechen.

9. Bodenklassen

Die im Untersuchungsgebiet über die Aufschlusstiefe angetroffenen Schichten können für Erdarbeiten nach DIN 18300 und für Bohrarbeiten nach DIN 18301 folgenden Bodenklassen zugeordnet werden:

	Bodenklassen	
	nach DIN 18300 Erdarbeiten	nach DIN 18301 Bohrarbeiten
Auffüllung	3, 4	LN und LB
Auelehm	4, 5	LB
Torf	2	LO
Schwemmsand	3, 4	LN
Talkies / Hangschutt	3, 4	LN + S1, LB + S1
Residualschluff	4, 5	LB
Muschelkalk, verw. (Kalkstein, Dolomitstein, Mergelstein)	6, 7	FZ1 – FZ3

10. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach DIN V 1054/100 angenommen werden. Die charakteristischen Werte erhalten den Index „k“. Die Bodenkennwerte können den Berechnungskennwerten gleichgesetzt werden. Bei der Angabe zum Reibungswinkel und zur Kohäsion handelt es sich dabei um effektive Werte. Die

Bodenkennwerte sind auf Grundlage der durchgeführten Laboruntersuchungen und allgemeinen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden festgelegt worden.

	Wichte γ_k [kN/m³]	Wichte u. Auftrieb γ'_k [kN/m³]	Reibungs- winkel ϕ_k [°]	Kohäsion c_k [kN/m²]	Steifemodul E_s [MN/m²]
Auffüllung	18	-	27,5	0-5	15
Auelehm	17	7	17,5	20	2 - 5
Torf	10	1	22,5	0,5	0,5 - 1
Schwemmsand	18	9	30	0	5
Hangschutt	20	11	32,5	5	30
Talkies	20	11	32,5	0 - 5	80
Residualschluff	21	11	22,5	10	15
Muschelkalk, verw. (Kalkstein, Dolomitstein, Mergelstein)	22	12	27,5	20	100

11. Gründung

Die planmäßigen Gründungsniveaus der ca. 2,5 m breiten Bahnsteige soll frostfrei, 1,0 m unter derzeitiger Geländeoberkante zu liegen kommen. Aufgrund des festgestellten heterogenen, bereichsweise sehr gering tragfähigen Bodens bis ca. 1 m - 3 m unterhalb des geplanten Gründungsniveaus, kann keine Flachgründung ohne Bodenverbesserungs- oder Bodenaustauschmaßnahmen ausgeführt werden. Alternativ kann eine Tiefgründung der Bauwerkslasten ausgeführt werden.

In nachfolgender Tabelle wurde für die einzelnen Haltepunkte bzw. Bahnsteige die jeweilige Oberkante des gründungsfähigen Horizontes an den Aufschlusspunkten zusammengestellt:

Haltepunkt	Bahnsteig	Gründungsfähiger Horizont	
		OK in mNN	Bodenart
VS-Marbach-West	Nord	692,6 – 692,9	Hangschutt
	Süd	691,4 – 691,7	Hangschutt
Brigachtal-Kirchdorf	Nord	687,6 – 688,2	Talkies
	Süd	687,0 – 687,4	Talkies
Brigachtal-Klengen	Ost	686,1	Talkies
	West	685,7	Talkies
Grünungen	Nord	683,2 – 683,4	Hangschutt
	Süd	682,3 – 683,0	Hangschutt

Das bauliche Konzept zum Haltestellenbauwerk steht noch nicht fest. Zur Verringerung von Bauwerkslasten und damit auch Bauwerkssetzungen, sind Hohlkastensysteme einer flächigen Verfüllung des Bahnsteiges vorzuziehen. In diesem Fall werden Wandscheiben entlang der Bahnsteigaußenkanten und eine Betondecke als Rahmentragwerk hergestellt. Bei Verwendung von Fertigteilen, wie z.B. L-Steinen sind diese auf einem durchgehenden Fundamentbalken oder Gurt aufzulagern. Die Wandscheiben bzw. der Fundamentbalken sind punktuell in den tragfähigen Schichten zu gründen. Hierzu können z.B. Betonplomben, Sand-Zementsäulen oder Rammpfähle ausgeführt werden.

Die Wandscheiben bzw. die Fundamentbalken bewirken durch deren durchlaufende Ausbildung und Steifigkeit eine Versteifigung der Bauwerkssetzungen, die bei unterschiedlichen Bodensteifigkeiten unter der Gründungssohle auftreten können. Die Ausbildung von Einzelfundamenten ist zu vermeiden.

Bei einer Plattengründung oder einer flächigen Aufschüttung sind, ausgehend von der angegebenen flächigen Belastung von 40 kN/m², Setzungen in der Größenordnung zwischen 2 cm und 4 cm zu erwarten. Ohne Bodenverbesserungen unter der Platte bzw. Schüttung, beispielsweise mit Sand-Zementsäulen wird eine Flächengründung nicht empfohlen.

Die für die Gründung der Bahnsteige angesprochenen Gründungsvarianten sind nachfolgend näher beschrieben.

11.1 Flachgründung mit Betonplomben

Bei diesem Verfahren werden die Bauwerkslasten über die Wandscheiben bzw. Fundamentbalken punktuell mit Betonplomben in den tragfähigen Baugrund geführt. Der Bodenaustausch ist in den Abschnitten mit geringer Konsistenz oder bei Wasserezutritt unter Einsatz einer Verrohrung die parallel zum Aushub eingetrieben wird, auszuführen. Die Herstellung kann z. B. mittels gegreiferten Säulen mit Stahlhilfsverrohrung erfolgen. Ein Volumendefizit und damit Setzungen im angrenzenden Baugrund können dadurch verhindert werden.

Die Betonplomben sind bis in die tragfähigen Bodenschichten zu führen. Die oben aufgelisteten Horizonte gelten als Anhaltswerte, im Zuge der Arbeiten ist eine Gründungssohlabnahme durch den Baugrundgutachter erforderlich.

Die Betonplomben sind bei geringen Bodenaustauschmächtigkeiten unter 2 m wirtschaftlich herzustellen. Mit dem beschriebenen Verfahren über rundgegreiferte, gestützte Gruben, ist eine wirtschaftliche Herstellung auch bis zur erforderlichen Tiefenlage von ca. 4 m unter Gelände möglich.

Es ist zu beachten, dass bei diesem Verfahren Aushubmaterial entsorgt bzw. verwertet werden muss. Erschütterungen werden bei diesem Verfahren nicht erwartet.

Als zulässige Bodenpressung werden für die Bahnsteige und in Abhängigkeit des Gründungshorizontes zugelassen:

VS – Marbach-West	Hangschutt	zul $\sigma \leq 250 \text{ kN/m}^2$
Brigachtal-Kirchdorf	Talkies	zul $\sigma \leq 350 \text{ kN/m}^2$
Brigachtal-Klengen	Talkies	zul $\sigma \leq 300 \text{ kN/m}^2$
Grünungen	Hangschutt	zul $\sigma \leq 200 \text{ kN/m}^2$

Der Mindestaufstandsfläche der Plomben wird mit 1 m^2 festgelegt. Die Setzungen werden mit ca. 1 cm abgeschätzt. Nach Festlegung der Baukonzeption wird die Durchführung einer Setzungsbe-rechnung unter Berücksichtigung der tatsächlichen Lasten bzw. Bodenpressungen empfohlen.

11.2 Tiefgründung über duktile Rammpfähle bzw. Betonrammpfähle

Als weitere Gründungsvariante ist die Gründung über duktile Rammpfähle bzw. Betonrammpfähle zu nennen. Hierbei werden vorgefertigte Pfähle auf die Baustelle geliefert und mittels Bagger / Mäklär in den Untergrund eingebracht. Sollten Rammhindernisse im Bereich der Auffüllung vorhanden sein (grober Gleisschotter o.ä.) kann eine Vorschachtung erforderlich werden.

Bei diesen Verfahren werden die Bauteile bis zum Erreichen einer definierten Rammformel eingebracht, so dass die planmäßige Tragfähigkeit in jedem Fall erreicht ist. Geringer tragfähige Zonen unter den Pfählen werden erkannt und durch das weitere Einbringen der Pfähle überbrückt. Mit diesen Verfahren werden die geringsten Setzungen am Bauwerk erreicht.

Der Vorteil dieser beiden Verfahren liegt darin, dass kein Aushubmaterial anfällt, welches gesondert entsorgt werden muss.

Nachteilig können sich die beim Rammen auftretenden Erschütterungen auf den Baugrund und damit auch auf die vorhandene Gleistrasse auswirken. Es werden daher begleitende Erschütterungsmessungen empfohlen.

Zur Festlegung der notwendigen Pfahllängen werden Proberammungen im Vorfeld der Maßnahme, insbesondere bei der Verwendung von Fertigteilpfählen, empfohlen. Parallel zu den Proberammungen können dann auch die Erschütterungsauswirkungen geprüft werden.

11.3 Gründung auf Sand- Zementsäulen (CSV- Bodenstabilisierung)

Beim Coplan-Stabilisierungs-Verfahren (CSV) wird ein Gemisch aus Sand und Zement im Verdrängungsverfahren in den zu verbessernden Boden eingebracht. Das erforderliche Säulenraster wird durch die ausführende Firma den Bauwerkslasten angepasst. Zur Überprüfung der Stabilisierungselemente werden Probelastungen durchgeführt und mit den Bauwerksanforderungen verglichen. Die innere Tragfähigkeit einer Säule beträgt etwa 50 kN. Die Sand-Zement-Säulen sind damit mindestens bis in die oben angegebenen tragfähigen Horizonte zu führen.

Mit diesem Verfahren kann eine linienförmige Verbesserung unter den Wandscheiben bzw. Fundamentbalken und auch eine flächige Verbesserung unter einer Plattengründung oder Schüttung

hergestellt werden. Bei Schüttungen ist zur Lastverteilung über den Säulen eine lastverteilende Tragschicht von mindestens 0,5 m notwendig.

Erschütterungen aus der Herstellung der Säulen treten bei diesem Verfahren nicht auf. Das Verfahren ist bei Verbesserungsmächtigkeiten unter ca. 2 m allerdings unwirtschaftlich.

12. Schlussbemerkungen

Der beschriebene Bodenaustausch bzw. die Bodenverbesserung ist auf die Baukonstruktion abzustimmen. Die geplante Ausführung sollte mit dem Baugrundgutachter abgestimmt werden.

Im Zuge der Ausführung sind die Gründungssohlen vom Baugrundgutachter abnehmen zu lassen.

Durch die Einbindung des Bodenaustausches bzw. der Bodenverbesserungen in das Grundwasser, ist bei dieser Ausführung eine Bohr- bzw. Grabanzeige beim Landratsamt zu stellen.

Die Ausführungen im Gutachten beruhen auf punktuell durchgeführten Aufschlüssen. Treten von den beschriebenen Baugrund- oder Grundwasserverhältnissen wesentliche Abweichungen auf, ist in jedem Fall der Gutachter zu informieren.

Ihr Ansprechpartner vor Ort ist Herr Dipl.-Ing.(FH) A. Förster in unserer Vertretung Schwarzwald-Baar in Villingen-Schwenningen (Tel. 07720 / 95 86 86).

(im Entwurf gezeichnet)

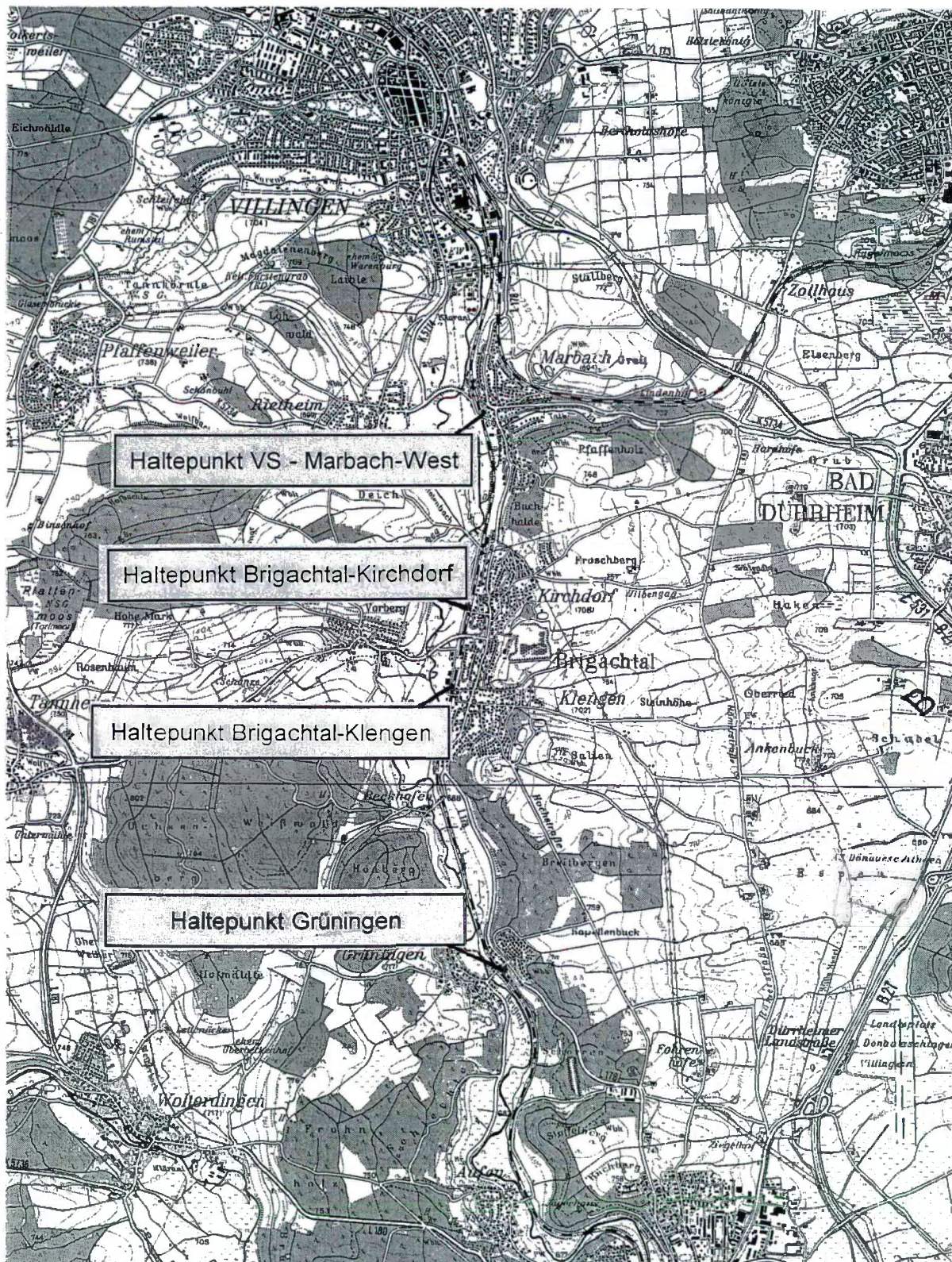
.....
Dipl.-Ing. (FH) Achim Förster
(Projektbearbeitung Bautechnik)

.....
Dipl.-Geol. Gesine Wilschko
(Projektbearbeitung Geologie)

Übersichtslageplan

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar - Heuberg, Stationen Villingen-Grüningen



M 1 : 50.000

bearb. *75* gepr. *ki* ges. *15*

Steinwiesestraße 250b



LEGENDE

- RS = Rammsondierung
- ⊙ KB = Kernbohrung
- = gepl. Bahnsteig

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

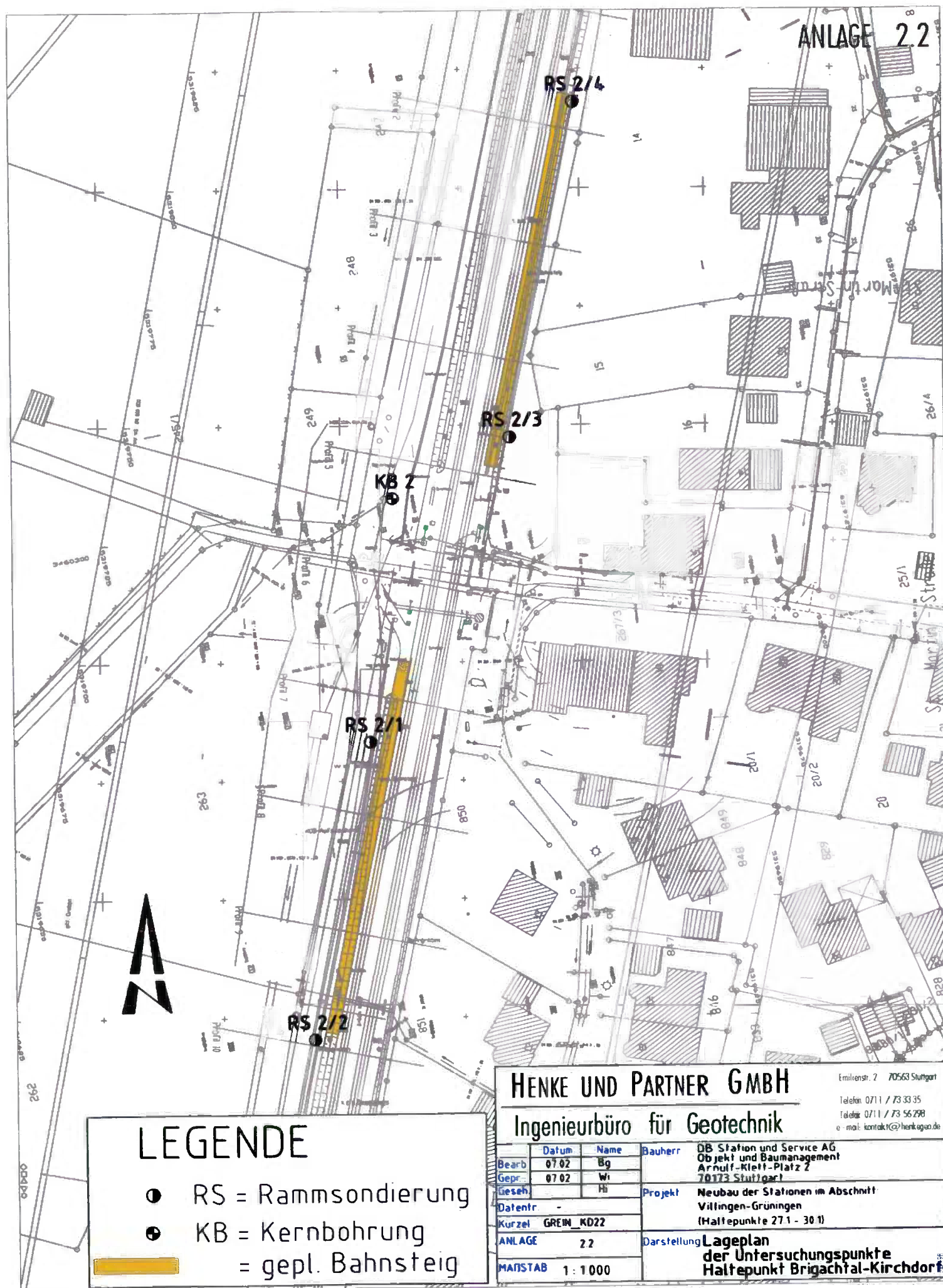
Emilienstr. 2 70563 Stuttgart

Telefon 0711 / 73 33 35

Telefax 0711 / 73 56 29 8

e-mail: kontakt@henke-partner.de

Bearb.	07.02	Bg	Bauherr	DB Station und Service AG Objekt und Baumanagement Arnulf-Klett-Platz 2 70173 Stuttgart
Gepr.	07.02	Wi		
Geseh.		Hi	Projekt	Neubau der Stationen im Abschnitt Villingen-Grünningen (Haltepunkte 27.1 - 30.1)
Datentr.				
Kurzel	GREIN MB21			
ANLAGE	2.1		Darstellung	Lageplan der Untersuchungspunkte Haltepunkt VS-Marbach-West
MARSTAB	1:1000			



LEGENDE

- RS = Rammsondierung
- KB = Kernbohrung
- = gepl. Bahnsteig

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

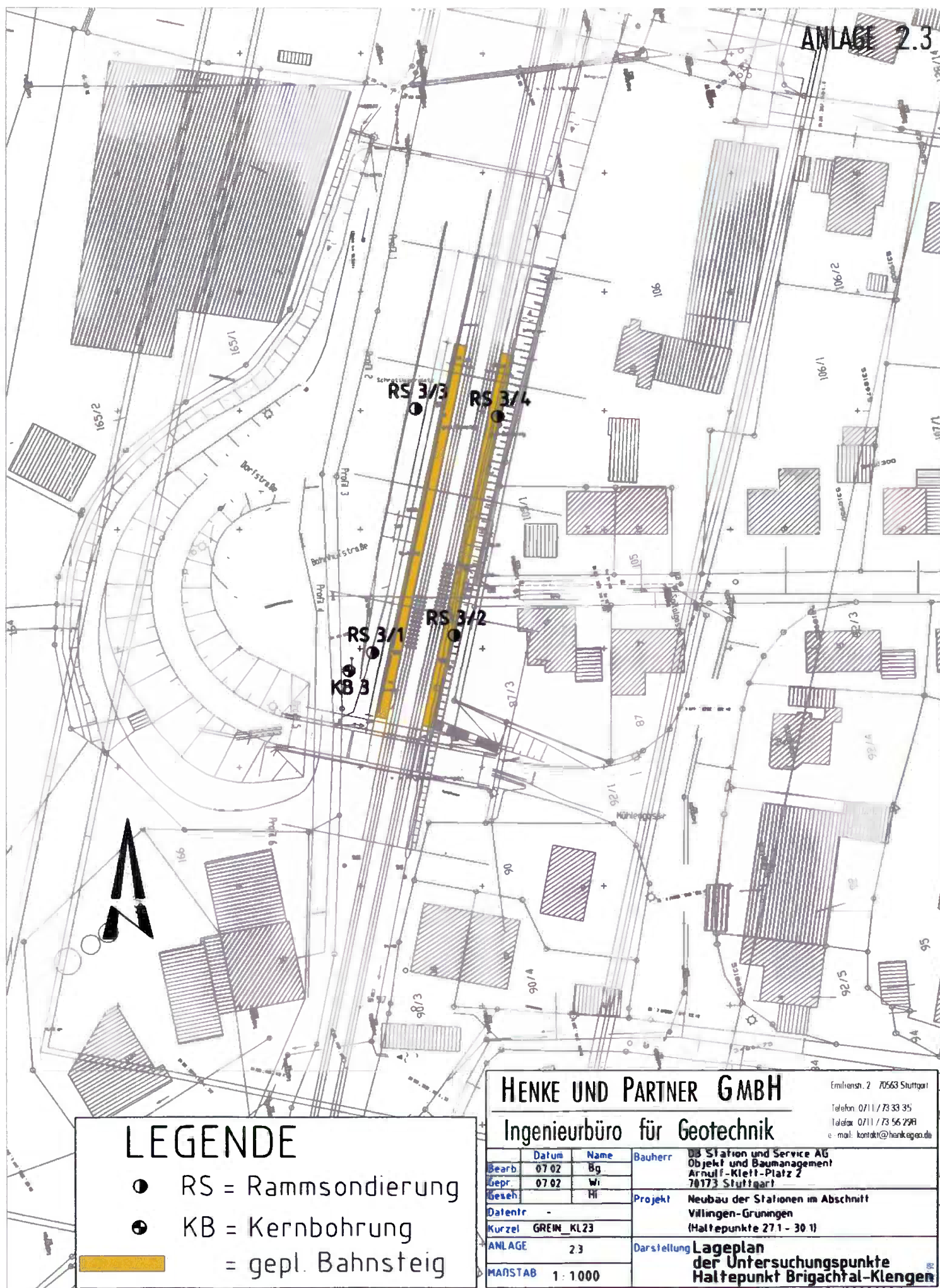
Emitlenstr. 2 70563 Stuttgart

Telefon: 0711 / 73 33 35

Telefax: 0711 / 73 56 798

e-mail: kontakt@henkegeo.de

Bearb.	Datum	Name	Bauherr	DB Station und Service AG
Gepr.	07.02.	Bg	Objekt- und Baumanagement	
Gespr.	07.02.	Wi	Arnulf-Klett-Platz 2	
		Hi	70173 Stuttgart	
Datentr.	-		Projekt	Neubau der Stationen im Abschnitt
Kurzel	GREM_KD22			Villingen-Grünigen
ANLAGE	2.2			(Haltepunkte 27.1 - 30.1)
MAßSTAB	1 : 1000		Darstellung	Lageplan
				der Untersuchungspunkte
				Haltepunkt Brigachtal-Kirchdorf



LEGENDE

- RS = Rammsondierung
- ⊙ KB = Kernbohrung
- = gepl. Bahnsteig

HENKE UND PARTNER GMBH

Emilienstr. 2 70563 Stuttgart

Telefon 0711 / 73 33 35

Telefax 0711 / 73 56 298

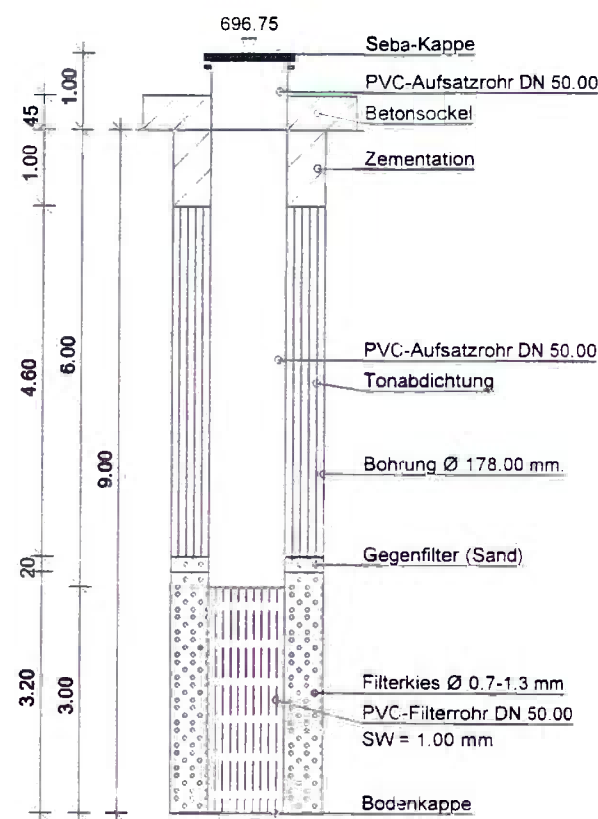
e-mail: kontakt@henkegeo.de

Ingenieurbüro für Geotechnik

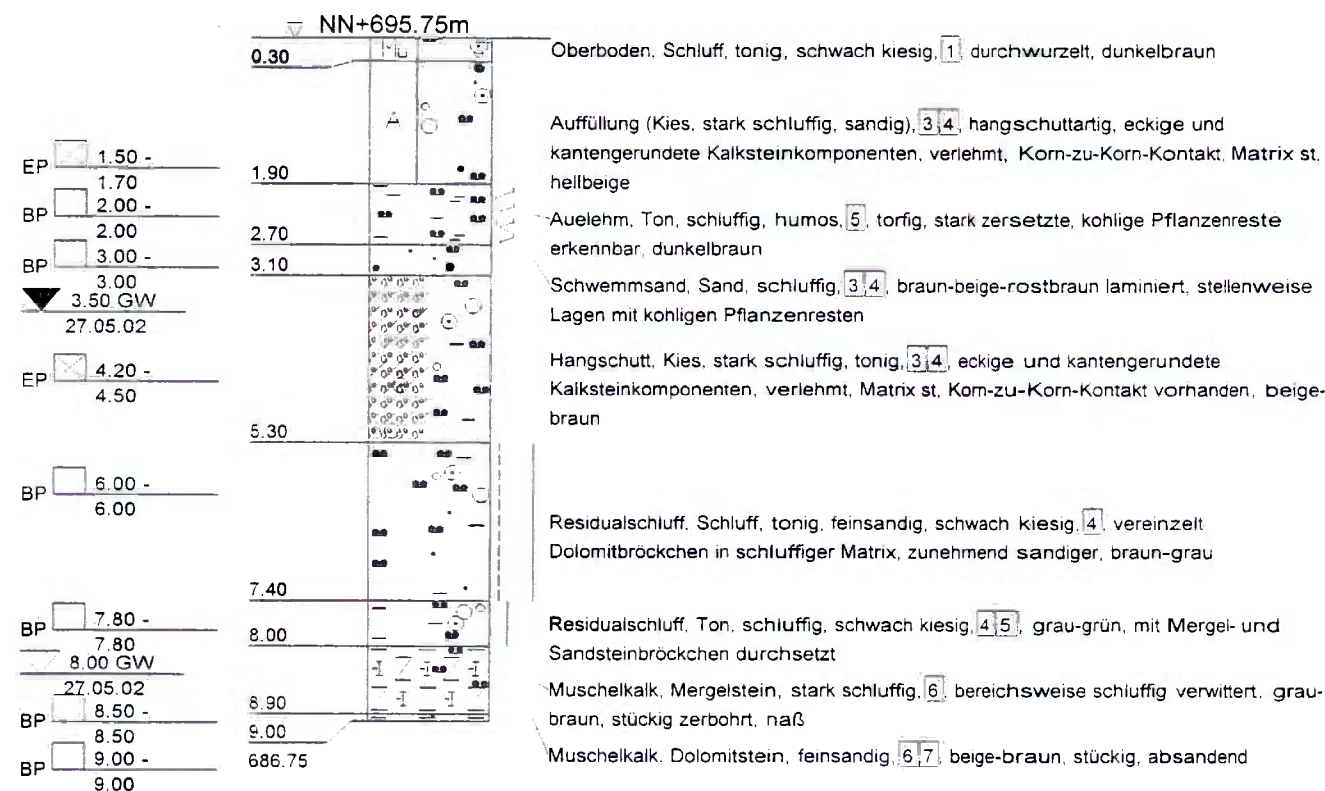
Bearb.	Datum	Name	Bauherr
Gepr.	07.02	Bg	DB Station und Service AG
Geach.	07.02	Wi	Objekt und Baumanagement
		Hi	Arnulf-Klett-Platz 2
Datenr.			70173 Stuttgart
Kurzel	GREIN_KL23		Projekt
ANLAGE	23		Neubau der Stationen im Abschnitt
MANSTAB	1 : 1000		Villingen-Gruningen
			(Haltepunkte 27.1 - 30.1)
			Darstellung
			Lageplan
			der Untersuchungspunkte
			Haltepunkt Brigachthal-Klengen



Pegelausbau



KB 1



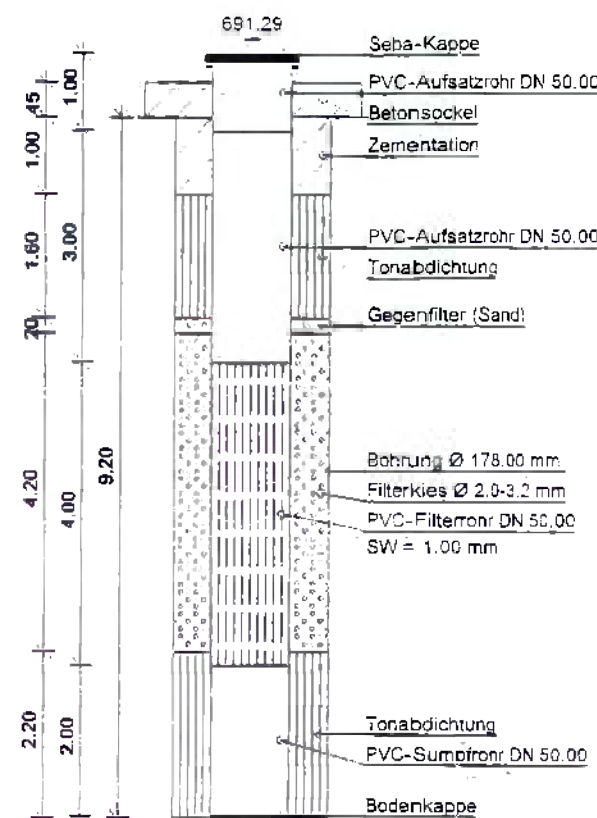
Bauvorhaben:
Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grüningen

Planbezeichnung:
Kernbohrung KB 1 (Marbach)
und Pegelausbauzeichnung

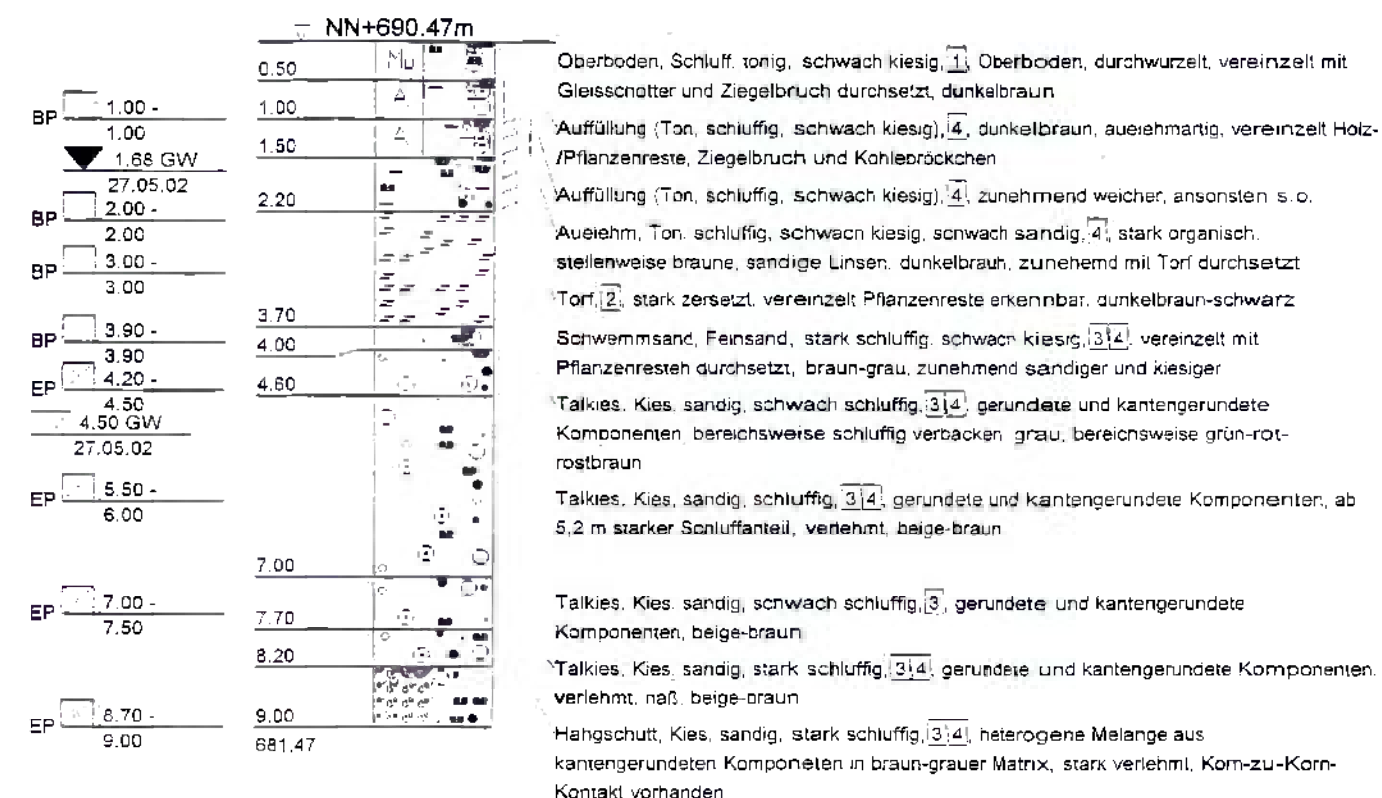
Plan-Nr:	GREINKB1	Maßstab:	1:100
Bearbeiter:	Wi	Datum:	27.05.2002
Gezeichnet:	Wi		
Geändert:			
Gesehen:			
Projekt-Nr:	GREIN		

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Emilienstraße 2
70563 Stuttgart
Tel.: 0711 / 73 33 35
Fax: 0711 / 73 56 298

Pegelausbau



KB 2



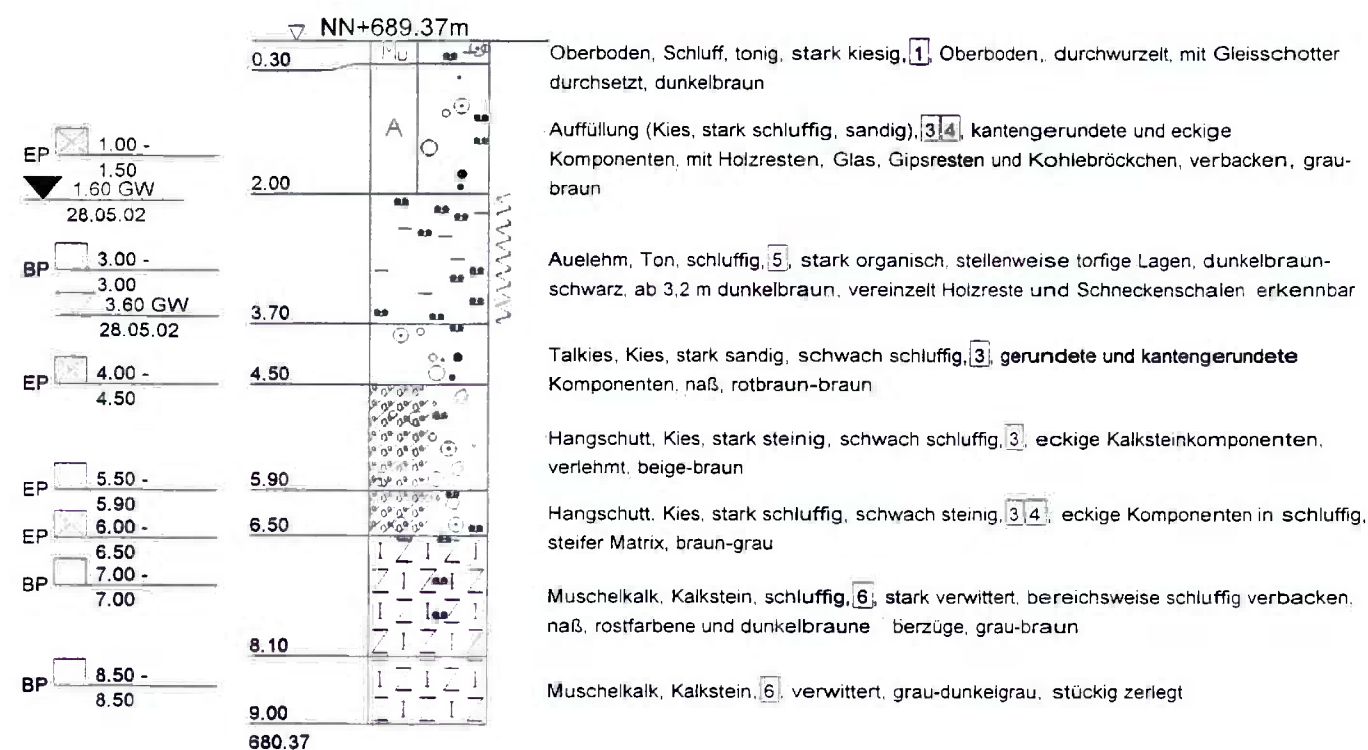
Bauvorhaben:
Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grüningen

Planbezeichnung:
Kernbohrung KB 2 (Kirchdorf)
und Pegelausbauzeichnung

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Emilienstraße 2
70563 Stuttgart
Tel.: 0711 / 73 33 35
Fax: 0711 / 73 56 298

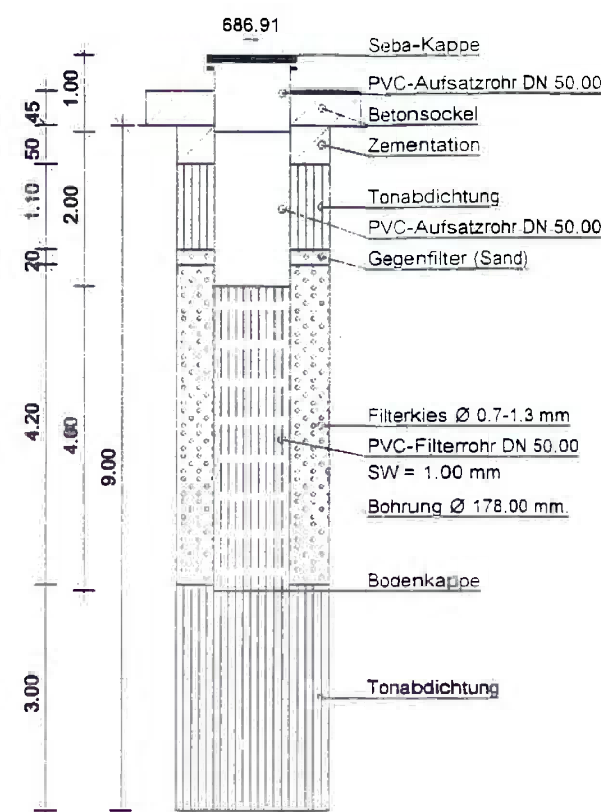
Maßstab:	1:100
Bearbeiter:	Wi
Gezeichnet:	Wi
Datum:	27.05.20
Geändert:	
Gesehen:	<i>id</i>
Projekt-Nr.:	GREIN

KB 3

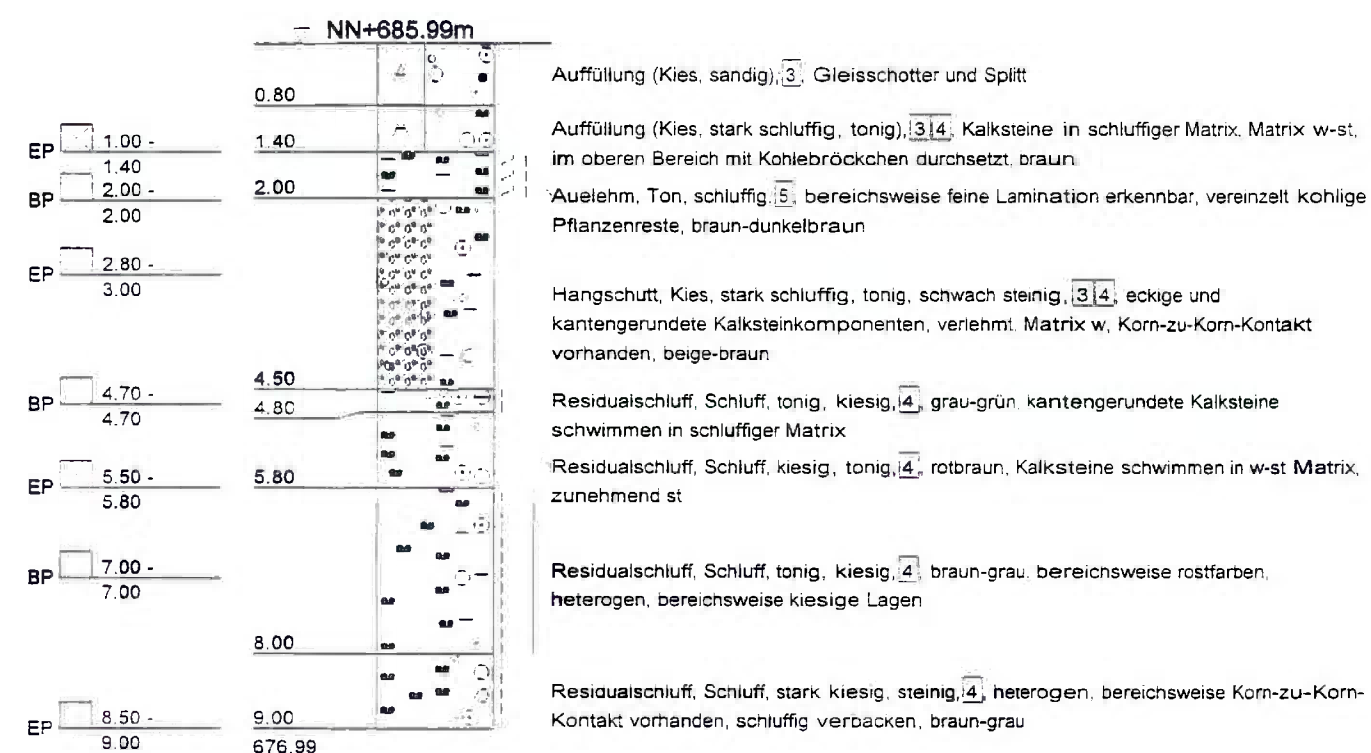


Maßstab:	1:100	
Bearbeiter:	Wi	Datum:
Gezeichnet:	Wi	28.05.200
Geändert:		
Gesehen:	15	
Projekt-Nr:	GREIN	

Pegelausbau



KB 4



Bauvorhaben:
Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grüningen

Planbezeichnung:
Kernbohrung KB 4 (Grüningen)
und Pegelausbauzeichnung

Plan-Nr.: GREINKB4
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Emilienstraße 2
70563 Stuttgart
Tel.: 0711 / 73 33 35
Fax: 0711 / 73 56 298

Maßstab: 1:100
Bearbeiter: Wi
Gezeichnet: Wi
Geändert:
Gesehen: 1A
Projekt-Nr.: GREIN
Datum: 28.05.2000

Zeichenerklärung (DIN 4023)

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Bodenarten

Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Steine	steinig	X x	
Kies	kiesig	G g	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Ton	tonig	T t	
Humus, Torf	humos, torfig	H h	
Mergel	mergelig	Mg mg	
Auffüllung		A	

Felsarten

Fels allgemein	Z	
Fels verwittert	Zv	
Brekzie, Konglomerat	Gst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Kalkstein	Kst	
Mergelstein	Mst	
Granit, Gneis	Ma	

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Nebenanteile

t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
g	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

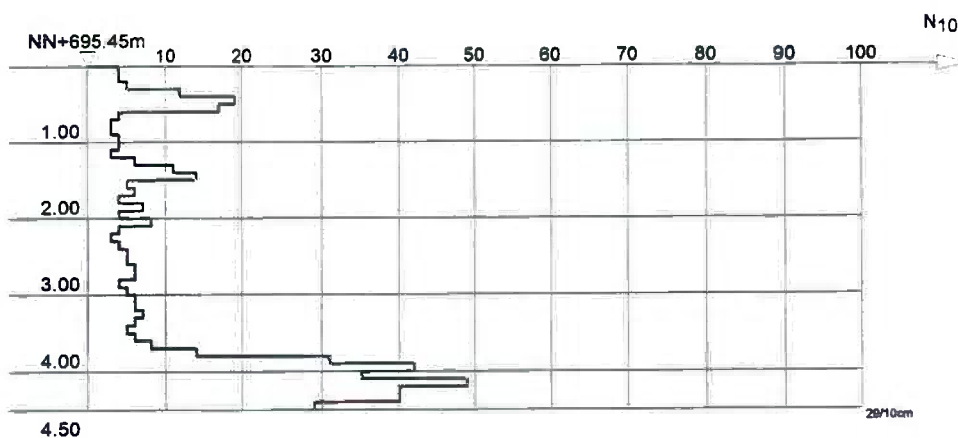
Konsistenz

	flüssig		halbfest
	breiig		fest
	weich		klüftig
	steif		stark klüftig, brüchig

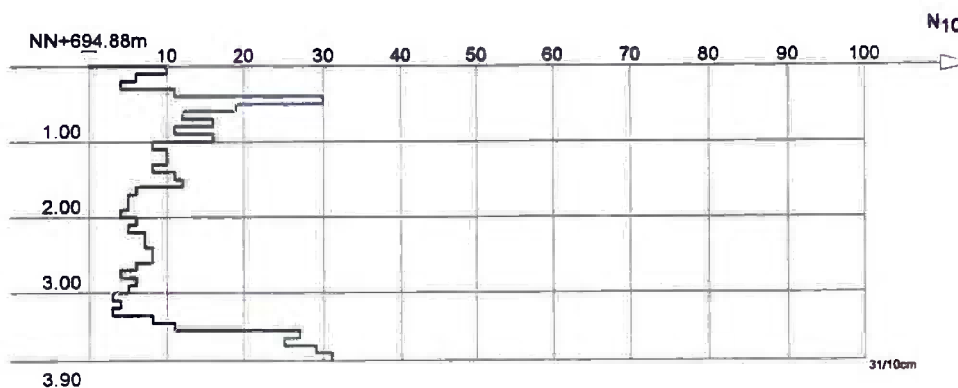
Probenentnahmen und Grundwasser

BP		Becherprobe
EP		Eimerprobe
UP		ungestörte Probe
		Grundwasser angebohrt
		Grundwasser nach Bohrende
		Ruhewasserstand
k. GW		kein Grundwasser

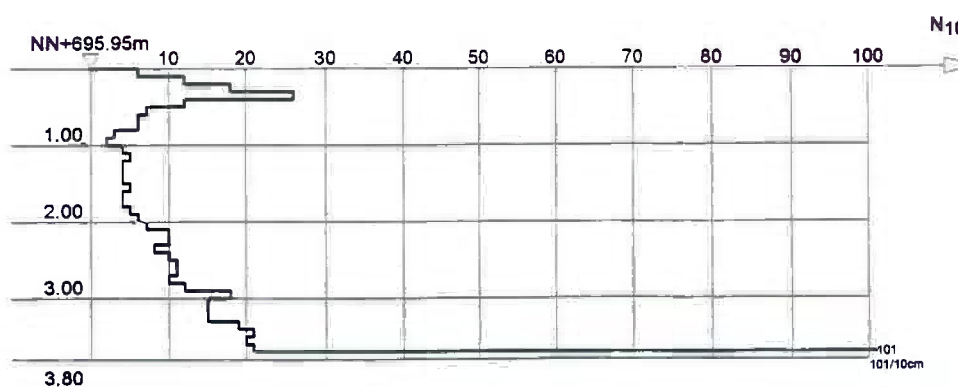
RS 1/1



RS 1/2



RS 1/3



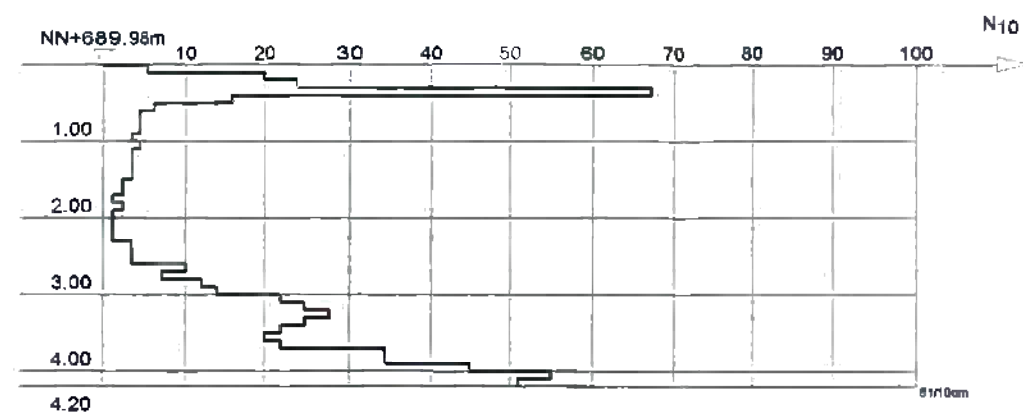
Bauvorhaben:
Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grüningen

Planbezeichnung:
Rammsondierungen RS 1/1 - RS 1/3
(Marbach)

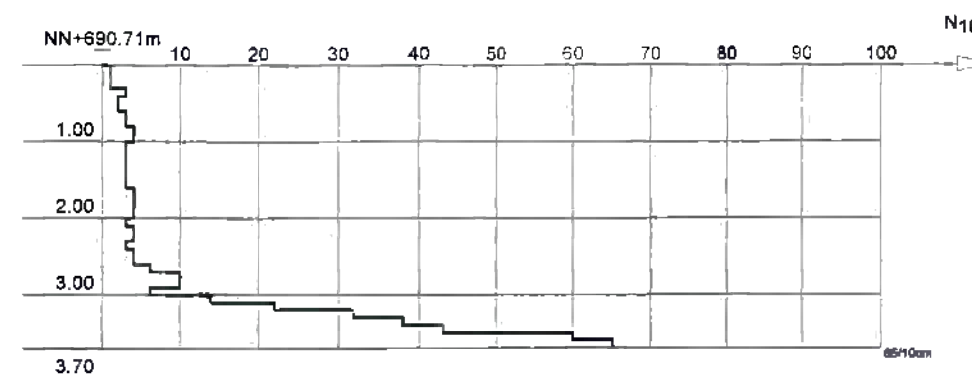
Plan-Nr.: GREIN
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Emilienstraße 2
70563 Stuttgart
Tel.: 0711 / 73 33 35
Fax: 0711 / 73 56 298

Plan-Nr.: 10100
Bearbeiter: afoe
Gezeichnet: WI
Datum: 29.05.02
Geändert:
Gesehen: *IK*
Projekt-Nr.: GREIN

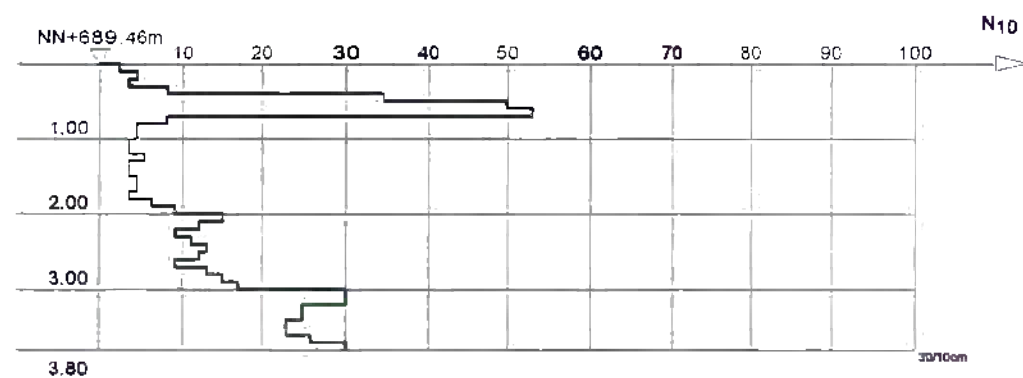
RS 2/1



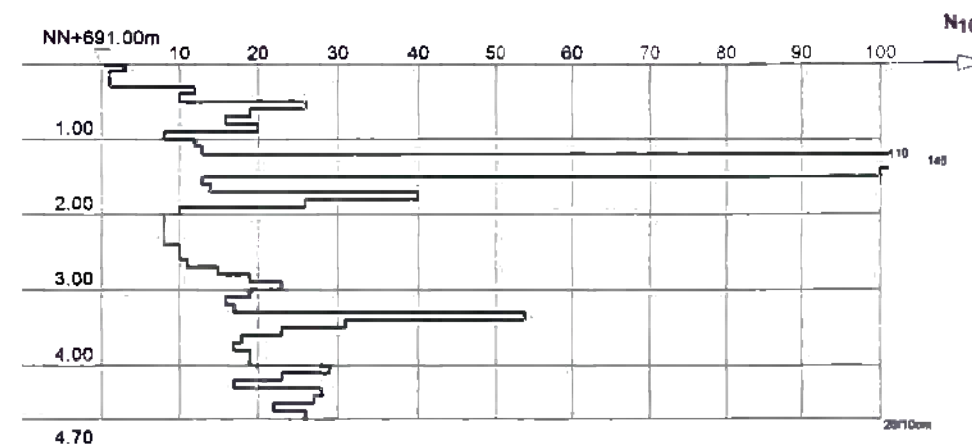
RS 2/3



RS 2/2



RS 2/4



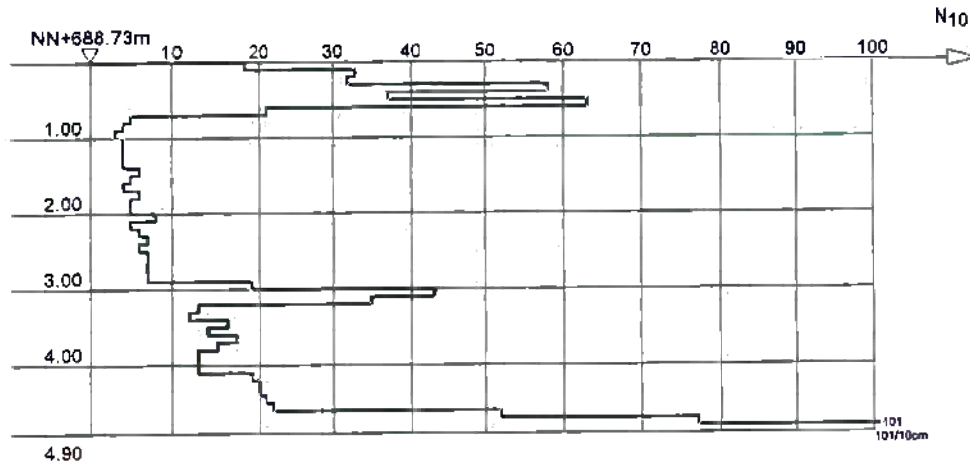
Bauvorhaben:
Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grünungen

Planbezeichnung:
Rammsondierungen RS 2/1 - RS 2/4
(Kirchdorf)

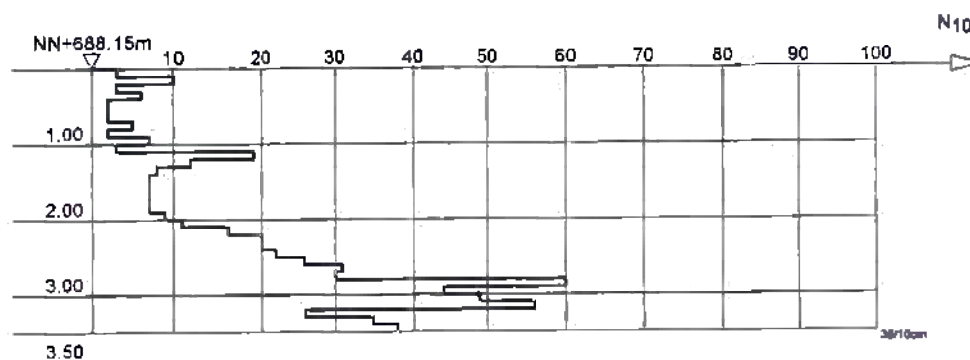
Plan-Nr.: GREINRS2
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Emilienstraße 2
70563 Stuttgart
Tel. 0711 / 73 33 35
Fax: 0711 / 73 56 298

Maßstab: 1:100
Bearbeiter: afm
Gezeichnet: Wi
Geändert:
Gesehen: *HS*
Datum: 20.05.02
Projekt-Nr.: GREIN

RS 3/1



RS 3/2



RS 3/4



RS 3/3 4-mal angesetzt;
nicht rammbaar

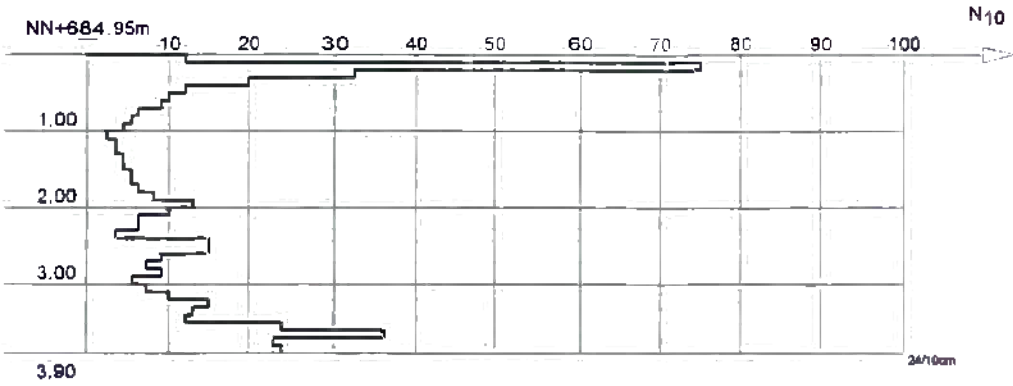
Bauvorhaben:
Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grüningen

Planbezeichnung:
Rammsondierungen RS 3/1, RS 3/2 und RS 3/4
(Klengen)

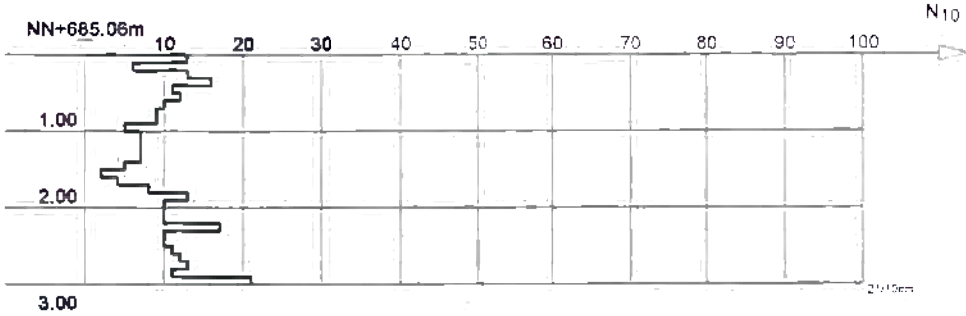
Plan-Nr.: GREINRS3
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Emilienstraße 2
70563 Stuttgart
Tel.: 0711 / 73 33 35
Fax: 0711 / 73 56 296

Maßstab:	1:100	Datum:	28.05.02
Bearbeiter:	afos	Gezeichnet:	Wj
Geändert:		Gesehen:	IK
Projekt-Nr.:	GREIN		

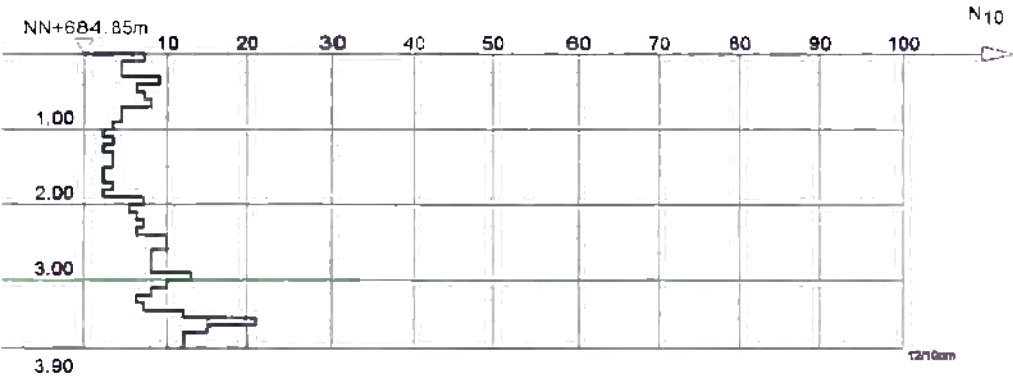
RS 4/1



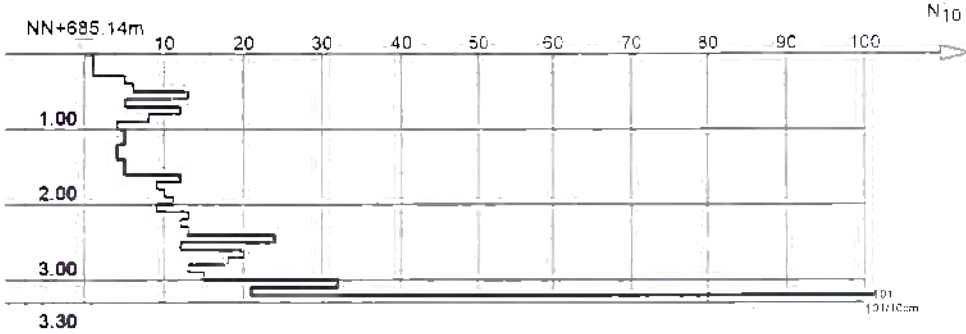
RS 4/3



RS 4/2



RS 4/4

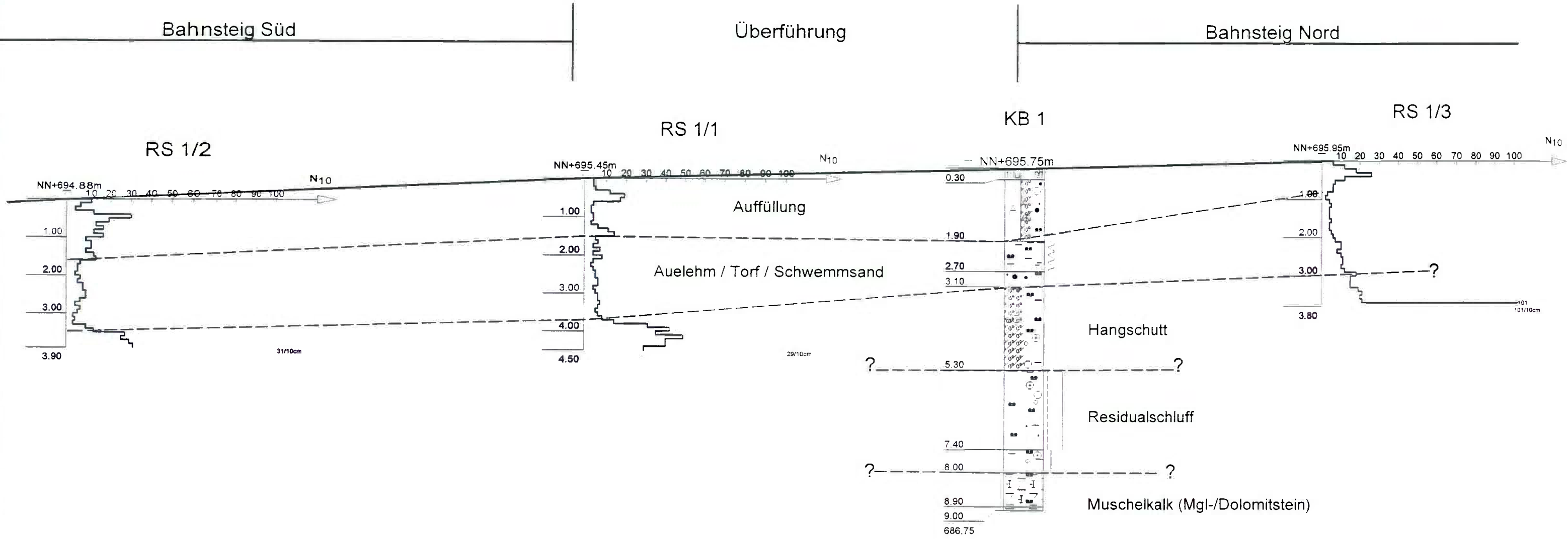


Bauvorhaben:
Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grüningen

Planbezeichnung:
Rammsondierungen RS 4/1 - RS 4/4
(Grüningen)

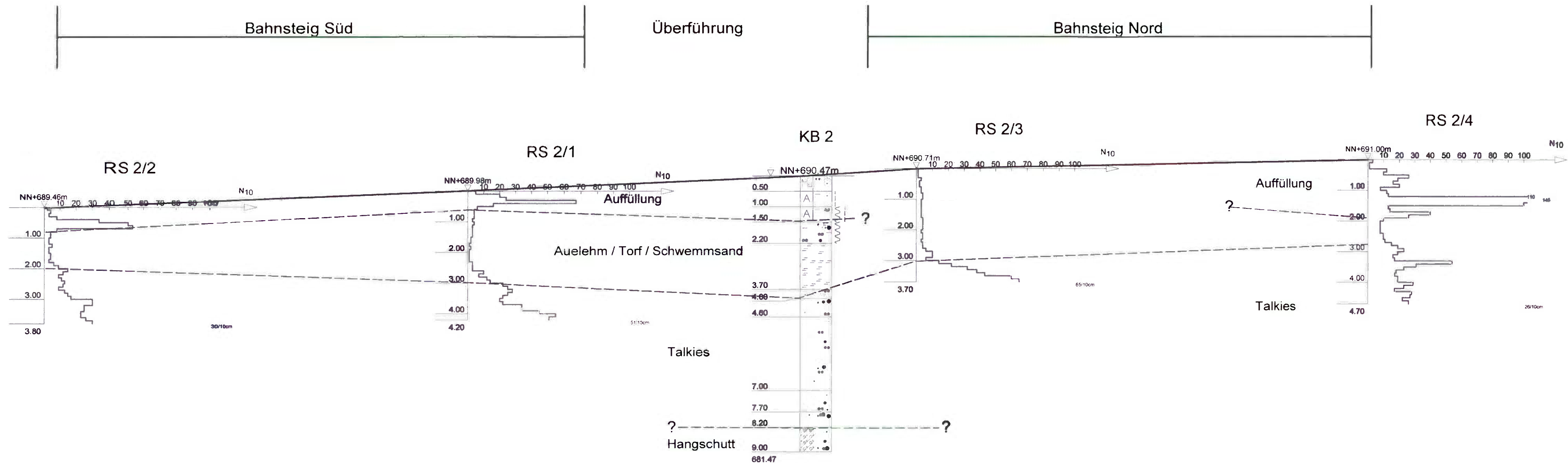
Plan-Nr.: GREINRS4
HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
Emilienstraße 2
70563 Stuttgart
Tel.: 0711 / 73 33 35
Fax: 0711 / 73 56 298

Maßstab: 1:100
Bearbeiter: alce
Gezeichnet: WI
Geändert:
Gesehen: *h*
Datum: 28.05.02
Projekt-Nr.: GREIN



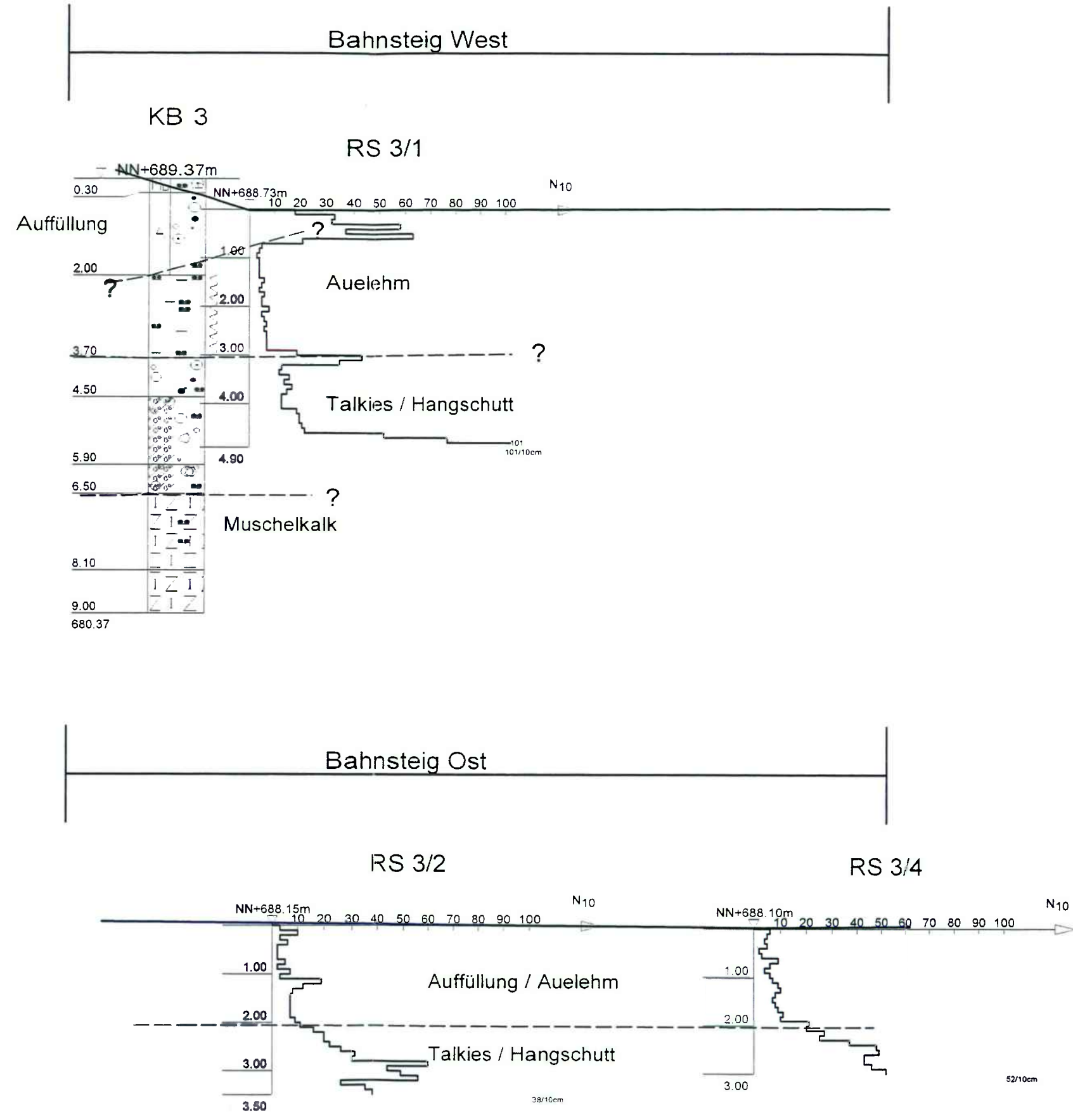
gründungsfähiger Horizont = OK Hangschutt

Bauvorhaben: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grüningen		
Planbezeichnung: Profilschnitt 1 (Haltepunkt Marbach)		
Plan-Nr.: GREINPS1	Maßstab: L 1:500/H 1:100	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Wi	Datum: 07/02
	Gezeichnet: Wi	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr.: GREIN	



gründungsfähiger Horizont = OK Talkies

Bauvorhaben: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grüningen		
Planbezeichnung: Profilschnitt 2 (Haltepunkt Kirchdorf)		
Plan-Nr.: GREIN-PS2	Maßstab: L1:500/H1:100	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel. 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: WI	Datum: 07/02
	Gezeichnet: WI	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr.: GREIN	

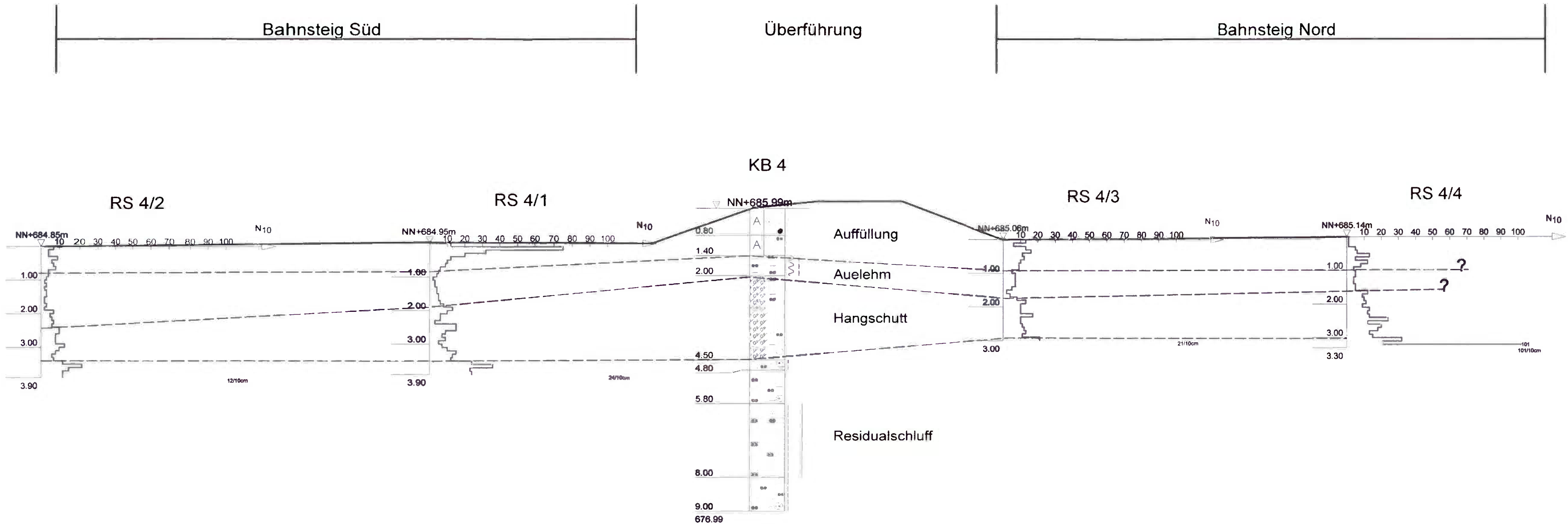


gründungsfähiger Horizont = OK Talkies

Bauvorhaben:
Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grüningen

Planbezeichnung:
Profilschnitte 3/1 (Bahnsteig West)
3/2 (Bahnsteig Ost), Haltepunkt Klengen

Plan-Nr.: GREINPS3	Maßstab: L1:500/H1:100
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Wi Gezeichnet: Wi Geändert: Gesehen: Projekt-Nr.: GREIN
	Datum: 07/02



gründungsfähiger Horizont = OK Hangschutt

Bauvorhaben: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stat. Villingen-Grüningen		
Planbezeichnung: Profilschnitt 4 (Haltepunkt Grüningen)		
Plan-Nr:	GREINPS4	Maßstab: L1:500/H1:100
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 73 33 35 Fax: 0711 / 73 56 298		Datum: 07/02
Geändert:		
Gesehen:		
Projekt-Nr:		GREIN

Einzelentnahmeprotokoll-Wasserproben

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stationen Abschnitt Villingen-Grünigen

Wetter: bewölkt

Datum: 06.07.2002

Meßstellenbezeichnung: KB 2 (Kirchdorf)

Pegeltiefe: 9,0 m (bzw. 10,0m) Filterstrecke: 4,0 m

Pumpentyp: Comet-Pumpe

Bezugspunkt:	POK	Höhe Bezugspunkt:	691,29 m ü. NN
--------------	-----	-------------------	----------------

Ruhewasserspiegel:	2,76 m u. B.P.	Einbautiefe Pumpe:	7,0 m u. B.P.
--------------------	----------------	--------------------	---------------

[illegible]

Bemerkungen/Auffälligkeiten:

Probennehmer: Dipl.-Ing. (FH) Achim Förster

Einzelentnahmeprotokoll-Wasserproben

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stationen Abschnitt Villingen-Grüningen

Wetter: bewölkt

Datum: 06.07.2002

Meßstellenbezeichnung: **KB 3 (Klengen)**

Pegeltiefe:	8,0 m (bzw. 9,0 m)	Filterstrecke:	2,0 m
-------------	--------------------	----------------	-------

Pumpentyp: Comet-Pumpe

Bezugspunkt:	POK	Höhe Bezugspunkt:	690,36 m ü. NN
--------------	-----	-------------------	----------------

Ruhewasserspiegel:	2,62 m u. B.P.	Einbautiefe Pumpe:	5,0 m u. B.P.
--------------------	----------------	--------------------	---------------

[illegible]

Bemerkungen/Auffälligkeiten:

Probennehmer: Dipl.-Ing. (FH) Achim Förster

Einzelentnahmeprotokoll-Wasserproben

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stationen Abschnitt Villingen-Grünigen

Wetter: bewölkt

Datum: 06.07.2002

Meßstellenbezeichnung: **KB 4 (Grüningen)**

Pegeltiefe:	6,0 m (bzw. 7,0 m)	Filterstrecke:	4,0 m
-------------	--------------------	----------------	-------

Pumpentyp: Comet-Pumpe

Bezugspunkt:	POK	Höhe Bezugspunkt:	686,91 m ü. NN
--------------	-----	-------------------	----------------

Ruhewasserspiegel:	3,47 m u. B.P.	Einbautiefe Pumpe:	6,2 m u. B.P.
--------------------	----------------	--------------------	---------------

[illegible]

Bemerkungen/Auffälligkeiten:

Probennehmer: Dipl.-Ing. (FH) Achim Förster

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stationen Abschnitt Villingen-Grüningen

Probe	Material	w _n %	w _l %	w _p %	I _p %	I _c	ρ t/m³	ρ _D t/m³	ρ _s t/m³	Körnungsziffer T - U - S - G	φ' (°)	c' kN/m²	E _s kN/m²	V _{gl} %	BA nach DIN 18196	Bemerkungen
KB 1 (Bohrung Marbach)																
1,5-1,7 m	Hangschutt	15,2								1-4-2-3						
2,0 m	Auelehm, torfig	52,9	89,5	37,8	51,7	0,71	1,59	1,01					3.150	10,2	TA	
3,0 m	Schwemmsand	16,3														
4,2-4,5 m	Hangschutt	9,8								1-2-2-5					GU*	
6,0 m	Residualschluff	19,4														
7,8 m	Residualschluff	18,4														
8,5 m	Muschelkalk - Mergelstein verw.	25,2														
KB 2 (Bohrung Kirchdorf)																
2,0 m	Auelehm	33,7	55,2	18,4	36,8	0,58	1,82	1,36					2.286		TA	
3,0 m	Torf	335,6					1,03	0,24						43,9		
3,9 m	Schwemmsand	17,5														
5,5-6,0 m	Talkies	10,6								0-2-3-5					GU*	
7,0-7,5 m	Talkies	7,6														
8,7-9,0 m	Hangschutt	13,4														
KB 3 (Bohrung Klengen)																
3,0 m	Auelehm, torfig	38,3					1,65	1,20						12,1		
4,0-4,5 m	Talkies	8,2														
5,5-5,9 m	Hangschutt	12,4														
KB 4 (Bohrung Grüningen)																
2,0 m	Auelehm	28,4	60,7	20,2	40,6	0,79	1,80	1,40					4.762		TA	
2,8-3,0 m	Hangschutt	14,0								1-4-2-3						
5,5-5,8 m	Residualschluff	14,5														
7,0 m	Residualschluff	22,7								1-6-2-1						

bearb. ☒ gepr. ☒ geseh. ☒

E_s = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m²

Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stationen Abschnitt Villingen-Grünigen

Probe: KB 1 / 2,0 m (Marbach)

Bodenart: Auelehm

nat. Wassergehalt w_n : 52,9 %

Fließgrenze w_L : 89,5 %

Ausrollgrenze w_P : 37,8 %

Plastizitätszahl $I_P = W_L - W_P$: 51,7

Konsistenzzahl $I_C = (W_L - W_n) / I_P$: 0,71

Bodenart nach DIN 18 196: TA

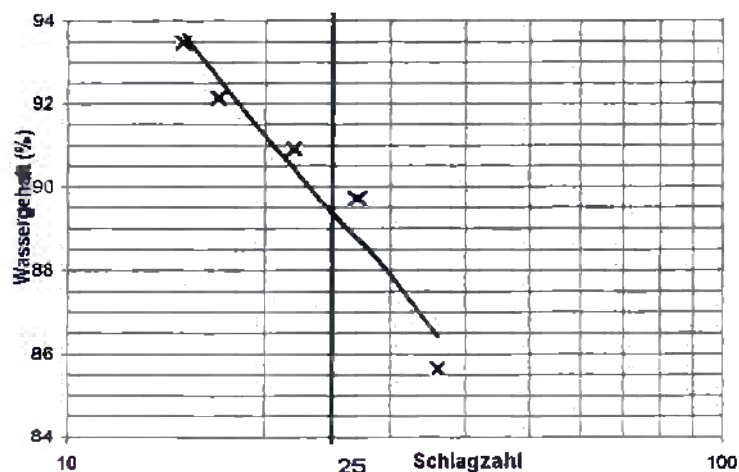
Konsistenz: weich

Maximaler Wassergehalt halbfest ($I_C = 1,0$): 37,8 %

Wassergehalt steif ($I_C = 0,75-1,0$) von: 50,7 % bis 37,9 %

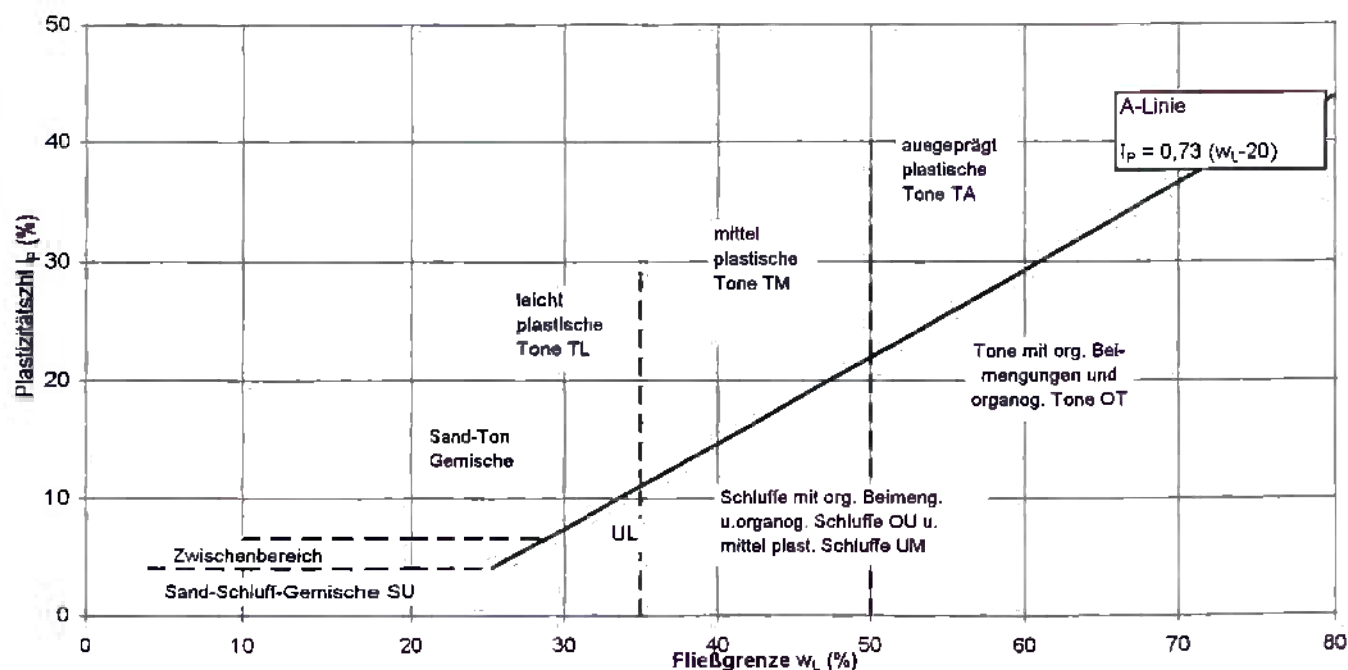
Wassergehalt weich ($I_C = 0,5-0,75$) von: 63,7 % bis 50,8 %

Wassergehalt breiig ($I_C = 0,0-0,5$) von: 89,5 % bis 63,8 %



X Berechnung nach Einpunktformel

$$w_L = w / (1,427 - 0,306 \cdot \log s)$$



bearb. I_{wL} gepr. I_{wL} ges. I_{wL}

Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stationen Abschnitt Villingen-Grüningen

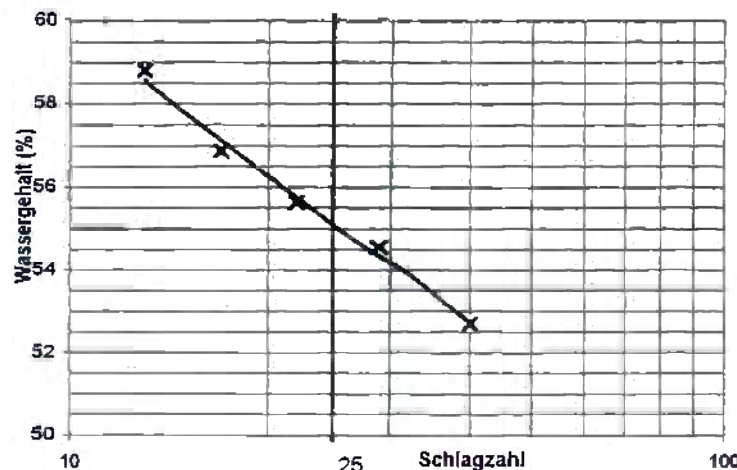
Probe: KB 2 / 2,0 m (Kirchdorf)

Bodenart: Auelehm

nat. Wassergehalt w_n : 33,7 %Fließgrenze w_L : 55,2 %Ausrollgrenze w_p : 18,4 %Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_p$: 36,8Konsistenzzahl $I_c = (w_L - w_n) / I_p$: 0,58

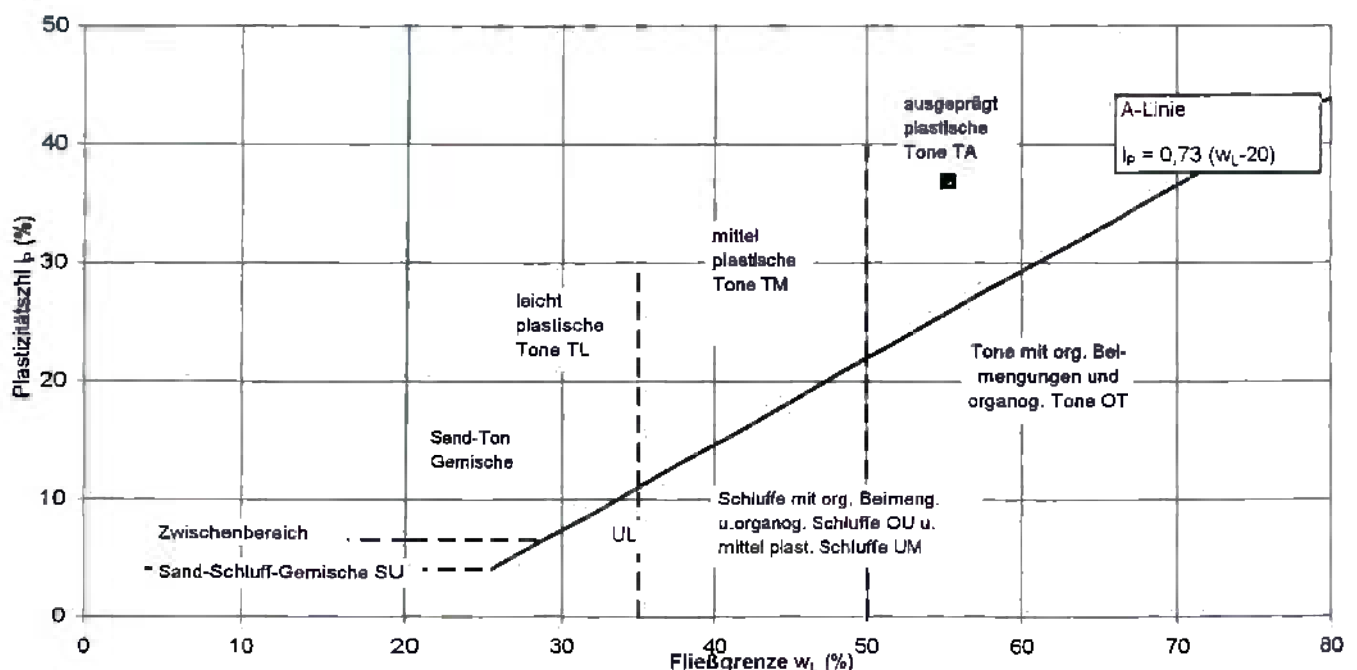
Bodenart nach DIN 18 196: TA

Konsistenz: weich

Maximaler Wassergehalt **halbfest** ($I_c = 1,0$): 18,4 %Wassergehalt **steif** ($I_c = 0,75-1,0$) von: 27,6 % bis 18,5 %Wassergehalt **weich** ($I_c = 0,5-0,75$) von: 36,8 % bis 27,7 %Wassergehalt **breiig** ($I_c = 0,0-0,5$) von: 55,2 % bis 36,9 %

X Berechnung nach Einpunktformel

$$w_L = w / (1,427 - 0,306 \cdot \log s)$$

bearb. W gepr. W ges. W

Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg, Stationen Abschnitt Villingen-Grünigen

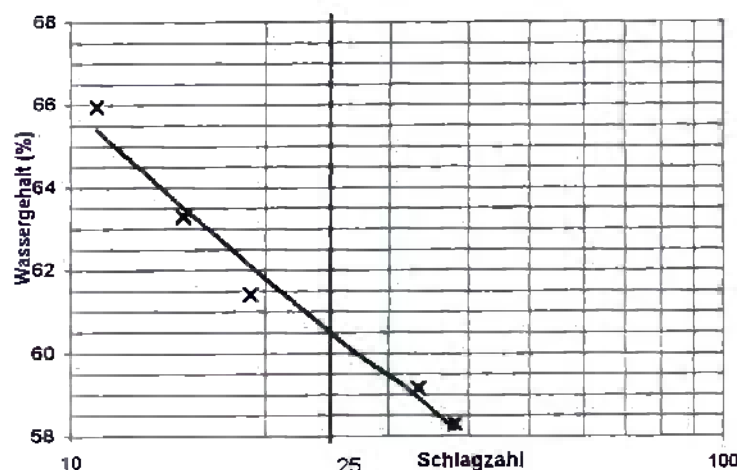
Probe: KB 4 / 2,0 m (Grünigen)

Bodenart: Auelehm

nat. Wassergehalt w_n : 28,4 %Fließgrenze w_L : 60,7 %Ausrollgrenze w_P : 20,0 %Plastizitätszahl $I_P = W_L - W_P$: 40,6Konsistenzzahl $I_C = (W_L - W_n) / I_P$: 0,79

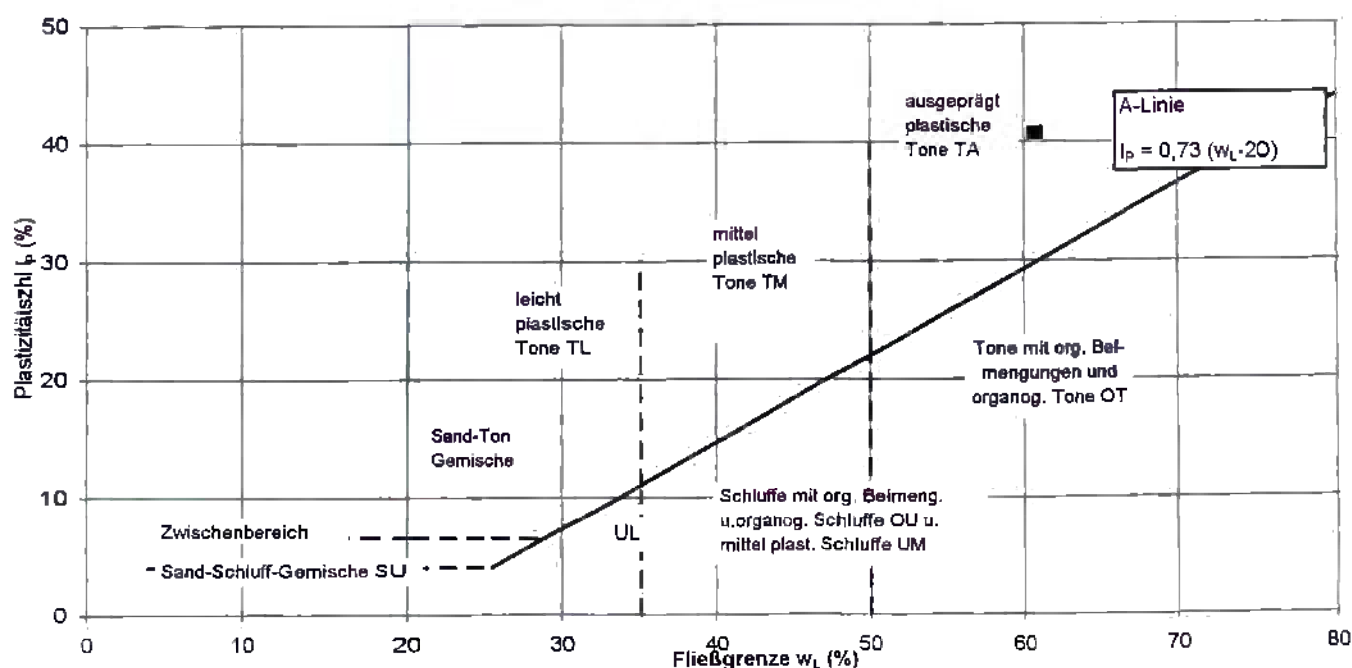
Bodenart nach DIN 18 196: TA

Konsistenz: steif

Maximaler Wassergehalt **halbfest** ($I_C = 1,0$): 20,0 %Wassergehalt **steif** ($I_C = 0,75-1,0$) von: 30,2 % bis 20,1 %Wassergehalt **weich** ($I_C = 0,5-0,75$) von: 40,3 % bis 30,3 %Wassergehalt **breiig** ($I_C = 0,0-0,5$) von: 60,7 % bis 40,4 %

X Berechnung nach Einpunktformel

$$w_L = w / (1,427 - 0,306 \cdot \log s)$$

bearb. w_L gepr. w_P geseh. I_P

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

PROJEKT: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg,
Stationen Abschnitt Villingen-Grüningen

T = 12 %

U = 34 %

S = 22 %

G = 32 %

$$d_{10} = 0,0015 \quad C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}} = 0,11$$

$$d_{30} = 0,009$$

$$d_{60} = 0,5$$

$$U = d_{60} / d_{10} = 333$$

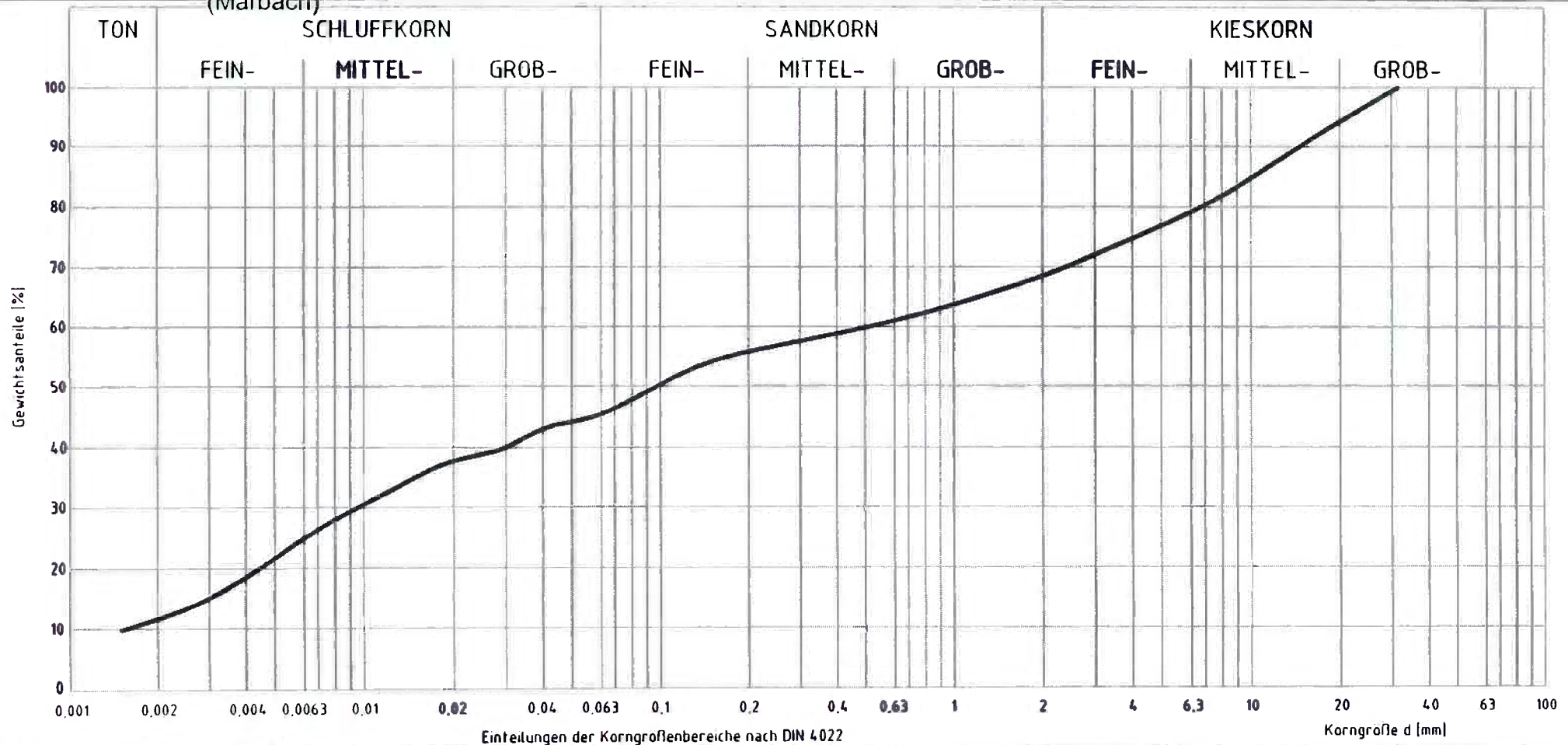
DATUM: 11.06.02

PROBENBEZ.: KB 1 / 1,5-1,7 m

BODENART: Hangschutt

KÖRNUINGSZIFFER = 1-4-2-3

(Marbach)



Bemerkung: .

- ☒ Aeraometer
- ☒ Siebung
- ☒ Abschlammung

bearb. . gepr. . gesehen. *HS*

Version 27/05/02

Henke und Partner GmbH Erdellenstraße 2 70563 Stuttgart Tel.0711.73 33 35 Fax 0711.73 56 298

GREIN_SIEBLM1 .dwg

ANLAGE 9.1

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

PROJEKT: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg,
Stationen Abschnitt Villingen-Grüningen

DATUM: 11.06.02

PROBENBEZ.: KB 1 / 4,2-4,5 m

BODENART: Hangschutt (GU*)

T = 7 %

U = 27 %

S = 16 %

G = 50 %

KÖRNUNGSZIFFER = 1-2-2-5

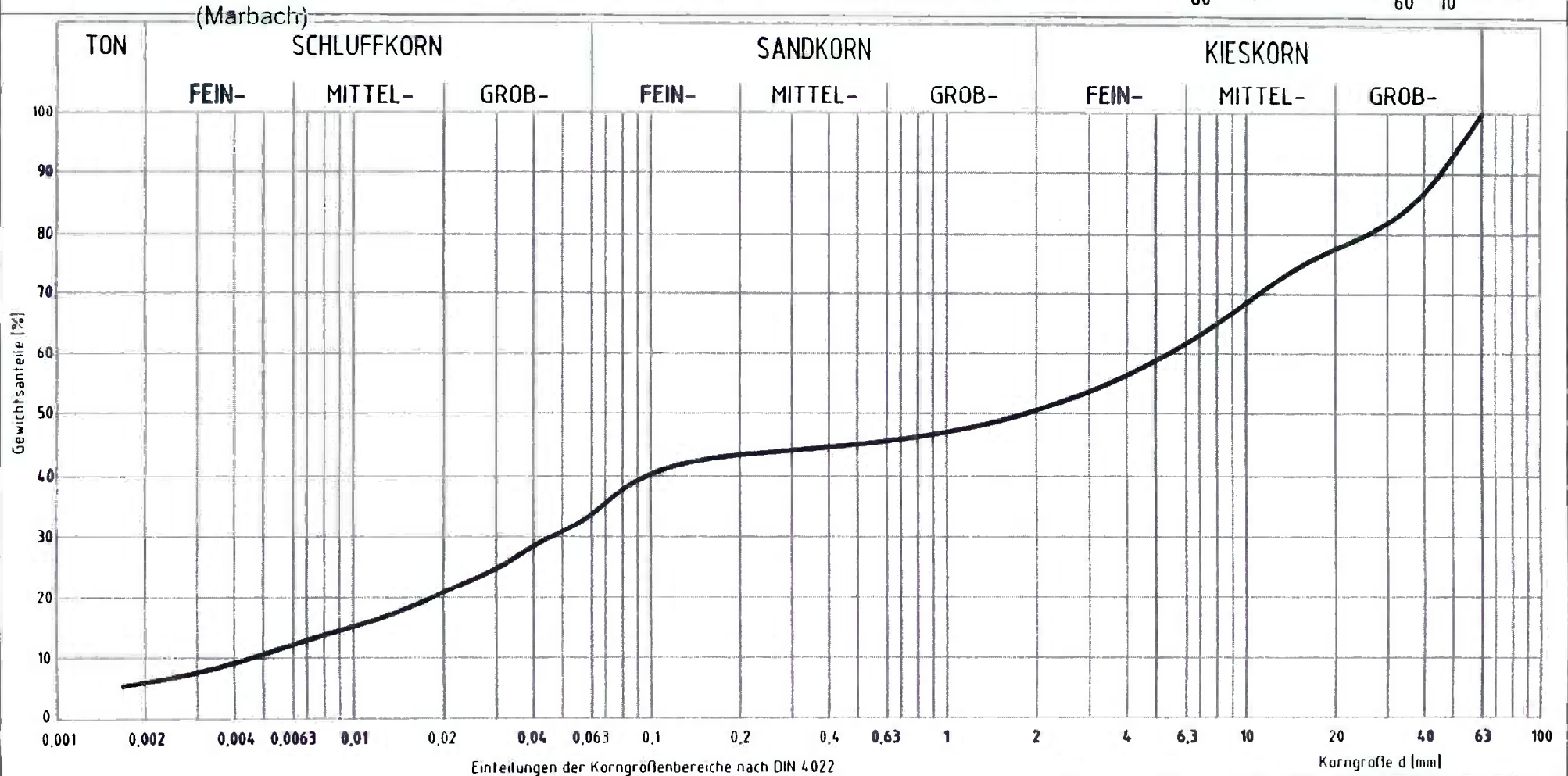
$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}} = 0,1$$

$d_{10} = 0,0045$

$d_{30} = 0,05$

$d_{60} = 5,5$

$$U = d_{60} / d_{10} = 1222$$



Bemerkung: .

- ☒ Aeraometer
- ☒ Siebung
- ☒ Abschlämmung

bearb. Wi gepr. Wi gesch. **16**

Version 27/05/02

Henke und Partner GmbH · Emilienstraße 2 · 70563 Stuttgart · Tel. 0711.73.33.35 · Fax 0711.73.56.298

GREIN_SIEBLM4 dwg

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

PROJEKT: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg,
Stationen Abschnitt Villingen-Grünigen

T = 3 %

U = 14 %

S = 35 %

G = 44 %

$d_{10} = 0,015$

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}} : 1,63$$

$d_{30} = 0,35$

$d_{60} = 5$

$$U = d_{60} / d_{10} : 333$$

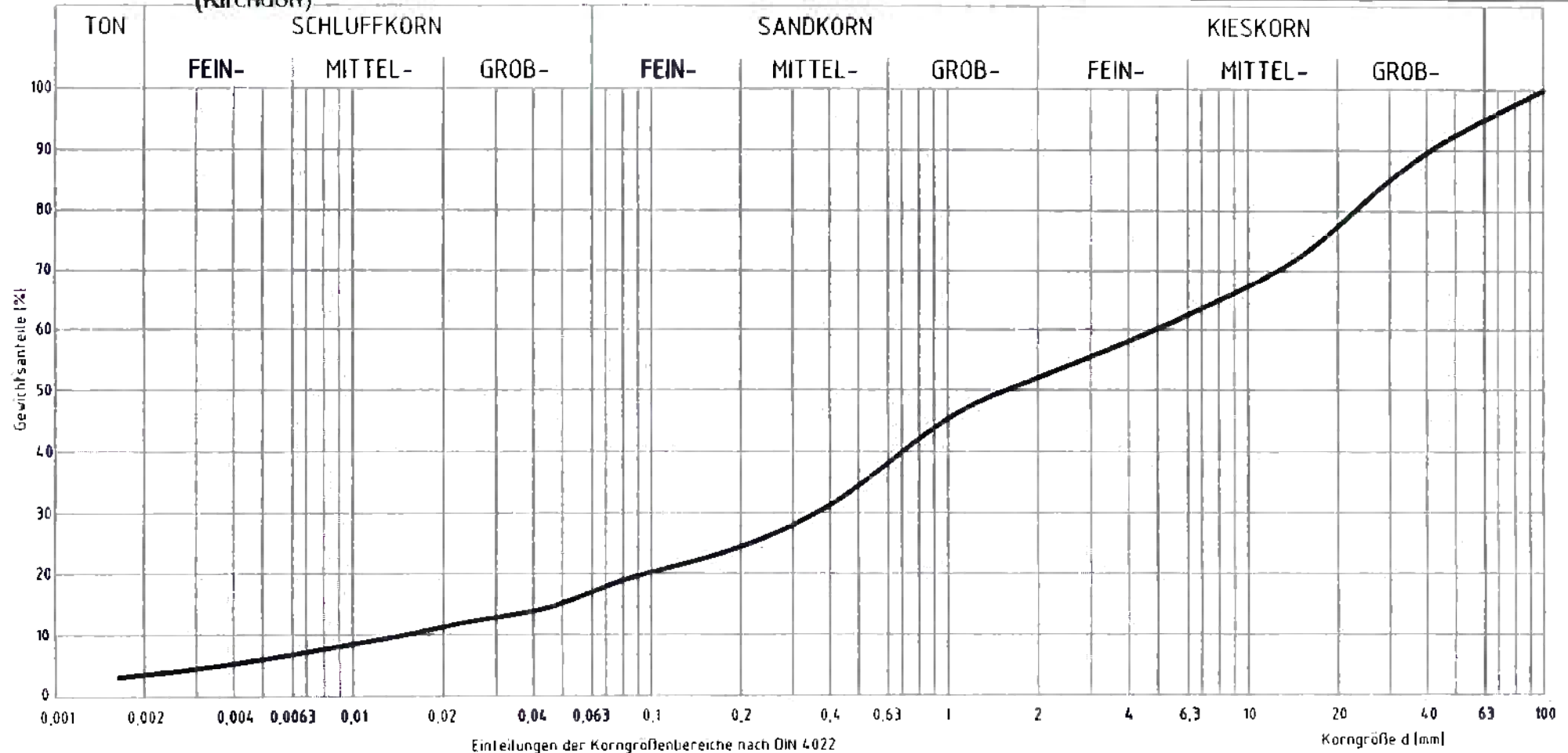
DATUM: 11.06.02

PROBENBEZ.: KB 2 / 5,5-6,0 m

BODENART: Talkies (GU*)

KÖRnungsziffer = 0-2-3-5

(Kirchdorf)



Bemerkung: .

- ☒ Aräometer
- ☒ Siebung
- ☒ Abschlämmung

bearb. Wi gepr. Wi gesch. JH

Version: 27/05/02

Henke und Partner GmbH · Emilienstraße 2 · 70563 Stuttgart · Tel. 0711.73 33 35 · Fax 0711.73 56 298

GREIN_SIEBLKI5 dwg

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

PROJEKT: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg,
Stationen Abschnitt Villingen-Grüningen

DATUM: 11.06.02

PROBENBEZ.: KB 4 / 2,8-3,0 m

(Grüningen)

BODENART: Hangschutt

T = 8 %

U = 45 %

S = 17 %

G = 30 %

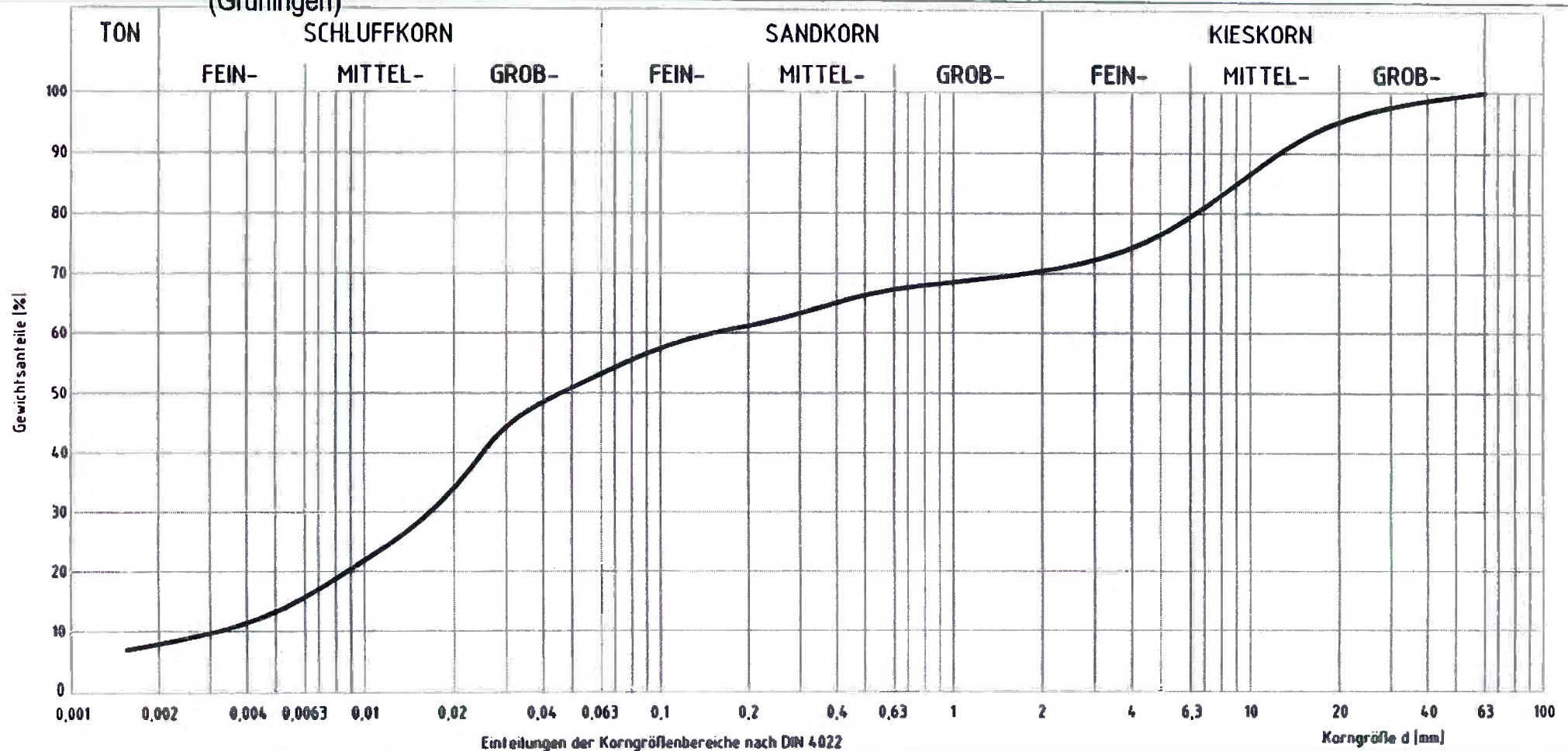
KÖRNUINGSZIFFER = 1-4-2-3

$$d_{10} = 0,0025 \quad C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}} : 0,77$$

d₃₀ = 0,017

d₆₀ = 0,15

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



Bemerkung: .

- ☒ Aräometer
- ☒ Siebung
- ☒ Abschlammung

bearb. Wi gepr. Wi gesehen. IH

Version 27/05/02

Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart, Tel. 0711.73 33 35, Fax 0711.73 56 298

GREIN_SIEBLG2 .dwg

Korngrößenverteilung nach DIN 18123

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

PROJEKT: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg,
Stationen Abschnitt Villingen-Grünungen

T = 14 %

U = 58 %

S = 14 %

G = 14 %

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}} = --$$

$d_{10} = --$

$d_{30} = 0,063$

$d_{60} = 0,028$

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

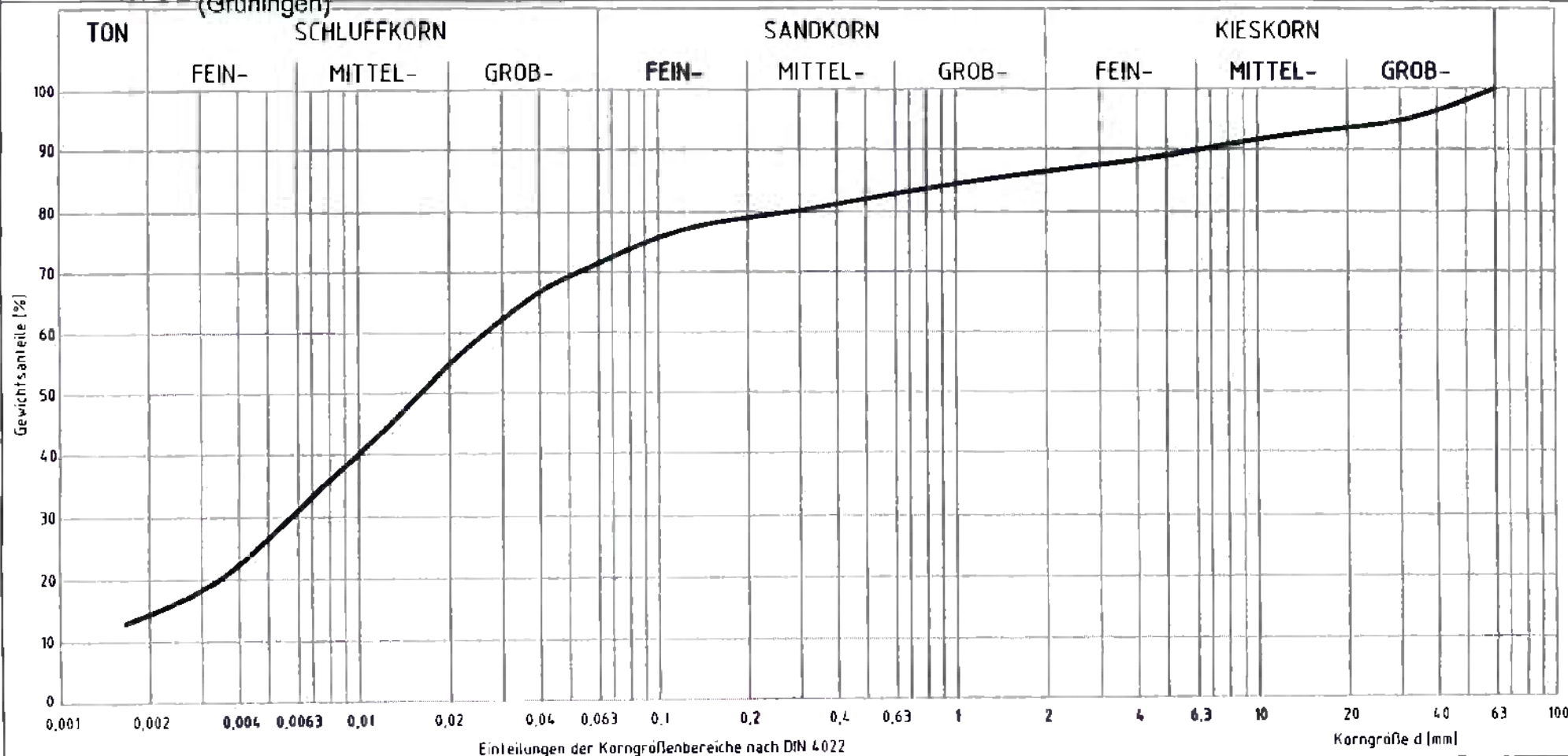
DATUM: 11.06.02

PROBENBEZ.: KB 4 / 7,0 m

BODENART: Residualschluff

KÖRNUINGSZIFFER = 1-6-2-1

(Grünungen)



Bemerkung: .

- ☒ Äraometer
- ☒ Siebung
- ☒ Abschlämzung

bearb. Wi gepr. Wi gesch. 15

Version 27/05/02

Henke und Partner GmbH, Erdmittenstraße 2, 70563 Stuttgart, Tel. 0711 73 33 35, Fax 0711 73 56 298

GREIN_SIEBLG7.dwg

ANLAGE 9.5

ÖDOMETERVERSUCH

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

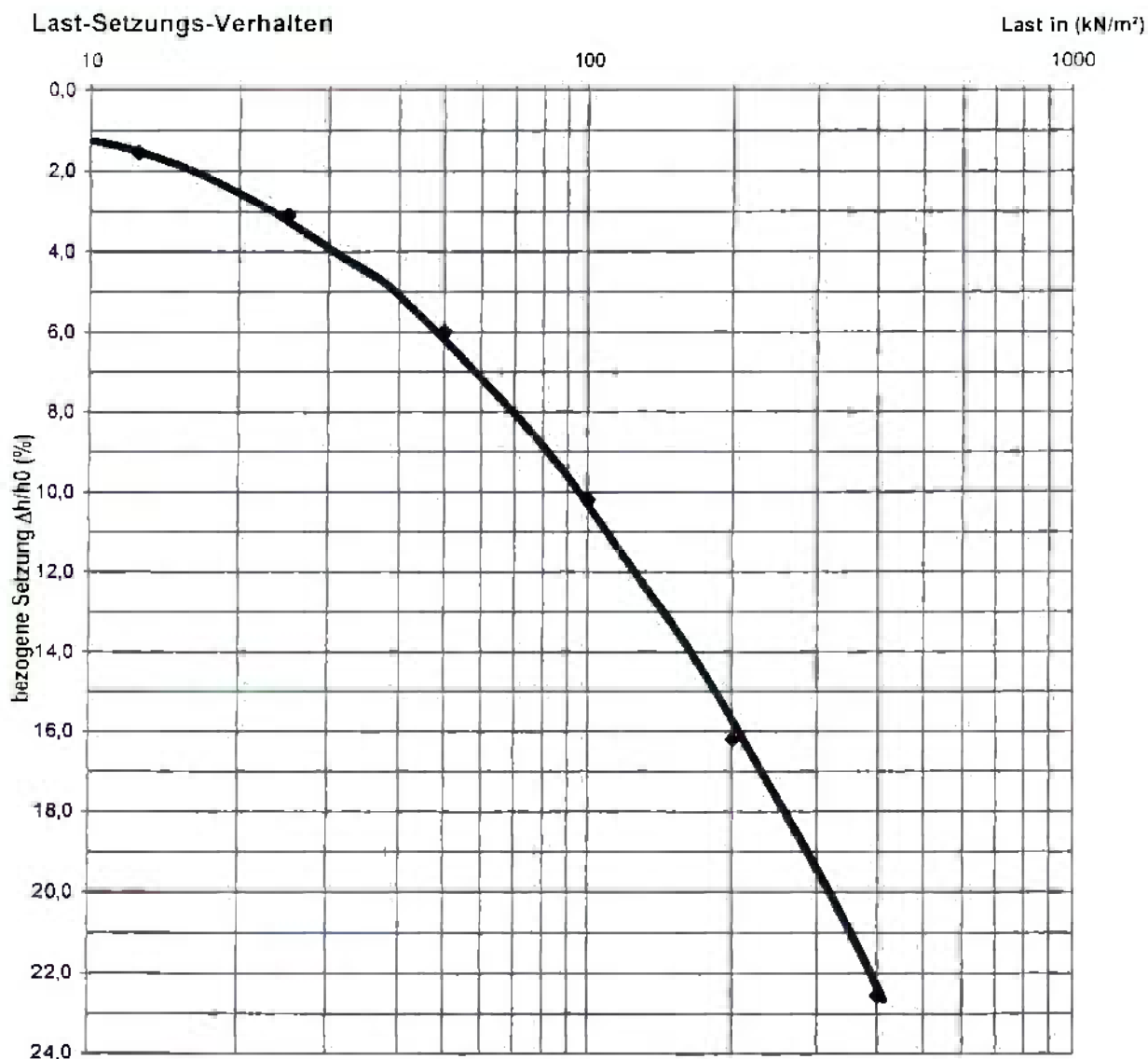
Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg,
Stat. Abschnitt Villingen-Grünigen

Datum: 04.06.02

Probe: KB 1 / 2,0 m (Marbach)

Bodenart: Auelehm, torfig

	Ringfläche mm ²	Probenhöhe mm	Wassergehalt %	Dichte g/cm ³
Einbau	4.000,0	20,00	52,9	1,59
Ausbau	4.000,0	15,49	36,9	1,85



Laststufen (kN/m ²)	Steifemoduli E_s (kN/m ²)
12,5 - 25	806
25 - 50	862
50 - 100	1.190
100 - 200	1.667
200 - 400	3.150

bearb. UV gepr. UV gesehen TH

ÖDOMETERVERSUCH

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg,
Stat. Abschnitt Villingen-Grüningen

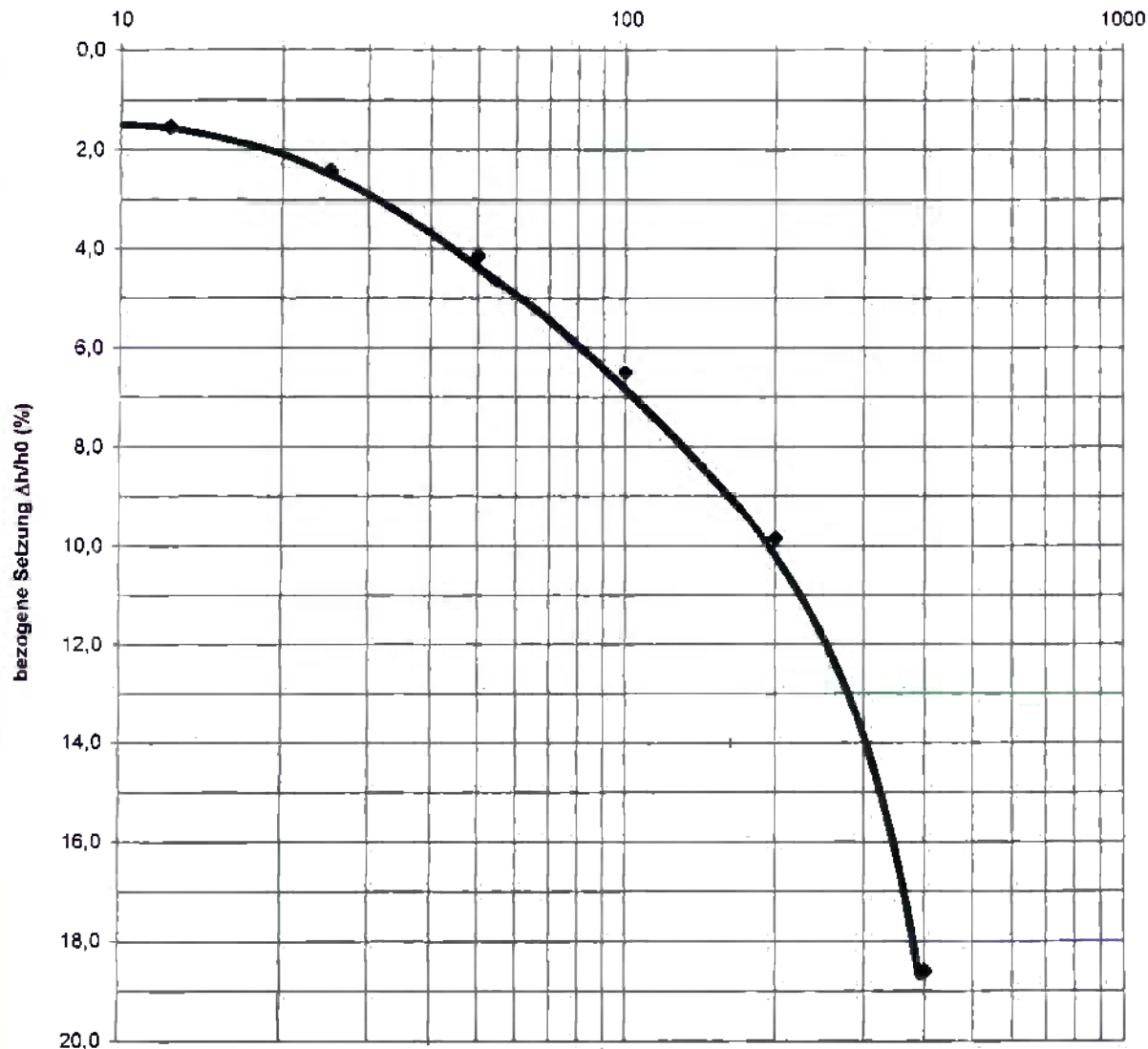
Datum: 04.06.02

Probe: KB 2 / 2,0 m (Kirchdorf)

Bodenart: Auelehm

	Ringfläche mm ²	Probenhöhe mm	Wassergehalt %	Dichte g/cm ³
Einbau	4.000,0	20,00	33,7	1,82
Ausbau	4.000,0	16,28	27,0	2,10

Last-Setzungs-Verhalten

Last I_n (kN/m²)

Laststufen (kN/m ²)	Steifemoduli E_s (kN/m ²)
12,5 - 25	1.429
25 - 50	1.449
50 - 100	2.128
100 - 200	2.985
200 - 400	2.286

bearb. Li gepr. Li gesch. HH

ÖDOMETERVERSUCH

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

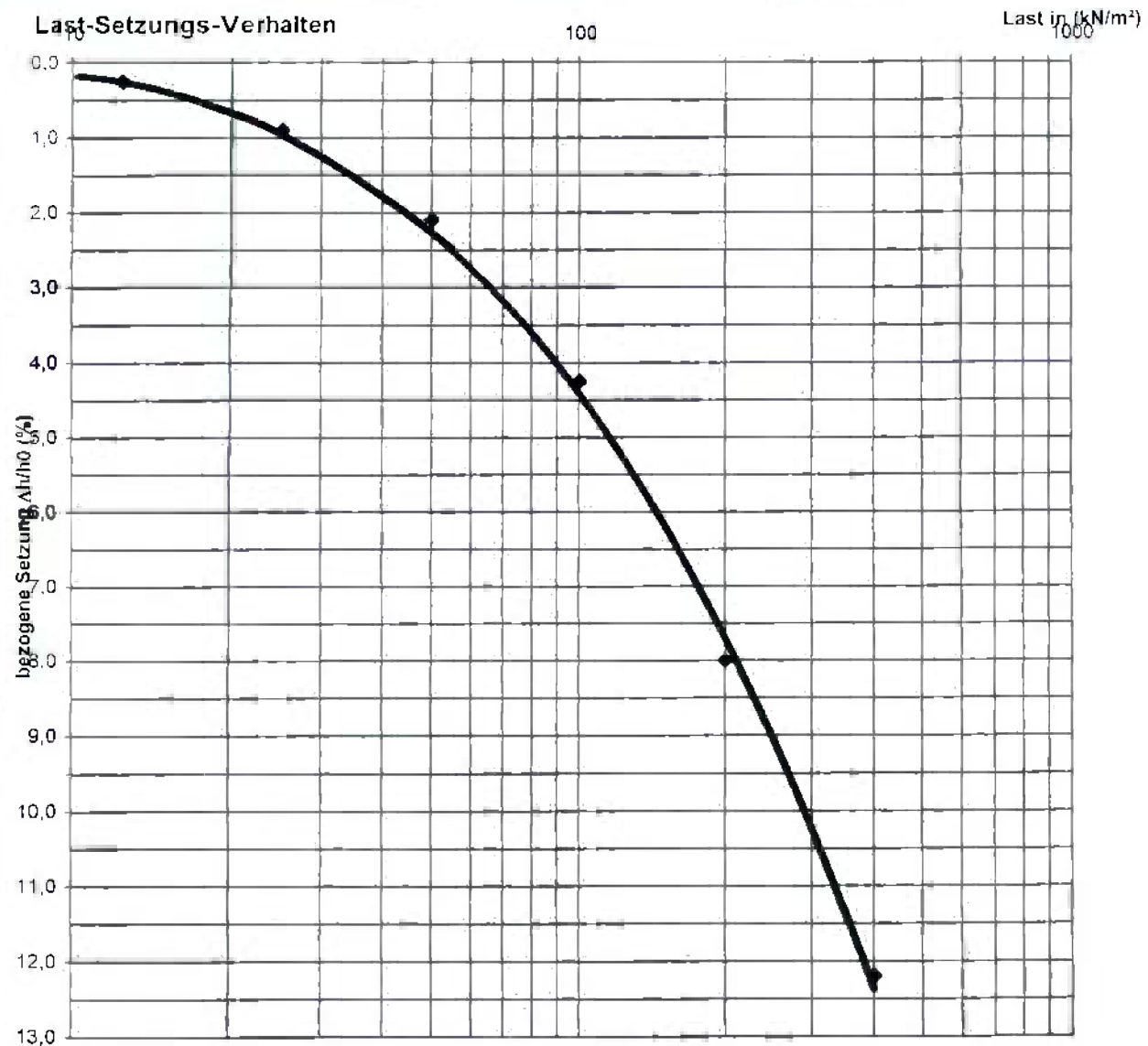
Projekt: Ringzug Schwarzwald-Baar-Heuberg,
Stat. Abschnitt Villingen-Grüningen

Datum: 04.06.02

Probe: KB 4 / 2,0 m (Grüningen)

Bodenart: Auelehm

	Ringfläche mm ²	Probenhöhe mm	Wassergehalt %	Dichte g/cm ³
Einbau	4.000,0	20,00	28,4	1,80
Ausbau	4.000,0	17,56	25,1	2,01



Laststufen (kN/m ²)	Steifemoduli E_s (kN/m ²)
12,5 - 25	1.923
25 - 50	2.083
50 - 100	2.326
100 - 200	2.667
200 - 400	4.762

bearb. *lw* gepr. *lw* gesehen. *lw*

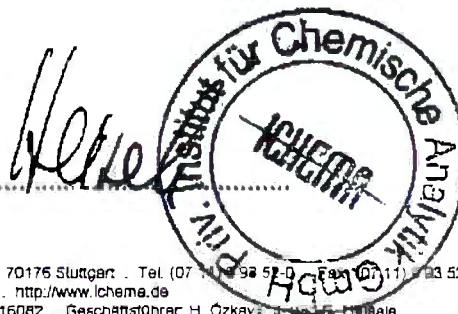
Analysenergebnisse

Auftraggeber:	Henke und Partner GmbH
Projektbezeichnung:	Ringzug / Marbach
Probenahme:	06.07.2002
Eingangsdatum:	06.07.2002
Probenart und Anzahl:	1 Wasserprobe
Probenehmer:	Herr Förster
Analysennummer:	2002/070321
Seite:	1/1

	Ringzug / Marbach KB 1
Betonaggressivität nach DIN 4030	
Farbe	farblos
Trübung	keine
Farbe des Bodensatzes	beige
Geruch	geruchlos
pH-Wert bei 20°	7,3
kalklösende Kohlensäure (n. HEYER) (CO ₂) [mg/l]	<0,05
Gesamthärte (CaO) [mg/l]	257
Gesamthärte (Erdalkalien) [mmol/l]	4,6
Gesamthärte [°d]	26
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat (CaO) [mg/l]	173
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat [mmol/l]	6,2
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat [°d]	17,2
Nichtcarbonathärte (CaO) [mg/l]	84
Nichtcarbonathärte [°d]	8,4
Magnesium [mg/l]	33
Ammonium [mg/l]	<0,05
Chlorid [mg/l]	22
Sulfat [mg/l]	130
Oxidierbarkeit (Kaliumpermanganatverbrauch) [mg/l]	3,0

alle Analysen wurden nach den geltenden DIN/DEV-Normen durchgeführt

Stuttgart, den 09.07.2002



Analysenergebnisse

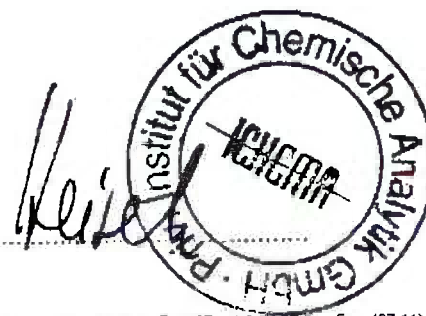
Auftraggeber: Henke und Partner GmbH
 Projektbezeichnung: Ringzug / Kirchdorf
 Probenahme: 06.07.2002
 Eingangsdatum: 06.07.2002
 Probenart und Anzahl: 1 Wasserprobe
 Probenehmer: Herr Förster

 Analysennummer: 2002/070322
 Seite: 1/1

	Ringzug / Kirchdorf KB 2
Betonaggressivität nach DIN 4030	
Farbe	gelblich
Trübung	keine
Farbe des Bodensatzes	beige
Geruch	geruchlos
pH-Wert bei 20°	7,4
kalklösende Kohlensäure (n. HEYER) (CO ₂) [mg/l]	<0,05
Gesamthärte (CaO) [mg/l]	206
Gesamthärte (Erdalkalien) [mmol/l]	3,7
Gesamthärte [°d]	21
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat (CaO) [mg/l]	184
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat [mmol/l]	6,6
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat [°d]	18,4
Nichtcarbonathärte (CaO) [mg/l]	22
Nichtcarbonathärte [°d]	2,2
Magnesium [mg/l]	17
Ammonium [mg/l]	0,49
Chlorid [mg/l]	25
Sulfat [mg/l]	28
Oxidierbarkeit (Kaliumpermanganatverbrauch) [mg/l]	11

alle Analysen wurden nach den geltenden DIN/DEV-Normen durchgeführt

Stuttgart, den 09.07.2002



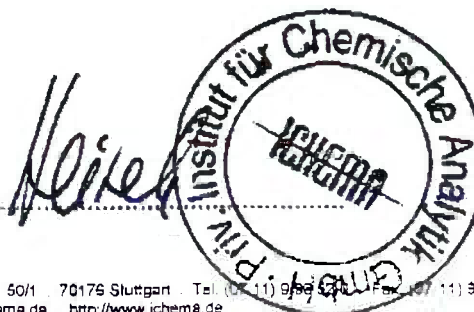
Analysenergebnisse

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH
 Projektbezeichnung: Ringzug / Klengen
 Probenahme: 06.07.2002
 Eingangsdatum: 06.07.2002
 Probenart und Anzahl: 1 Wasserprobe
 Probenehmer: Herr Förster
 Analysennummer: 2002/070323
 Seite: 1/1

	Ringzug / Klengen KB 3
Betonaggressivität nach DIN 4030	
Farbe	gelblich
Trübung	keine
Farbe des Bodensatzes	beige
Geruch	geruchlos
pH-Wert bei 20°	7,2
kalklösende Kohlensäure (n. HEYER) (CO ₂) [mg/l]	<0,05
Gesamthärte (CaO) [mg/l]	269
Gesamthärte (Erdaalkalien) [mmol/l]	4,8
Gesamthärte [°d]	27
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat (CaO) [mg/l]	257
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat [mmol/l]	9,2
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat [°d]	25,6
Nichtcarbonathärte (CaO) [mg/l]	12
Nichtcarbonathärte [°d]	1,2
Magnesium [mg/l]	26
Ammonium [mg/l]	3,9
Chlorid [mg/l]	34
Sulfat [mg/l]	19
Oxidierbarkeit (Kaliumpermanganatverbrauch) [mg/l]	19

alle Analysen wurden nach den geltenden DIN/DEV-Normen durchgeführt

Stuttgart, den 09.07.2002



Analysenergebnisse

Auftraggeber:	Henke und Partner GmbH
Projektbezeichnung:	Ringzug / Grünungen
Probenahme:	06.07.2002
Eingangsdatum:	06.07.2002
Probenart und Anzahl:	1 Wasserprobe
Probenehmer:	Herr Förster
Analysennummer:	2002/070324
Seite:	1/1

	Ringzug / Grünungen KB 4
Betonaggressivität nach DIN 4030	
Farbe	farblos
Trübung	keine
Farbe des Bodensatzes	beige
Geruch	geruchlos
pH-Wert bei 20°	7,3
kalklösende Kohlensäure (n. HEYER) (CO ₂) [mg/l]	<0,05
Gesamthärte (CaO) [mg/l]	311
Gesamthärte (Erdalkalien) [mmol/l]	5,6
Gesamthärte [°d]	31
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat (CaO) [mg/l]	251
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat [mmol/l]	9,0
Karbonathärte / Härtehydrogencarbonat [°d]	25,1
Nichtcarbonathärte (CaO) [mg/l]	60
Nichtcarbonathärte [°d]	6,0
Magnesium [mg/l]	14
Ammonium [mg/l]	<0,05
Chlorid [mg/l]	47
Sulfat [mg/l]	43
Oxidierbarkeit (Kaliumpermanganatverbrauch) [mg/l]	4,9

alle Analysen wurden nach den geltenden DIN/DEV-Normen durchgeführt

Stuttgart, den 09.07.2002

