



Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH  
Zum Brunnentobel 6 88299 Leutkirch

Wasserwirtschaftsamt Donauwörth  
Dienstort Krumbach  
Dr. Rothermel-Str. 11  
86381 Krumbach

über: OBERMEYER Planen & Beraten GmbH  
Turmstraße 70  
89231 Neu-Ulm

Baugrund  
Geologie  
Hydrogeologie  
Altlasten

Gründungsplanung  
Grundbaustatik  
Simulationsrechnungen

Baugrund-Dynamik

Grundwassermodellierungen

Pfahlintegritätskontrolle  
Erschütterungsmessungen

Bodenmechanisches Labor

Bohrtechnik

Brunnenbau

Sachverständigengutachten

Bearbeiter	Telefon	AZ	Vorgang	Datum
Dr.-Ing. Georg Ulrich	07561 / 98 63 - 12	1312163GEO	154866	17.10.2014
Dipl.-Geol. Gita Wolf	07561 / 98 63 - 23			

## Hochwasserschutz Senden BA05-ST Freudenegg

Deich parallel Illerkanal, Brücke über Illerkanal

### Geotechnisches Gutachten

<b>Inhalt</b>	1	Veranlassung
	2	Geomorphologie, Schichtenfolge, Schichtbeschreibung
	3	Bodenkennwerte
	4	Grundwassersituation
	5	Deichbau
	6	Brücke über den Illerkanal
<b>Anlagen</b>	1.1	Übersichtslageplan
	1.2-3	Lageplan Baugrundaufschlüsse
	2.1-3	Baugrundprofile Deichstrecke
	2.4	Baugrundprofile Illerkanalbrücke
	3.1-5	Bodenmechanische Laborversuche Wassergehalt, Kornverteilung, Wichte, undrained Scherfestigkeit, Steifzahl
	4.1-16	Fotodokumentation Bohrkerne
	5.1	Dichteprüfung im Bohrloch (SPT)



## Unterlagen

- [1] Obermeyer Planen + Beraten GmbH, Neu-Ulm:
  - Lageplan SÜD und NORD Alternative 2 Deich parallel Illerkanal 1:1000
  - Querprofile Alternative 2 Deich parallel Illerkanal 1:100
  - Scoping-Papier zur Genehmigungsplanung Febr. 2014
- [2] Dr.-Ing. K. Waschek, Günzburg:  
Sanierung der HWS-Deiche an der Unter-Iller Fluß-km 0,00 bis 18,0  
Gutachten AZ 88017 vom 20.03.1991
- [3] Geol. Karte Übersichtskarte Iller-Riß-Gebiet 1:100.000 und Ulm-Südost (Neu-Ulm)  
1:25.000
- [4] Bohrkerne, Bodenproben, Schichtenverzeichnisse der Bohrfirma Eder Brunnenbau in  
Deutschland GmbH, 84332 Hebertsfelden

## 1 Veranlassung

Der Hochwasserschutz für die Stadt Senden soll mit dem ungefähr 1,7 km langen Bauabschnitt BA 05 vervollständigt werden.

Die Maßnahme schließt an den bestehenden HWS-Deich bei der Illerbrücke an der Staatsstraße St 2019 (Hauptstraße) an, folgt ein kurzes Stück der Iller, etwa parallel zum bestehenden Deich hinter den Wohnhäusern an der Hauptstraße, geht dann mit mobilen Schutzelementen über den Ayer Werkkanal (Fa. Allgaier TW) und die Zufahrt zu den Tennisplätzen, setzt sich mit einer Geländemodellierung entlang der Geländeaufschüttungen zwischen Altenheim und Auwald bis zum Illerkanal fort. Die Deichstrecke entlang der Iller soll mit einer Innendichtung (z. B. Spundwand) ausgestattet werden.

Am Illerkanal folgt die Deichtrasse dem bestehenden Uferweg und sichert den HW-Schutz durch eine Geländemodellierung mit Ausbildung eines Kronenweges bzw. Deichhinterweges. Kurz vor dem Kraftwerk Freudeneegg soll der Deich mit einer konstruktiven Spundwand als Innendichtung ausgeführt werden. Diese Deichvariante setzt sich fort bis zum Bauende am Teilungswehr, wo die bestehende Brücke über den Illerkanal erneuert wird.

Vertreter des Bauherrn ist das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth in 86609 Donauwörth mit der Servicestelle Krumbach/Schwaben. Die Planung der Schutzmaßnahme wird vom Büro OBERMEYER in Neu-Ulm ausgeführt. Die Dr. Ulrich Geotechnik GmbH erhielt vom Büro OBERMEYER den Auftrag, das vorliegende geotechnische Gutachten anzufertigen. In diesem Zusammenhang wurde im Zuge einer beschränkten Ausschreibung die Bohrfirma Eder, Hebertsfelden mit der Baugrunderkundung beauftragt.

Die Bohr- und Sondierarbeiten starteten am 22.09.2014 und wurden mit der Vermessung am 14.10.2014 abgeschlossen.



## 2 Geomorphologie, Schichtenfolge, Schichtbeschreibung

Das rd. 2,5 km breite Illertal stellt geomorphologisch ein glazial geprägtes Urstromtal dar, das zuletzt mit Schmelzwasserkiesen der Würmeiszeit aufgeschottert wurde. Der tiefere Untergrund wird von den Sanden und Mergeln der tertiären oberen Süßwassermolasse gebildet.

Die eigentliche Flußniederung, in der die Iller und der Illerkanal verlaufen, ist nur rd. 600 m breit und zu einem großen Teil mit Auwald bestanden. Die Freudenegger Seen liegen in dieser Talaue zwischen Iller und Illerkanal.

Die Schichtenfolge längs der Deichtrasse ist durch die nacheiszeitlichen Vorgänge, das sind Schmelzwasserablagerungen und Bildung einer Flußauenlandschaft, verhältnismäßig monoton gestaltet. Das stratigraphische Normalprofil gliedert sich wie folgt:

- : postglaziale Alluvionen (Auelehm)  
häufig durch anthropogene Auffüllungen verdrängt, ersetzt
- : würmeiszeitliche Schotter der Niederterrasse
- : Tertiärsande und -mergel (obere Süßwassermolasse)

Die anthropogenen Auffüllungen begleiten die Deichtrasse über weite Strecken. Ihre Schichtstärke wechselt von 0,5 – 0,6 m bis rd. 3,5 m. Die dünneren Schichtdicken hängen mit der Verkehrserschließung bzw. dem Wegebau entlang des westlichen Illerkanal-Ufers zusammen. Unter den tieferen Eingriffen, wie z. B. im Bereich der Bohrung BK7 und BK12, läßt der Rest an Auelehm unter den Auffüllungen ein verfülltes Relief der Auenlandschaft vermuten.

Die Auffüllungen sind überwiegend von einem deutlichen Kiesanteil beherrscht, der mehr oder weniger stark durch die bindigen Gemengteile gebunden ist. Die lehmige Matrix sprengt mitunter das Kieskorngerüst. Die Auffüllkiese sind daher in der Regel den Bodengruppen GU, GU\* zuzuordnen, vereinzelt auch den sandig-schluffigen Bodengruppen SU und SU\*.

Der Lagerungszustand der Auffüllkiese läßt sich im Bereich der DPH2 und DPH3, das sind die Geländeauffüllungen hinter dem Altenheim, als mitteldicht erkennen. Mithin ist dort eine hinreichende Tragfähigkeit festzustellen. In der Bodengruppe GU\* dagegen sinkt die Verdichtbarkeit wegen des hohen bindigen Anteils, so daß in diesen Auffüllungen von einer lockeren Lagerung auszugehen ist.

Die Talaue stellt sich unter der geplanten Deichtrasse als braun gefärbter Fein- bis Grobschluff mit ungefähr 20 % Tonanteil und einem erheblichen Feinsandanteil (rd. 40 %) dar. Es handelt sich um den typischen Auelehm, wie er sich durch Stillwassersedimentation, Hochflutereignisse gebildet hatte. Die Konsistenz liegt an der Grenze weich bis steif, so daß eine erhebliche Trag-



fähigkeit als Gründungssubstanz für die Deichschüttung zu konstatieren ist. Entsprechend dem Kornverteilungsband Ton-Schluff-Feinsand handelt es sich um sehr gering durchlässige Böden, denen eine durchflußhemmende Sperrfunktion zukommt.

Als Niederterrassenschotter werden die im Illertal weit über das Projektgebiet verbreiteten sandigen Fein- bis Grobkiese bezeichnet, die von Schmelzwasserströmen abgelagert wurden. Die strömungsenergetisch wechselhaften fluviatilen Ablagerungsbedingungen führten zu einer lateral wie vertikal wechselnden Schichtung (Deltaschichtung) von hochdurchlässigen „Rollkiesen“ und feinteilreicheren Kieslagen. Das aus dem Kalkalpin stammende, grau gefärbte Kieskorn ist gerollt, gerundet und hart. Verwitterungsbedingte Braunlagen am Top der Kiese sind im allgemeinen dünn ausgebildet.

Eine typische Kornverteilung zeigt die Anlage 3.2: Der Sandgehalt liegt bei 16 %, der Rest besteht aus Fein- bis Grobkiesen mit – hier nicht abgebildetem – Steinanteil. Die Durchlässigkeit  $k_f$  dieses typischen, kohäsionsfreien „Rollkieses“ liegt in der Größenordnung von  $6,6 \times 10^{-2}$  m/s.

Der natürliche Lagerungszustand läßt sich allgemein als mitteldicht beschreiben. Die Einbrüche in den Schlagzahldiagrammen der Rammsondierungen sind auf die eng gestuften „Rollkieslagen“ zurückzuführen und geben nicht die gute Tragfähigkeit der Kiese wieder. Der Wechsel in der Lagerungsdichte aufgrund der Kornverteilung spiegelt sich auch in den Bohrlochversuchen (Standard Penetration Test, Anlage 5.1) wieder.

Die Niederterrassenschotter erscheinen in jedem der ausgeführten Aufschlüsse, halten also über die gesamte Deichstrecke mit Schichtstärken von rd. 8 – 10 m durch.

Die tertiäre Süßwassermolasse erscheint ab 8 – 11 m Tiefe und stellt sich unter der Deichtrasse vornehmlich als sehr dicht gelagerter Fein- bis Grobsand, untergeordnet als kompakter Mergel dar. Sie setzt sich über die bautechnisch relevante Tiefe hin fort.



### 3 Bodenkennwerte

Den beschriebenen Böden sind die folgenden Bodenkennwerte zuzuordnen:

Tabelle 1: Bodenmechanische Klassifizierungen

	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300 Erdarbeiten	Bodenklasse DIN 18301 Bohrarbeiten	Bodenklasse DIN 18319 Rohrvortrieb	Frostempfindlichkeit ZTVE
Auffüllungen kiesig bindig	GU, GU* SU, SU*	4	BN2 BB2	LN1, LN2 LBM2	F2 F3
Auelehm	SU*, ST, TL	4	BB2	LBM1-2	F3
Niederterrassenschot- ter (Kiessande)	GW, GE, SW, SE	3	BN1, BS1	LNW2, LNE2, S1	F1
Süßwassermolasse Sande Mergel	SU, SU*, ST UL, UM, TM	4 4, 5, 6	BN2 BB3, FV1, FD2	LN3 LBM2, LBM3, P1	F3

Tabelle 2: Bodenkennwerte (charakteristische Werte)

	Wichte $\gamma / \gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Reibungswinkel (dräniert) $\phi'$ (°)	Kohäsion (dräniert) $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	Durchlässigkeit $k_f$ (m/s)	Steifemodul $E_s$ (MN/m <sup>2</sup> ) Referenz 100 kN/m <sup>2</sup>	
					Erstbelas- tung	Wiederbe- lastung
Auffüllungen kiesig bindig	18/8-20/10 18/8	30 – 32,5 22,5	0 0	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-5}$ $1 \times 10^{-6}$	10 – 20 5 - 10	--
Auelehm	17/7 – 18/8	20 - 22,5	0 – 5	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-9}$	6 - 8	8 – 12
Niederterrassenschot- ter (Kiessande)	19/9 – 20/10	32,5 – 37,5	0	$7 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-3}$	80 – 100	240 – 300
Süßwassermolasse Sande Mergel	20/10 23/13	30 – 37,5 25 – 27,5	0 >50	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-7}$ $1 \times 10^{-9}$	50 – 60 >60	150 – 180 >180

Nach Einstufung gemäß DIN 4149:2005-04 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten - liegt das Gebiet in der Erdbebenzone 0. Es ist mit der Untergrundklasse T und der Baugrundklasse C zu rechnen.



#### **4 Grundwassersituation**

Der Auelehm stellt – soweit vorhanden und nicht durch die kiesigen Auffüllungen ersetzt – die sog. Grundwasser-Schirmfläche dar, der aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit eine Art Schutzfunktion für den unterlagernden Aquifer darstellt.

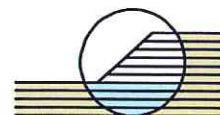
Die Niederterrassenschotter füllen das gesamte Illertal aus und bedeuten einen regional bedeutenden, leistungsfähigen Grundwasserleiter.

Die Durchlässigkeit erreicht sehr hohe Werte bis  $7 \times 10^{-2}$  m/s, im Mittel ist sie mit  $3 \times 10^{-3}$  m/s einzuschätzen.

Der Flurabstand des Grundwasserspiegels beträgt – je nach Geländeexposition – rd. 3 – 4 m.

An der Illerbrücke, im Süden der Baumaßnahme liegt der Grundwasserspiegel auf 466,37 m NN, steigt dann zum Ayer Werkkanal um einen Meter auf 467,47 m an, hält am Illerkanal zunächst auf rd. 468,8 m durch und sinkt dann Richtung Norden um rd. 1,0 m auf 467,7 m NN ab. Diese Werte sind über die gesamte Bohrkampagne gemessen und stellen keine synchrone Stichtagsmessung dar. Gleichwohl wird daraus ersichtlich, daß die örtlichen Gewässer in Verbindung mit durchlässigen Kiesrinnen einen Einfluß haben und neben der globalen SN Strömungsrichtung auch lokale Gw-Strömungen quer zur Talachse möglich sein können.

Die Sande der Süßwassermolasse sind an den Hauptaquifer, die Niederterrassenschotter, hydraulisch angekoppelt, haben jedoch aufgrund ihrer um mehrere Zehnerpotenzen geringeren Durchlässigkeit keine hydrologische Bedeutung für die Baumaßnahme. Sie wirken, zusammen mit den praktisch undurchlässigen Mergeln, als Grundwassersohlschicht.



## 5 Deichbau

Die Deichhöhen sind über weite Strecken mit rd. 1 – 1,5 m relativ niedrig, die Deichflanken unter 1:3 geneigt. Für diese Deichvariante sind keine Standsicherheitsprobleme auch auf einem Auelehmuntergrund oder den Auffüllungen zu erwarten. Die unterlagernden Kiessande der Niederterrassenschotter stellen einen tragfähigen Baugrund ohne relevantes Setzungspotential dar. Die Vorbereitung der Dammaufstandsflächen besteht also darin, den belebten Oberboden zu entfernen, weichkonsistente, bindige Auffüllungen durch Dammbaumaterial zu ersetzen und die Sohlfläche mit der schweren Rüttelwalze zu verdichten.

An der Iller sind Anschulterungen bis zu 2,5 m Höhe und der Flankenneigung 1:2 in der Planung. Diese Querschnitte bedürfen erdstatischer Nachweise insbesondere was den schnellen Absink bei ablaufendem Iller-Hochwasser angeht. Auch bei diesen Schütthöhen stellt sich die Tragfähigkeit des Untergrunds nicht als Problem dar.

Von Bedeutung ist jedoch die Deichhydraulik. Die Erddämme stehen –mit Ausnahme der Auelehmbereiche – auf gut, teils hoch durchlässigem Untergrund. Die Ganglinie des Grundwassers wird nicht mit den erwarteten Iller-Hochwässern synchron einhergehen, sondern deutlich zeitverzögert ablaufen. Die Zeitspanne für die Unterströmung eines bordvollen, 1,5 m hohen und 14 m breiten Erddammes errechnet sich zu:

Geschwindigkeit der HW-Welle unter dem Damm

$$v = 5 \times 10^{-3} \times 1,5/14 = 0,0005 \text{ m/s bzw. } 46 \text{ m/d bzw. } 2 \text{ m/h}$$

D. h. der 14 m breite Damm ist binnen 7 Stunden unterströmt, wenn der Grundwasserspiegel auf Höhe der Dammbasis bereits angestiegen ist. Befindet sich der Grundwasserspiegel noch unter der Dammbasis – von diesem Fall kann ausgegangen werden – muß der grundwasserfreie Porenraum des Aquifers zunächst aufgefüllt werden, bevor das luftseitige Gelände unter Wasser gesetzt werden kann. Dieser Porenraum ist bei Flurabständen des Grundwassers von 3 – 4 m eine erhebliche Größe und stellt die Gewähr für die Hochwasserschutzwirkung des unterströmten Erddammes dar.

Zum Dammbau ist neben ausreichender Scherfestigkeit auch eine geringe Durchlässigkeit und Suffosionssicherheit zu fordern.

Zur Erfüllung dieser Kriterien wird vorgeschlagen, einen Fein- bis Grobkies mit 15 – 25 % Fein- bis Grobsand und etwa 10 % Feinteilen <0,06 mm zu verwenden. Es entsteht damit ein homogener, stabiler, dichtender Erddamm.

Die regional vorhandenen Verwitterungskiese, auch Abraumkiese genannt, können diesen Anforderungen genügen, ebenso Geschiebelehm- und Geschiebemergelböden.



Erdbautechnisch bedingt wird zur optimalen Verdichtung eine Zugabe von Kalkzement (1:1) erforderlich sein. Erfahrungsgemäß genügen 1,5 – 2 Massen-% zur bautechnisch ausreichenden Konditionierung.

Die unter 1:2 geneigten Dammschulterungen an der Iller werden diese Materialverbesserung, aufgestockt auf 2,5 – 3 Massen-%, benötigen, um ausreichende Scherfestigkeit bei diesen Böschungsneigungen zu gewinnen.

Die Kiessande der Niederterrassenschotter sind grundsätzlich ramm- bzw. rüttelfähig zum Einbau von Spundwänden. Die Rammbarkeit variiert in weiten Grenzen, je nach Feinkorngehalt der Kiese. Feinkornreiche Kieslagen sind schwer rammbar, die oben beschriebenen Rollkiese dagegen sehr leicht (siehe hierzu auch SP-Test, Anlage 5.1).

Die Einbindung der geplanten Spundwände als Dichtwand erfolgt in der Molasse. Die Molassesande und -mergel sind begrenzt, erfahrungsgemäß 0,5 – 1,0 m tief rammbar. Zur Gewährleistung der Dichtwirkung wird vorgeschlagen, keine Auflockerungsbohrungen einzusetzen.

Die Rammtiefen richten sich nach der Tiefenlage der Grundwassersohlschicht (Tertiärsande und -mergel) und liegen gemäß den Erkundungsbohrungen etwa bei 10 – 12 m ab Gelände.

Anm.: Die erdstatischen und hydraulischen Nachweise ausgewählter Dammquerschnitte werden in einem Folgebericht behandelt.





## 6 Brücke über den Illerkanal

Am Teilungsbauwerk, das am nördlichen Ende des geplanten Deiches den Illerkanal der Iller zuführt, ist eine neue Einfeldbrücke geplant.

Die Baugrundsituation ist in der Anlage 2.4 dargestellt. Unter 4 – 4,7 m starken Auffüllungen aus überwiegend locker gelagerten Kiessanden erscheinen ab 478,2 m NN die gewachsenen Niederterrassenschotter, zumeist auch in lockerem Lagerungszustand. Ab rd. 9 m Tiefe setzen die dicht gelagerten Tertiärsande ein.

Der Grundwasserspiegel liegt auf 478, 2 m NN und damit rd. 4 – 4,8 m unter dem jeweiligen Gelände. Der Illerkanal „schwebt“ daher über dem Grundwasser.

Die Flachgründung der beiden Widerlagerfundamente muß unter die Kanalsohle geführt werden und trifft auf den Übergang der Auffüllkiese zu den gewachsenen Kiesen. Der lockere Lagerungszustand stellt kein befriedigendes Gründungssubstrat dar, insbesondere im Hinblick auf die Unterströmung der Fundamente.

Es wird daher vorgeschlagen, die Widerlager hochzusetzen und auf Pfählen zu gründen. Bedingt durch den teils sehr lockeren Lagerungszustand der Kiese wird empfohlen, die Pfähle bis in die dicht gelagerten Molassesande zu führen.

Als Pfahltyp eignet sich der verrohrt hergestellte Ortbeton-Bohrpfahl nach den Ausführungsrichtlinien der EN 1536.

Zur Bemessung sind die folgenden Bruchwerte anzusetzen:

Tabelle 3: Grenzwerte Spitzendruck und Mantelreibung für Großbohrpfähle in Ortbeton

	Spitzendruck			Mantelreibung
	$q_{b,k0,2}$	$q_{b,k0,3}$	$q_{b,k1,0}$	$q_{s,k}$
	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
Auffüllungen kiesig bindig	0	0	0	0
Auelehm	0	0	0	0
Niederterrassenschotter (Kiessande)	1.050	1.350	3.000	0,105
Süßwassermolasse Sande Mergel	1.750	2.250	4.000	0,150



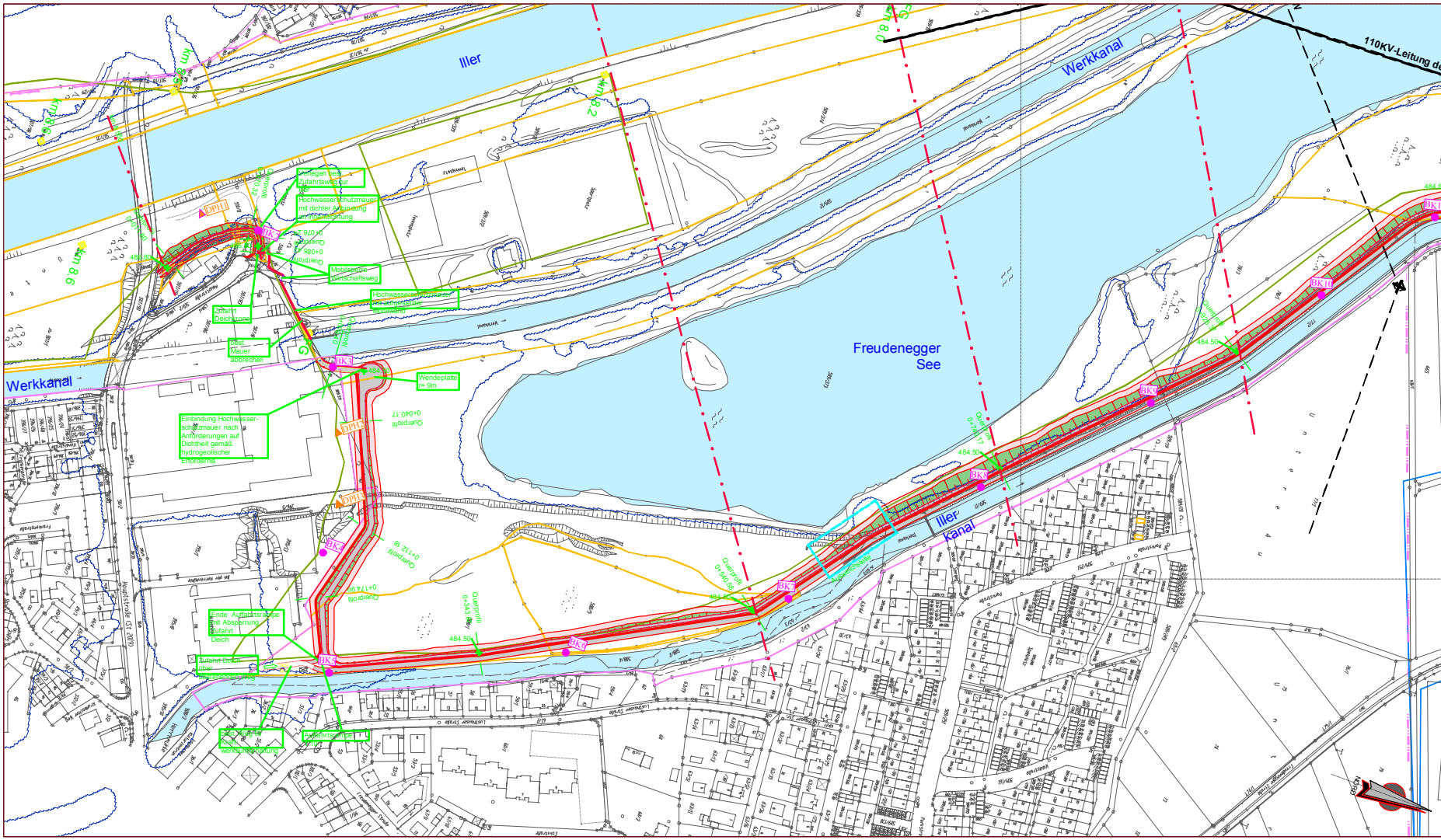
Für Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse ist für den Einzelpfahl der charakteristische Wert des Bettungsmoduls wie folgt anzusetzen:

$$k_{s,k} = E_{s,k} / D_s \text{ oder } k_{s,k} = W_{s,k} / D_s$$

$E_{s,k}$  Steifemodul Erstbelastung  
 $W_{s,k}$  Steifemodul Wiederbelastung  
 $D_s$  Pfahlschaftdurchmesser

Für die kiesigen Auffüllungen ergibt sich damit für einen Pfahl-Ø 75 cm der Wert  $k_{s,k} = E_{s,k} / D_s = 20/0,75 = 26,7 \text{ MN/m}^3$ .

Dr.-Ing. G. Ulrich  
Geotechnik GmbH



**Legende:**

- FI, km Iller
- Baugramme für Zuordnung
- Deichkronenhöhe zu Gewässerkilometer Iller
- geplante Deichkronenhöhe inkl. 1m Freibord
- Umrisslinie Überschwemmungsgebiet HW-100 Iller
- Deichkronen
- Deichverteidigungsweg
- Böschung
- Deichschutzbereich
- Innendichtung
- Absperrung Deichzufahrt
- Hochwasser-Schutzmauer
- mobiler Hochwasserschutz
- Grundstücke im Eigentum WWA
- Landschaftsschutzgebietsgrenze
- Fauna-Flora-Habitat
- Gemeinde- und Gemarkungsgrenze
- Zone III TWSG Illerauen

Genaue Festlegung der Trasse des Hochwasserschutzes und der Lage baulicher Anlagen nach örtlicher Absteckung.

**Wasserwirtschaftsamt Donauwörth**

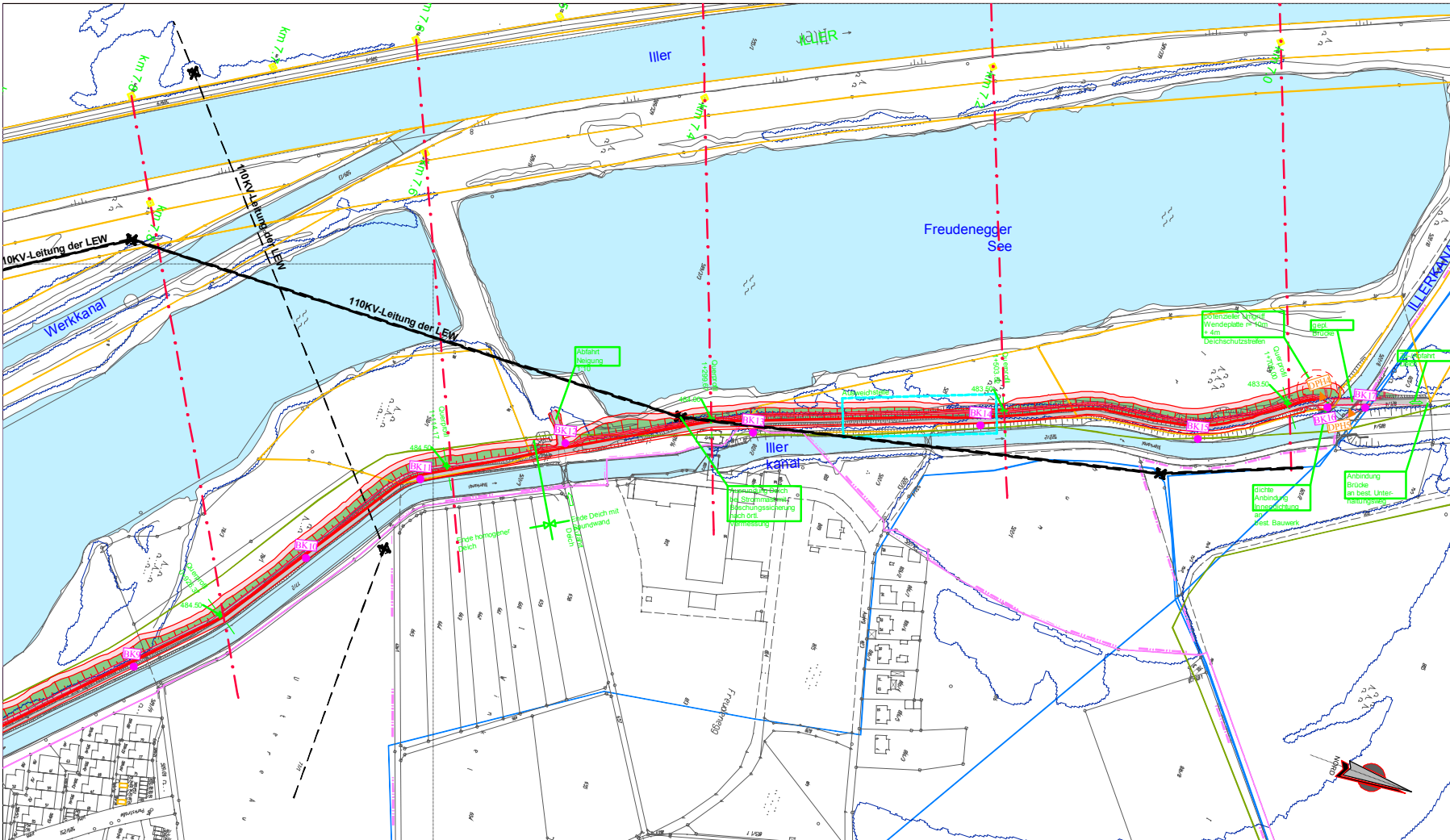
Gew I  
Iller

Hochwasserschutz Senden - ST Freudenegg, BA 05



Nachdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist ohne Genehmigung des Auftraggebers, des Landesamtes für Wasserbau, untersagt.

<b>Objekt:</b> Hochwasserschutz Senden ST Freudenegg der Gew I VORPLANUNG	<b>Anlage:</b> 2
<b>Auftraggeber:</b> Freistaat Bayern Wasserwirtschaftsamt Donauwörth Hauptstadt 21, 90509 Donauwörth, Tel. 0909703-0, Fax 0909703-104	<b>Blatt-Nr.:</b> 1
<b>Auftrag:</b> Senden Süd-100	<b>Blatt-Titel:</b>
<b>Maßstab:</b> 1:1000	<b>Blatt-Nr.:</b>
<b>Projekt:</b> UBERWEYER INGENIEURBÜRO F. UBERWEYER • B. REINHART • G. GRIEBNER	<b>Blatt-Nr.:</b>
<b>Datum:</b> 17.08.2014	<b>Datum:</b> 17.08.2014
<b>Gezeichnet:</b> [Signature]	<b>Gezeichnet:</b> [Signature]
<b>Geprüft:</b> [Signature]	<b>Geprüft:</b> [Signature]
<b>Freigegeben:</b> [Signature]	<b>Freigegeben:</b> [Signature]



- Legende:**
- ◆ Fl. km Iller
  - Baseline für Zuordnung Deichkronenhöhe zu Gewässerkilometer Iller
  - ◆ geplante Deichkronenhöhe inkl. 1m Freibord
  - Umrisslinie Überschwemmungsgebiet HW 100 Iller
  - ▬ Diachrone
  - ▬ Diachvertiefungsweg
  - ▬ Böschung
  - ▬ Deichschutzstreifen
  - ▬ Innendichtung
  - ▬ Absperrung Deichzufahrt
  - ▬ Hochwasserschutzmauer
  - ▬ mobiler Hochwasserschutz
  - Grundründe im Eigentum WWA
  - Landschaftsschutzgebietgrenze
  - Fauna-Flora-Habitat
  - Gemeinde- und Gemarkungsgrenze
  - Zone III TVSG Biberach

Genaue Festlegung der Trasse des Hochwasserschutzes und der Lage baulicher Anlagen nach örtlicher Absteckung.



Gew I  
Iller  
Hochwasserschutz Senden - ST Freudenegg, BA 05

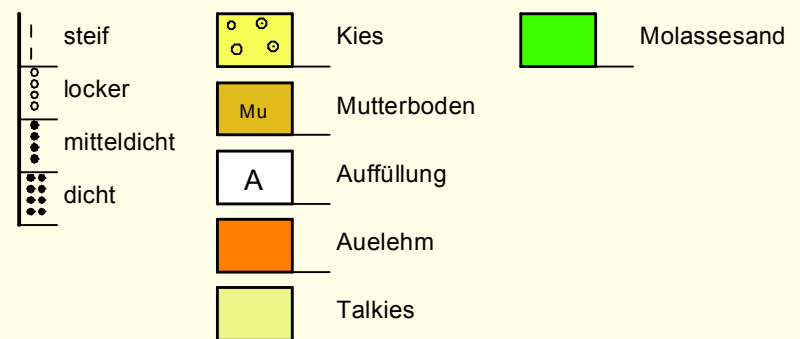


Nachdruck oder Vervielfältigung auch auszugsweise ist ohne Genehmigung des Verfassers verboten.  
Gezeichnet von: Bismarck Vertriebsgesellschaft 2010

<b>Vertrag:</b> Hochwasserschutz Senden - ST Freudenegg/ Iller/Gew I	<b>Blatt:</b> 2
<b>Werk:</b> Freistaat Bayern Wasserversorgungsamt Donauwörth Regenstraße 188/189 Donauwörth, Tel. 0907038-0, Fax 0907038-106 Neu-Ulm	<b>Blatt-Nr.:</b> 2
<b>Standort:</b> Senden <b>Blattgröße:</b> ca. 75 x 100 cm	<b>Gezeichnet:</b> 14.03.2014, JMK
<b>Skala:</b> 1:1000	<b>Geprüft:</b> 14.03.2014, JMK
<b>Werkgeber:</b> WWA <b>PLANEN + BIKON</b> GmbH	<b>Geprüft:</b> 14.03.2014, JMK
<b>Gezeichnet:</b> 27.05.2014	<b>Geprüft:</b> 27.05.2014, JMK
<b>Gezeichnet:</b> 27.05.2014	<b>Geprüft:</b> 27.05.2014, JMK

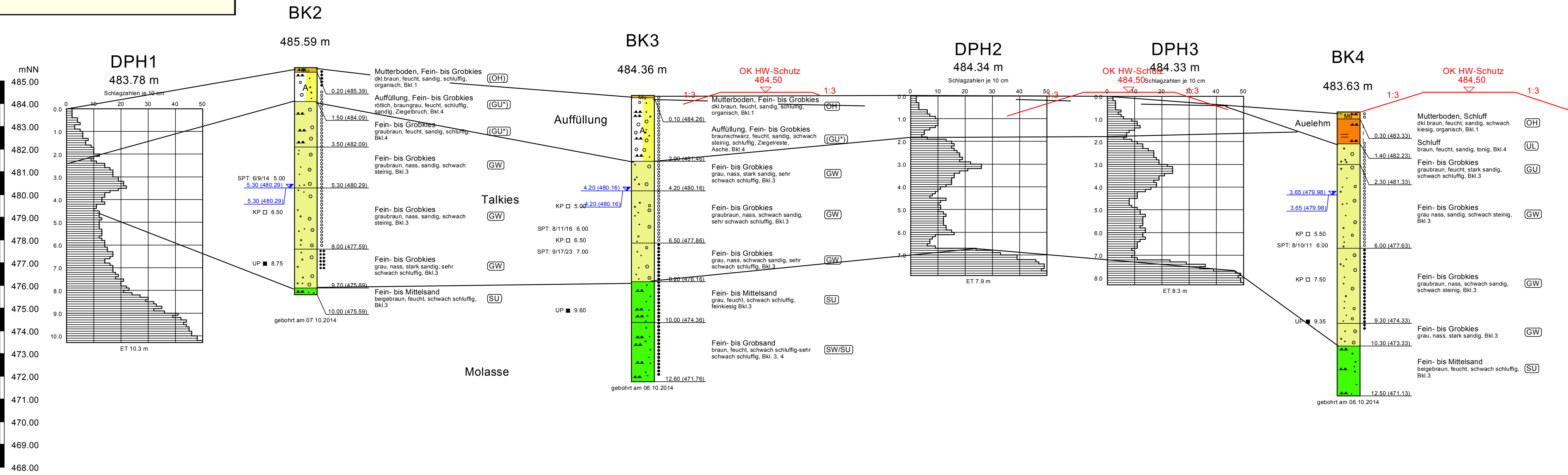
© 2010 Bismarck Vertriebsgesellschaft - 2010/2014

**Legende**



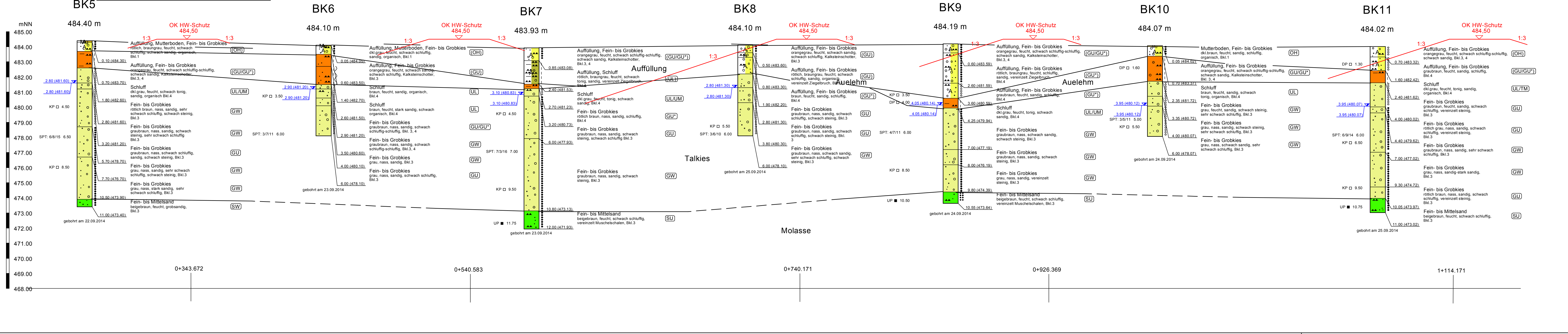
Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH Baugrundlabor Leutkirch	HWS Senden ST Freundenegg BA O5		AZ: 1312163GEO	Gezeichnet Wol
			Anlage Nr. 2.1	Sachbearbeiter UI

Baugrundaufschlüsse  
Maßstab der Höhe 1:100

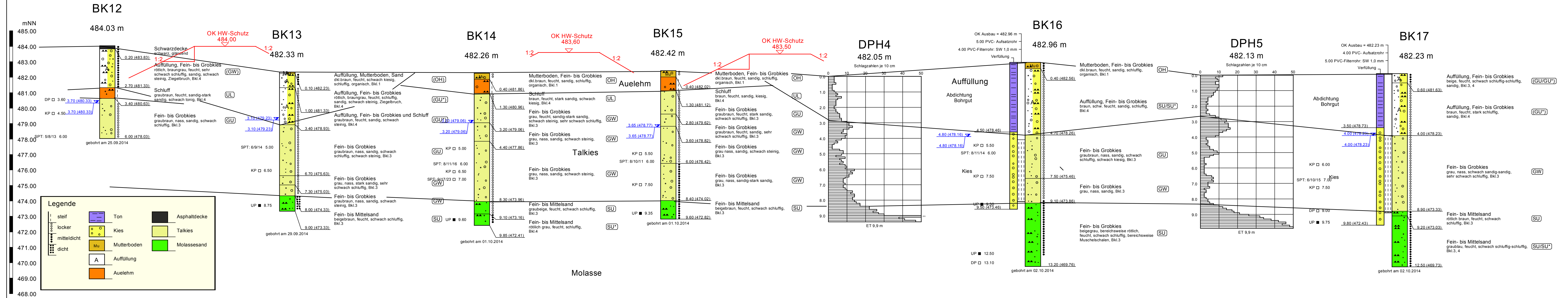


**Legende**

steif	Schluff	Talkies
weich - steif	Kies	Molassesand
locker	Mutterboden	
mitteldicht	Auffüllung	
dicht	Auelehm	



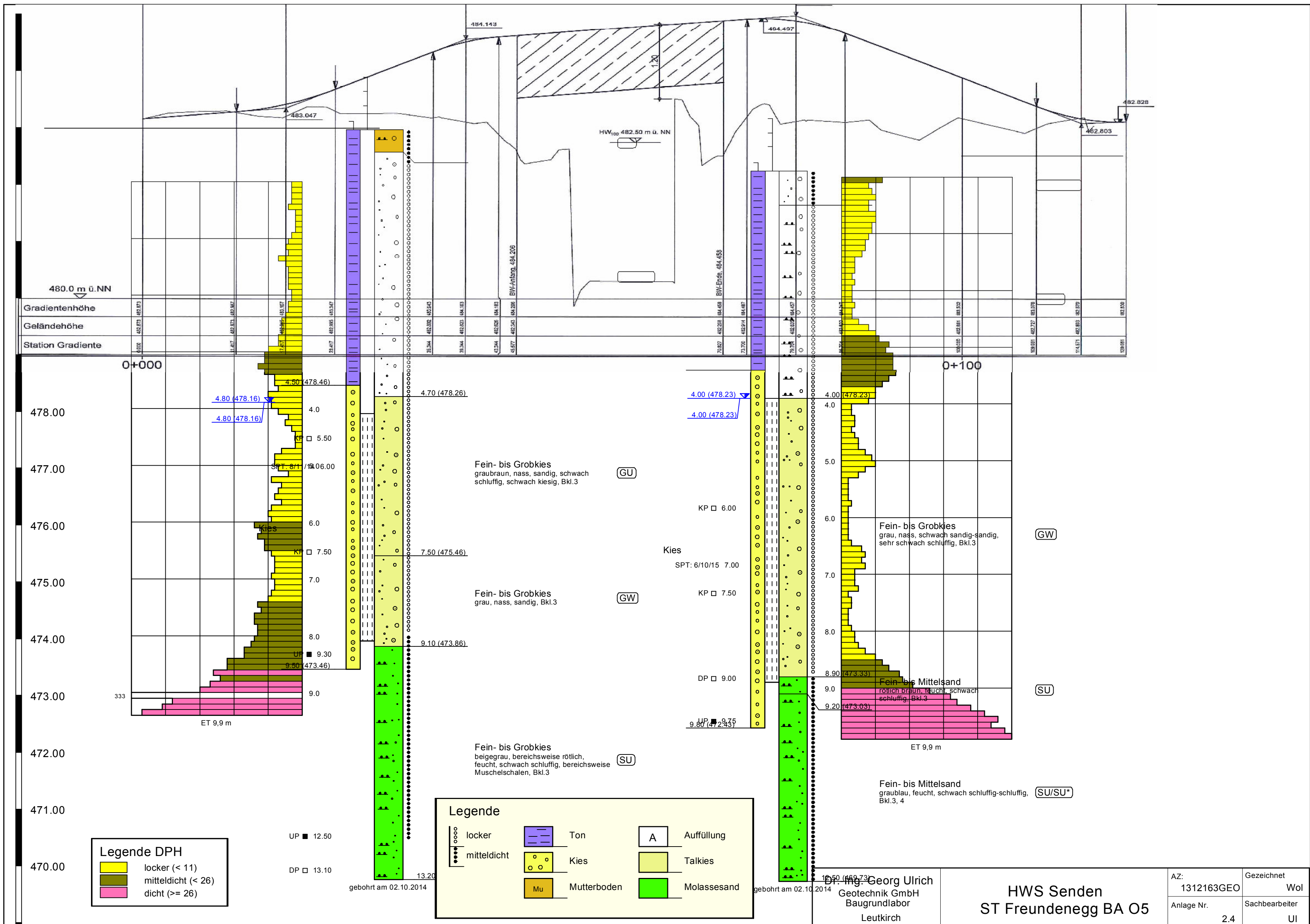
Baugrundaufschlüsse  
Maßstab der Höhe 1:100



1+299.672

1+503.521

1+705.997



**Legende DPH**

	locker (< 11)
	mitteldicht (< 26)
	dicht (>= 26)

**Legende**

	locker		Ton		Auffüllung
	mitteldicht		Kies		Talkies
	Mutterboden		Molassesand		

Dr.-Ing. Georg Ulrich  
 Geotechnik GmbH  
 Baugrundlabor  
 Leutkirch

HWS Senden  
 ST Freundeneegg BA O5

AZ:	1312163GEO	Gezeichnet	Wol
Anlage Nr.	2.4	Sachbearbeiter	UI





**Laboratoriumsbefund Nr.:**

**AZ 1312163GEO**

**Bestimmung des Wassergehaltes DIN 18 121**

Projekt: **Hochwasserschutz Senden**

ST Freudeneegg BA 05

Entnahmedatum: 22.-30.09.2014

Sachbearbeiter: Ki

Bearbeitungsdatum: 07.10.2014

Zeile	Entnahmeart Kernbohrung Schürfe	Entnahme- stelle	Entnahme- tiefe m	Wasser- gehalt %	Bodenart
1	B	4	12,5 - 12,75	<b>26,2</b>	Molassesand
2	B	6	2,0 - 2,25	<b>27,0</b>	Auelehm
3	B	7	11,75 - 12,0	<b>23,1</b>	Molassesand
4	B	9	4,0 - 4,25	<b>8,5</b>	Auelehm
5	B	9	10,3 - 10,55	<b>20,1</b>	Molassesand
6	B	11	10,75 - 11,0	<b>16,3</b>	Molassesand
7	B	13	8,75 - 9,0	<b>20,8</b>	Molassesand
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH  
 Baustoff- und Bodenprüfstelle  
 Zum Brunnentobel 6  
 88299 Leutkirch

Datum: 07.10.2014

Bearbeiter: KI

# Körnungslinie DIN 18 123

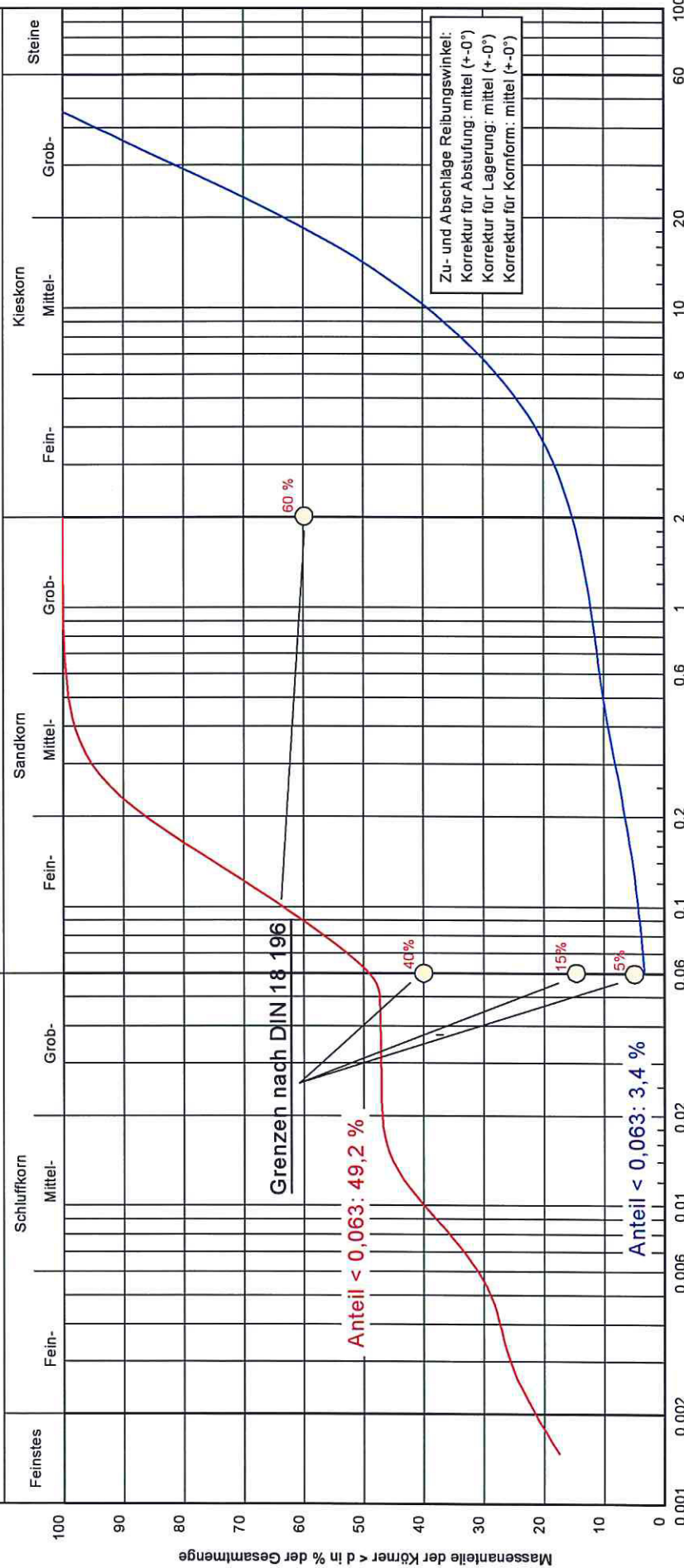
## Hochwasserschutz Senden

### ST Freudenegg BA 05

Prüfungsnummer: 1312163GEO  
 Probe entnommen am: 09.2014  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Siebanalyse

### Schlammkorn

### Siebkorn



Labornummer	KGV01
Entnahmestelle	B8
Tiefe	4,0 m bis 5,0 m
Bodenart	G, s'
U/Cc	38,8/5,1
k-Wert / Malle/Paquant	6,6 · 10 <sup>-2</sup>
Bodengruppe	GI
Reibungswinkel	39,6

Labornummer	KGV02
Entnahmestelle	B6
Tiefe	2,0 m bis 2,25
Bodenart	S, t, u
U/Cc	-/-
k-Wert / Malle/Paquant	1,7 · 10 <sup>-9</sup>
Bodengruppe	GI
Reibungswinkel	27,7

AZ:  
 1312163GEO  
 Anlage:  
 3.2

Bemerkungen:  
**Talkies**  
**Auelehm**



**Laboratoriumsbefund Nr.**

**AZ 1312163GEO**

**Bestimmung der Wichte nach DIN 18125**

Projekt: **Hochwasserschutz Senden  
 ST Freudeneegg BA 05**

Entnahmestelle: **BK1 und BK2**

Datum: **07.10.2014**

geprüft: UI

Entnahmestelle		B13	
Tiefe	m	8,75 m bis 9,0 m	
Bodenart		Molassesand	
Größtkorn:	mm		
nat. Wassergehalt	%	20,8	
Feuchtraumwichte	kN/m <sup>3</sup>	19,88	
Trockenraumwichte	kN/m <sup>3</sup>	16,46	
Auftriebsraumwichte	kN/m <sup>3</sup>	10,32	
Kornwichte <sup>1</sup>	kN/m <sup>3</sup>	26,8	
Porenanteil	n	0,386	
Sättigungszahl	%	88,7	

1: Korndichte laut Angaben Fachliteratur!



**Laboratoriumsbefund Nr.:** AZ 1312163GEO

**Bestimmung der undränierten Scherfestigkeit  
 Flügelsondierung nach DIN 4096**

**Projekt:** Hochwasserschutz Senden  
 ST Freudeneegg BA 05

**Sachbearbeiter:** Beu

**Datum:** 07.10.2014

Zeile	Lage	Prüf- tiefe m	Messwert	Undränierte Scherfestigkeit C <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	Bodenart
1	B6	2,0 m - 2,25 m	1,0	20	Auelehm
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					

**Bemerkung:** Verwendung kleiner Flügel  
 Umrechnungsfaktor 20

Dr.-Ing. Georg Ulrich  
 Baustoff- und Bodenprüfstelle  
 Zum Brunnentobel 6  
 88299 Leutkirch

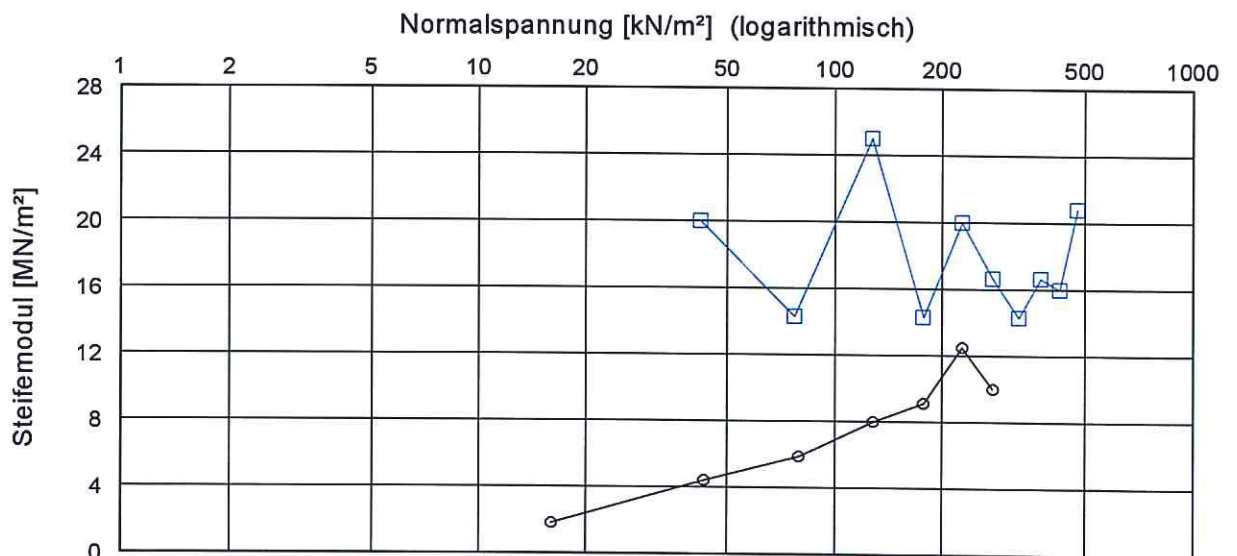
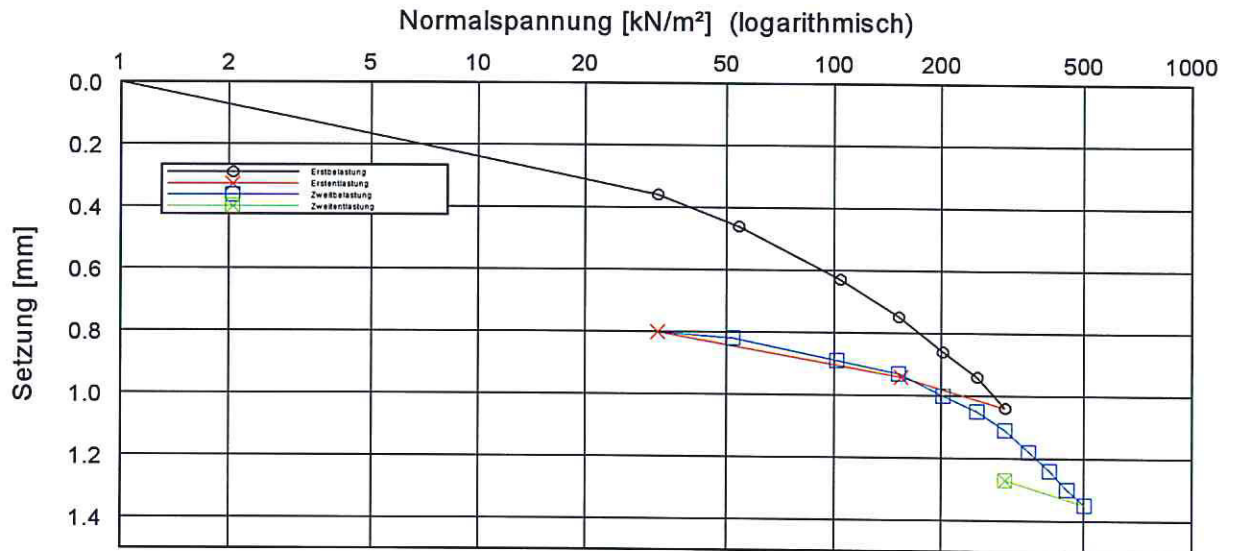
AZ: 1312163GEO  
 Anlage: 3.5

**Kompressionsversuch**  
 mit behinderter Seitenausdehnung  
**Hochwasserschutz Senden**  
 ST Freudeneegg BA 05

Prüfungsnummer: 1312163GEO-Ödo01  
 Entnahmestelle: B6  
 Tiefe: 2,0 m bis 2,25 m  
 Bodenart: Auelehm  
 Art der Entnahme: ungestört  
 Probe entnommen am: 09.2014

Bearbeiter: Kü/Ki

Datum: 07.10.2014



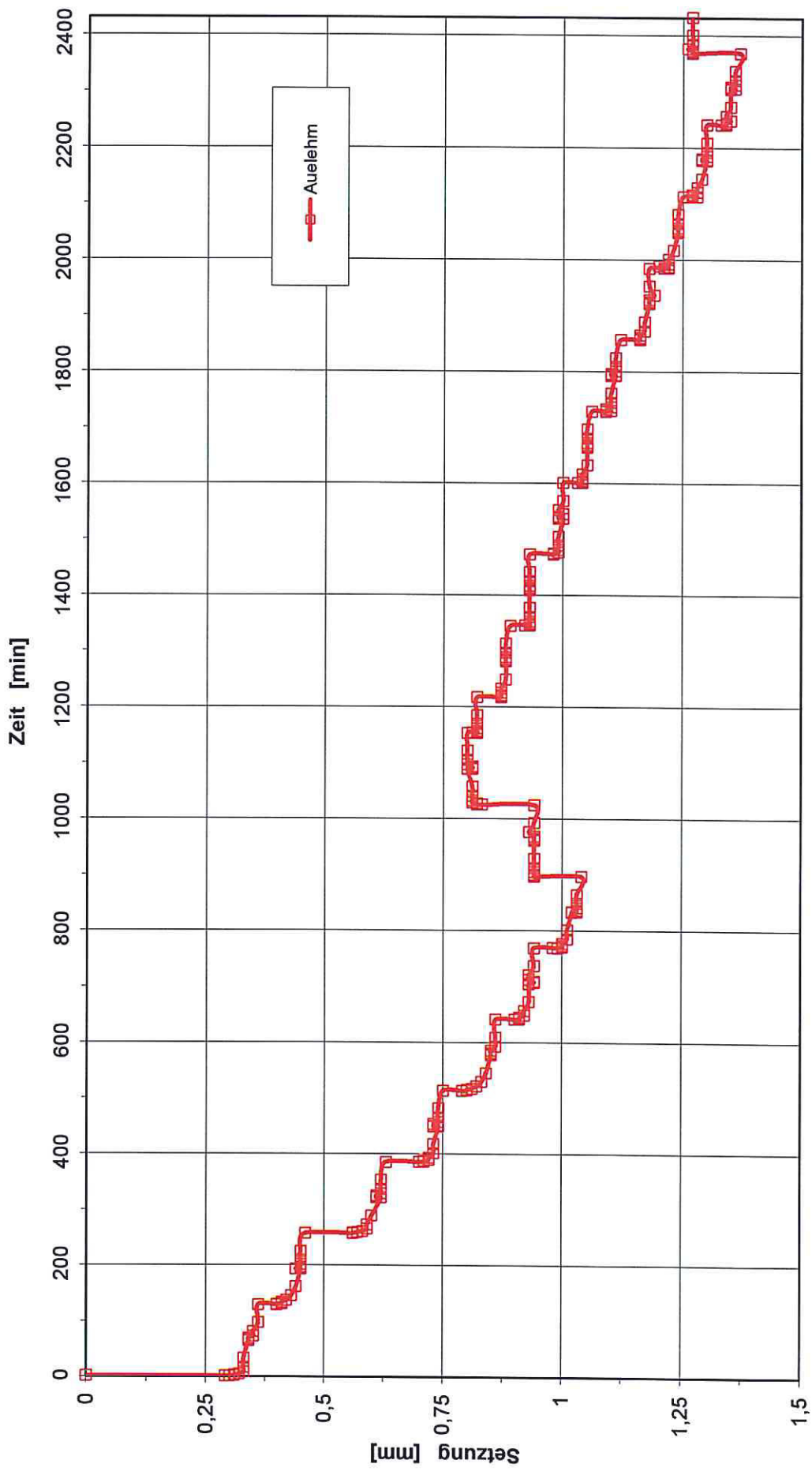
Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	0,0	32,0	54,0	104,0	152,0	202,0	252,0	302,0	154,0	32,0	52,0	102,0	152,0	202,0	252,0	302,0	352,0	402,0	450,0	502,0	302,0
Meßuhrablesung [mm]	0,000	0,360	0,460	0,630	0,750	0,860	0,940	1,040	0,940	0,800	0,820	0,890	0,930	1,000	1,050	1,110	1,180	1,240	1,300	1,350	1,270
Steifemodul [MN/m <sup>2</sup> ]		1,8	4,4	5,9	8,0	9,1	12,5	10,0	-	-	20,0	14,3	25,0	14,3	20,0	16,7	14,3	16,7	16,0	20,8	-

Einbauhöhe [mm] = 20.000

w (vorher) [%] = 27,0

Probendurchmesser [mm] = 80,00

### Oedometer Zeit-Setzungs-Diagramm



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ

1312163GEO

Anlage Nr.

4.1

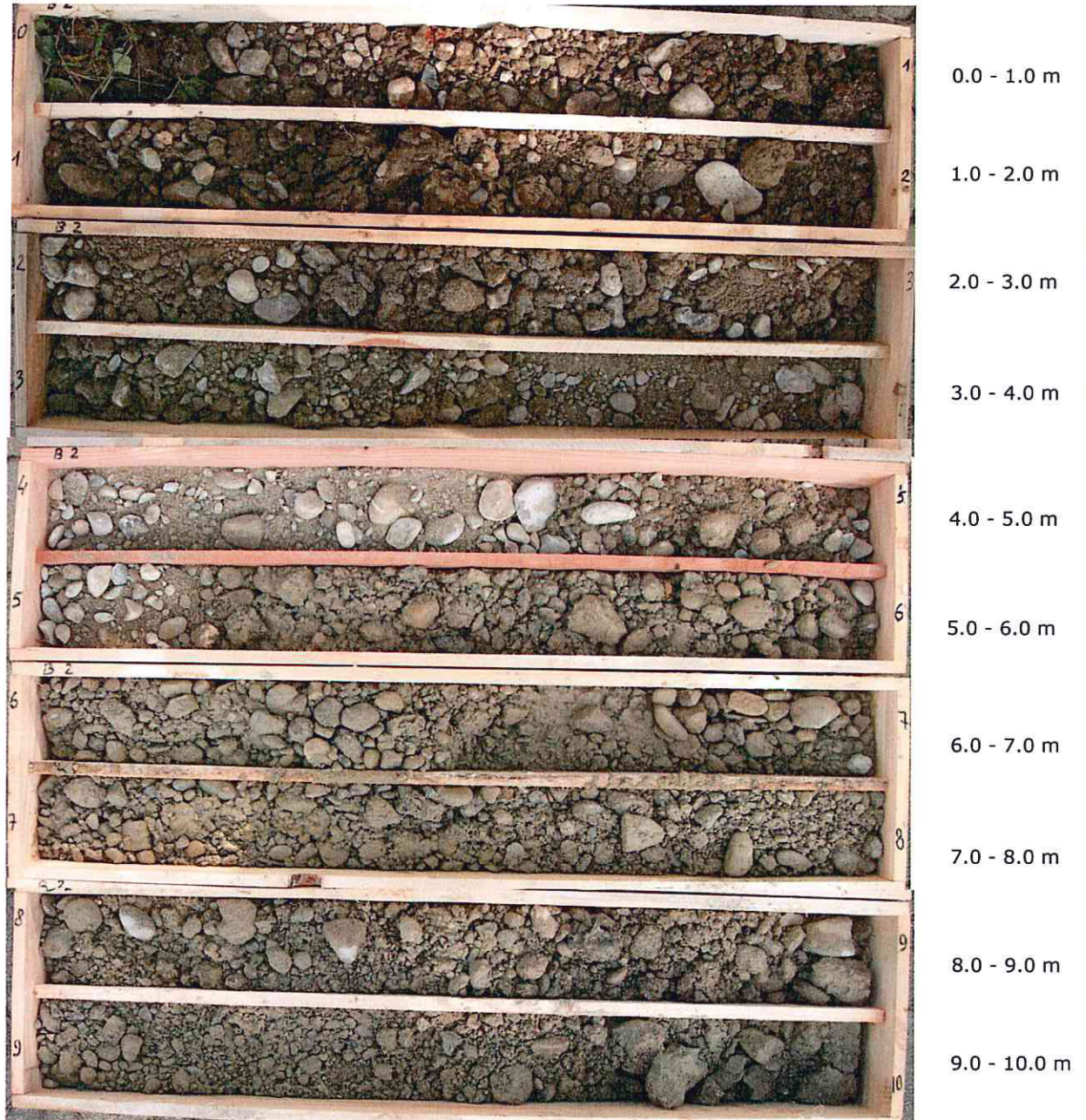
gezeichnet

Br

geprüft

UI

Fotodokumentation  
BK2/14; 0.00 m - 10.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

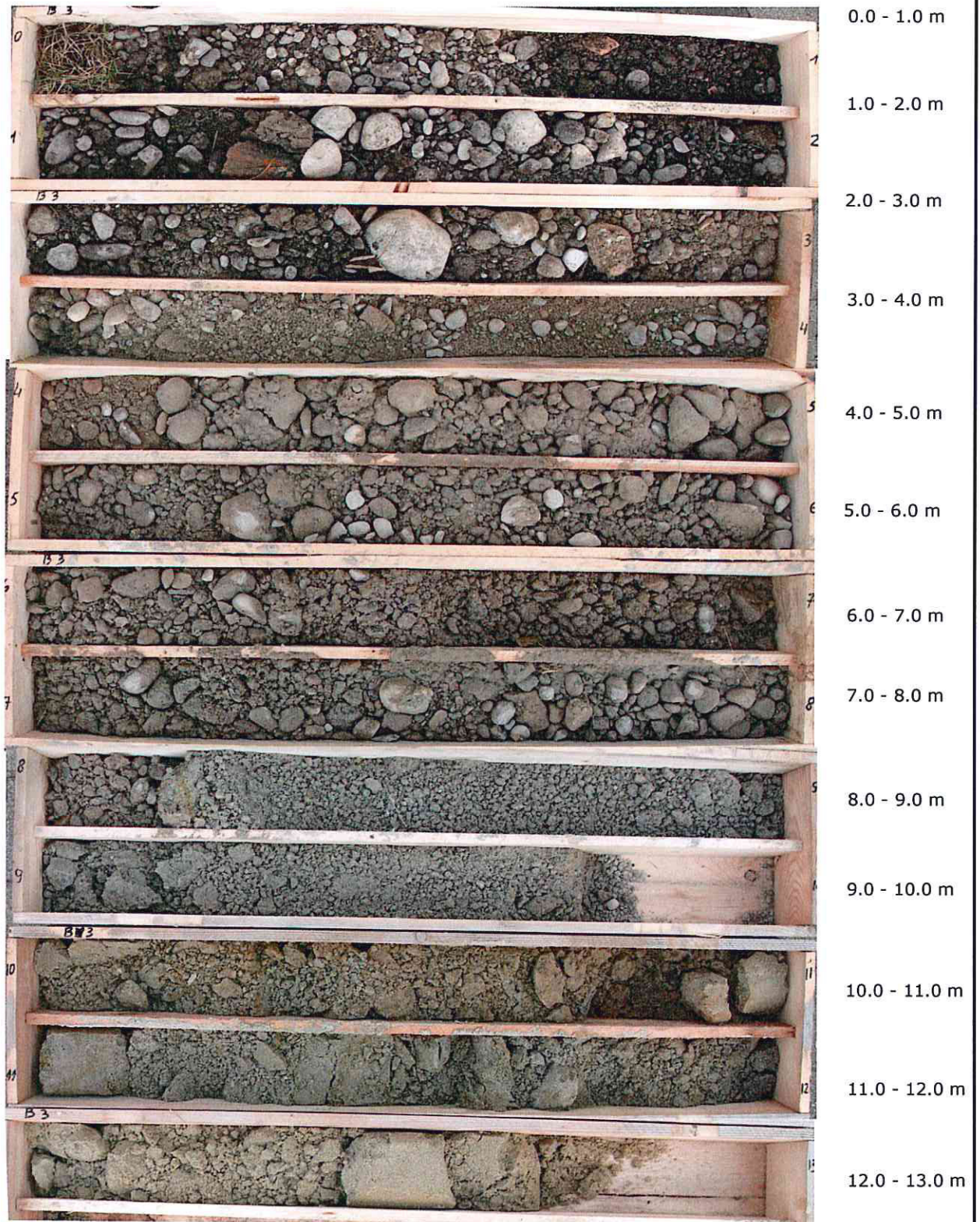
AZ  
1312163GEO

gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
4.2

geprüft  
UI

Fotodokumentation  
BK3/14; 0.00 m - 13.00 m





**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ  
1312163GEO

gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
4.3

geprüft  
UI

Fotodokumentation  
BK4/14; 0.00 m - 11.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ  
1312163GEO

gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
4.4

geprüft  
UI

Fotodokumentation  
BK5/14; 0.00 m - 11.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ  
1312163GEO

gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
4.5

geprüft  
UI

Fotodokumentation  
BK6/14; 0.00 m - 6.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

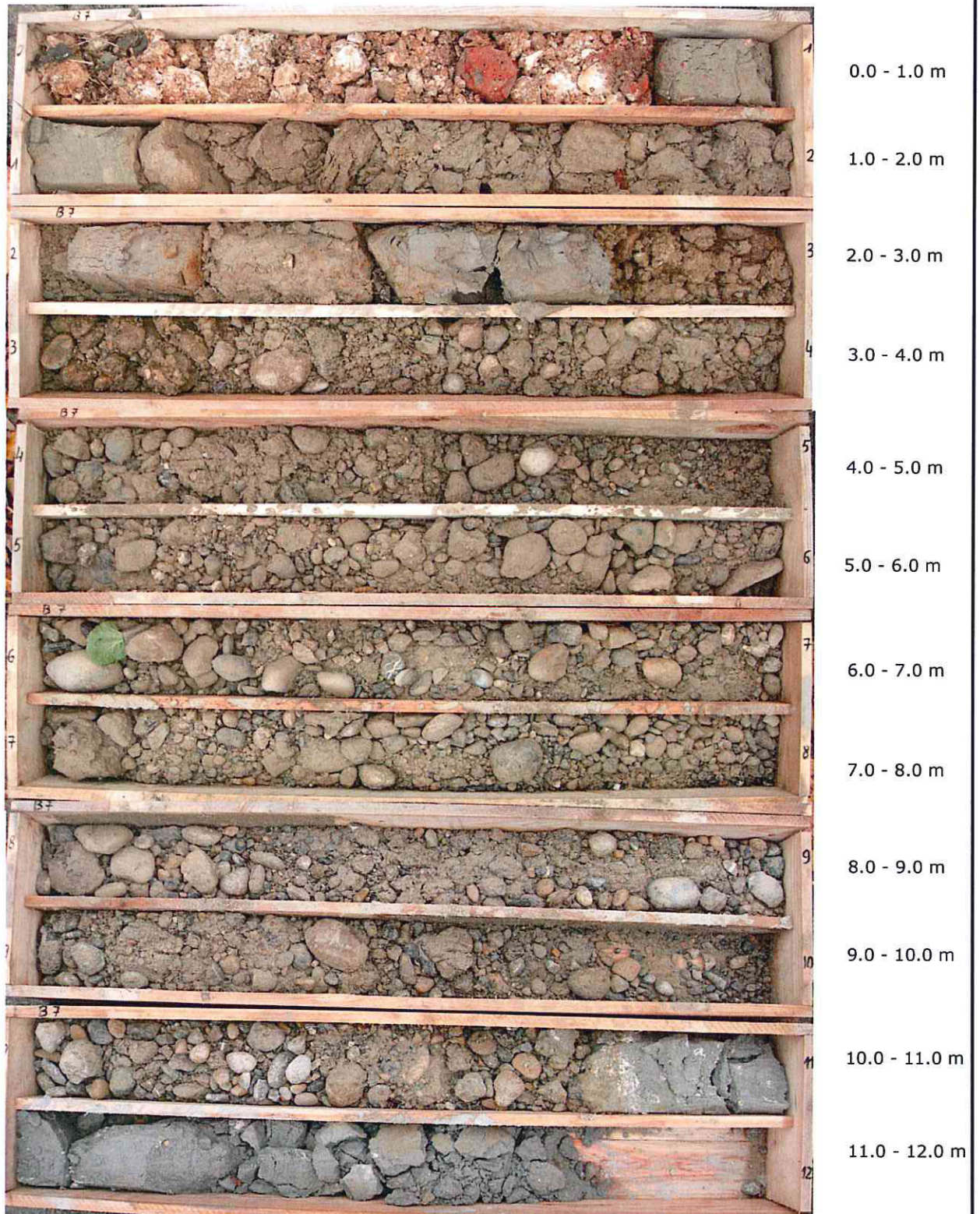
AZ  
1312163GEO

gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
4.6

geprüft  
UI

Fotodokumentation  
BK7/14; 0.00 m - 12.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ  
1312163GEO

gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
4.7

geprüft  
Ul

Fotodokumentation  
BK8/14; 0.00 m - 6.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

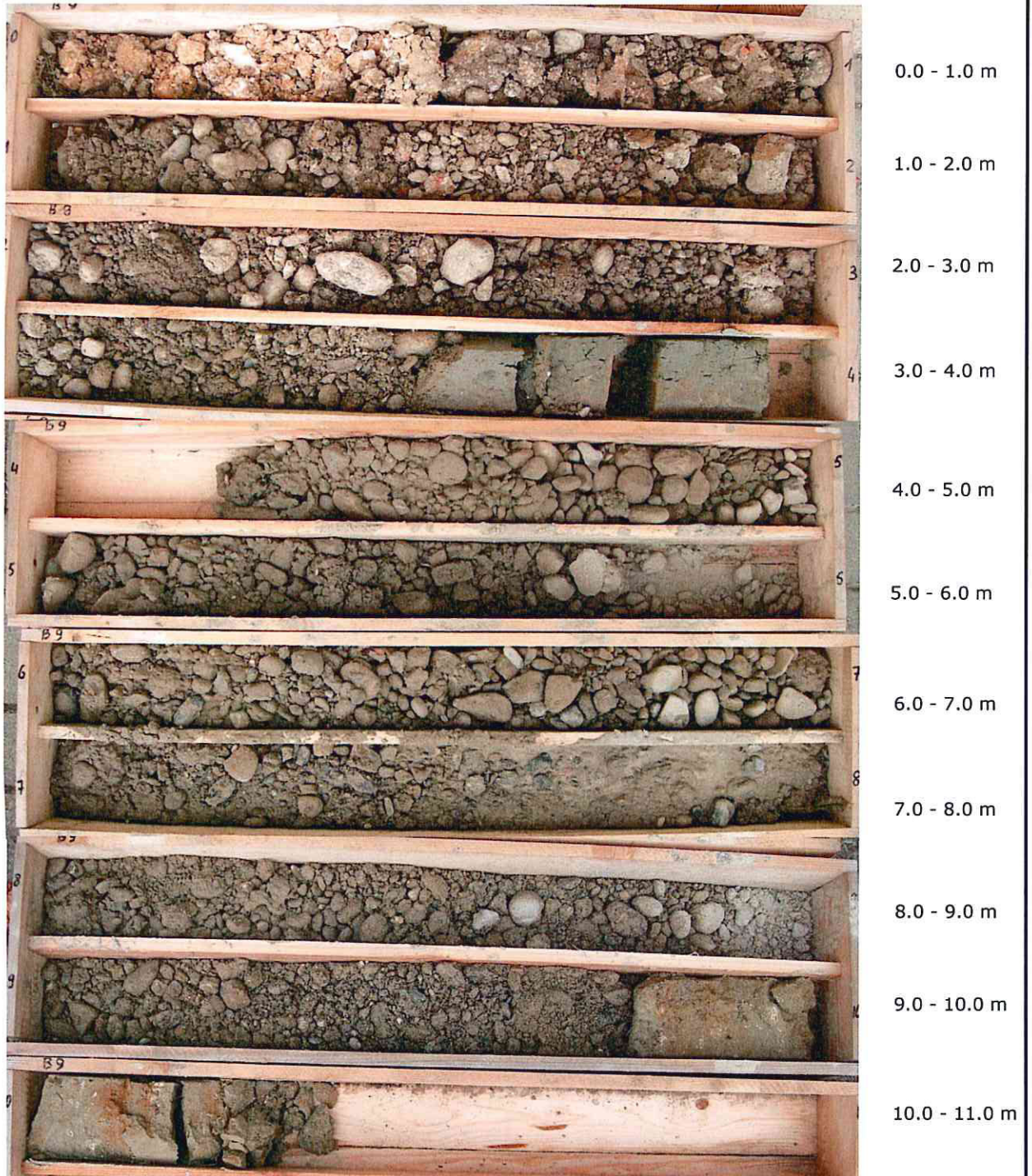
AZ  
1312163GEO

gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
4.8

geprüft  
UI

Fotodokumentation  
BK9/14; 0.00 m - 11.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ  
1312163GEO

gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
4.9

geprüft  
Ul

Fotodokumentation  
BK10/14; 0.00 m - 6.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

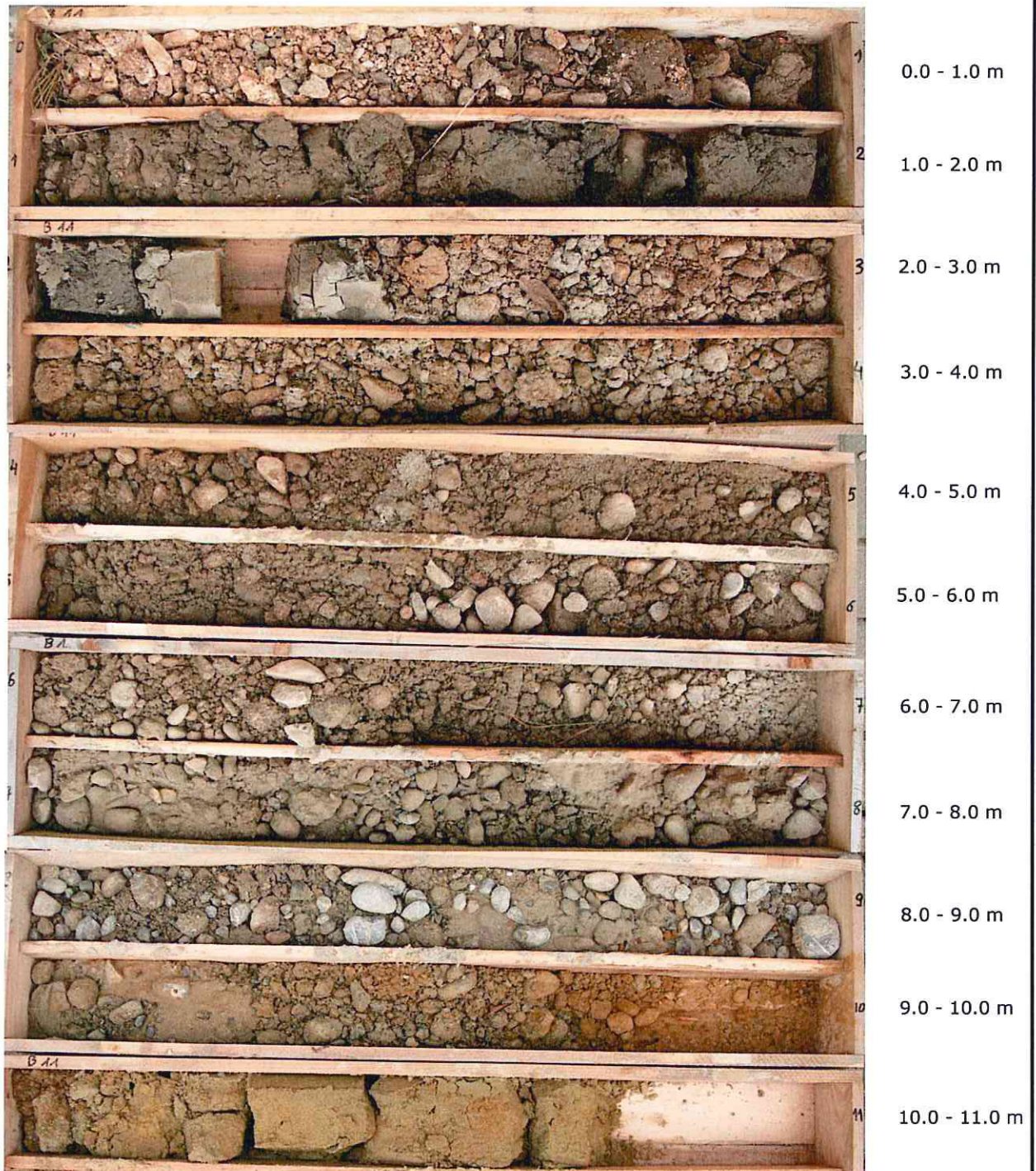
AZ  
1312163GEO

gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
4.10

geprüft  
UI

Fotodokumentation  
BK11/14; 0.00 m - 11.00 m





**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ

1312163GEO

Anlage Nr.

4.11

gezeichnet

Br

geprüft

UI

Fotodokumentation  
BK12/14; 0.00 m - 6.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ

1312163GEO

Anlage Nr.

4.12

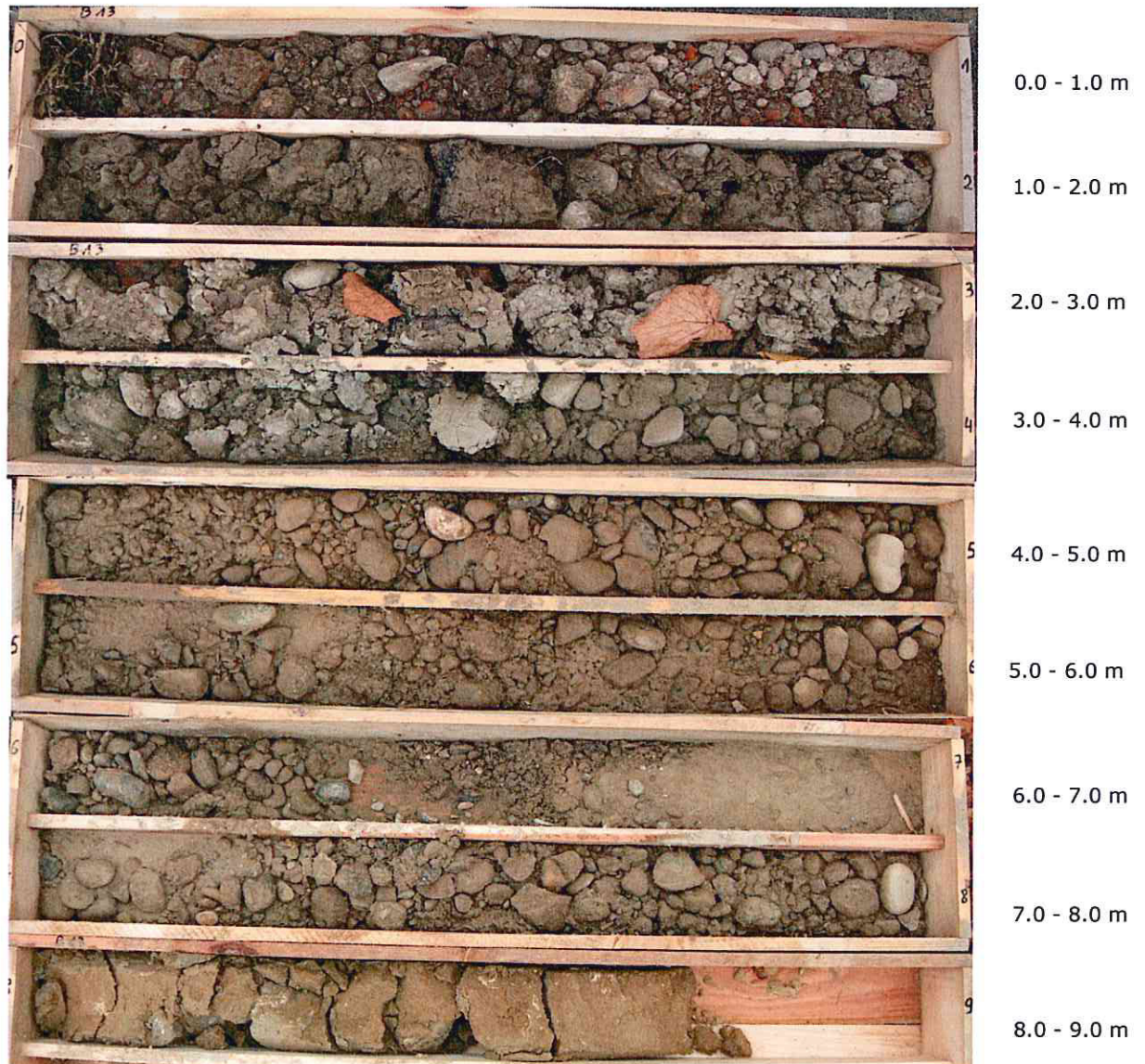
gezeichnet

Br

geprüft

UI

Fotodokumentation  
BK13/14; 0.00 m - 9.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ

1312163GEO

Anlage Nr.

4.13

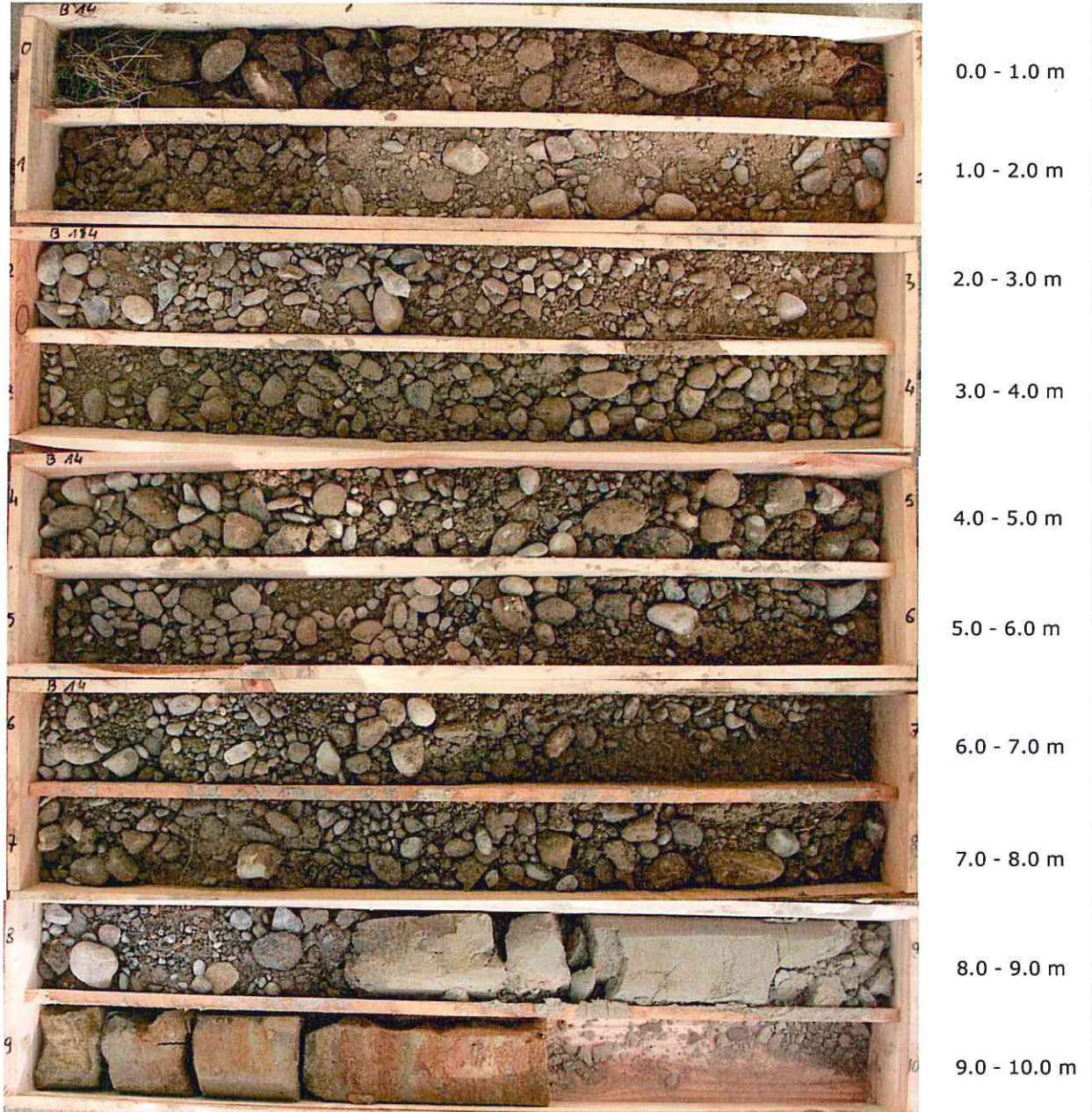
gezeichnet

Br

geprüft

UI

Fotodokumentation  
BK14/14; 0.00 m - 10.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ

1312163GEO

Anlage Nr.

4.14

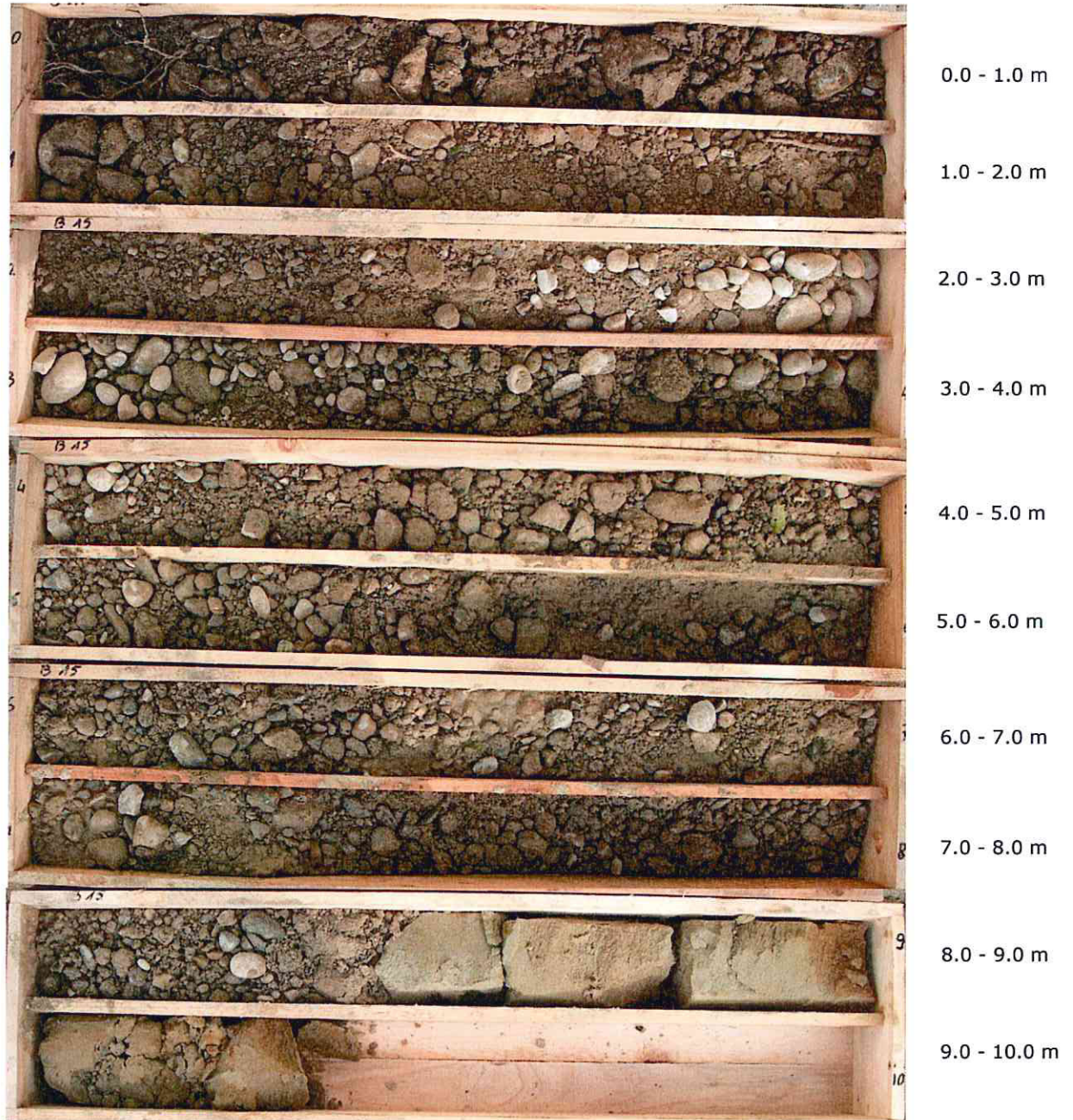
gezeichnet

Br

geprüft

Ul

Fotodokumentation  
BK15/14; 0.00 m - 10.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ

1312163GEO

Anlage Nr.

4.15

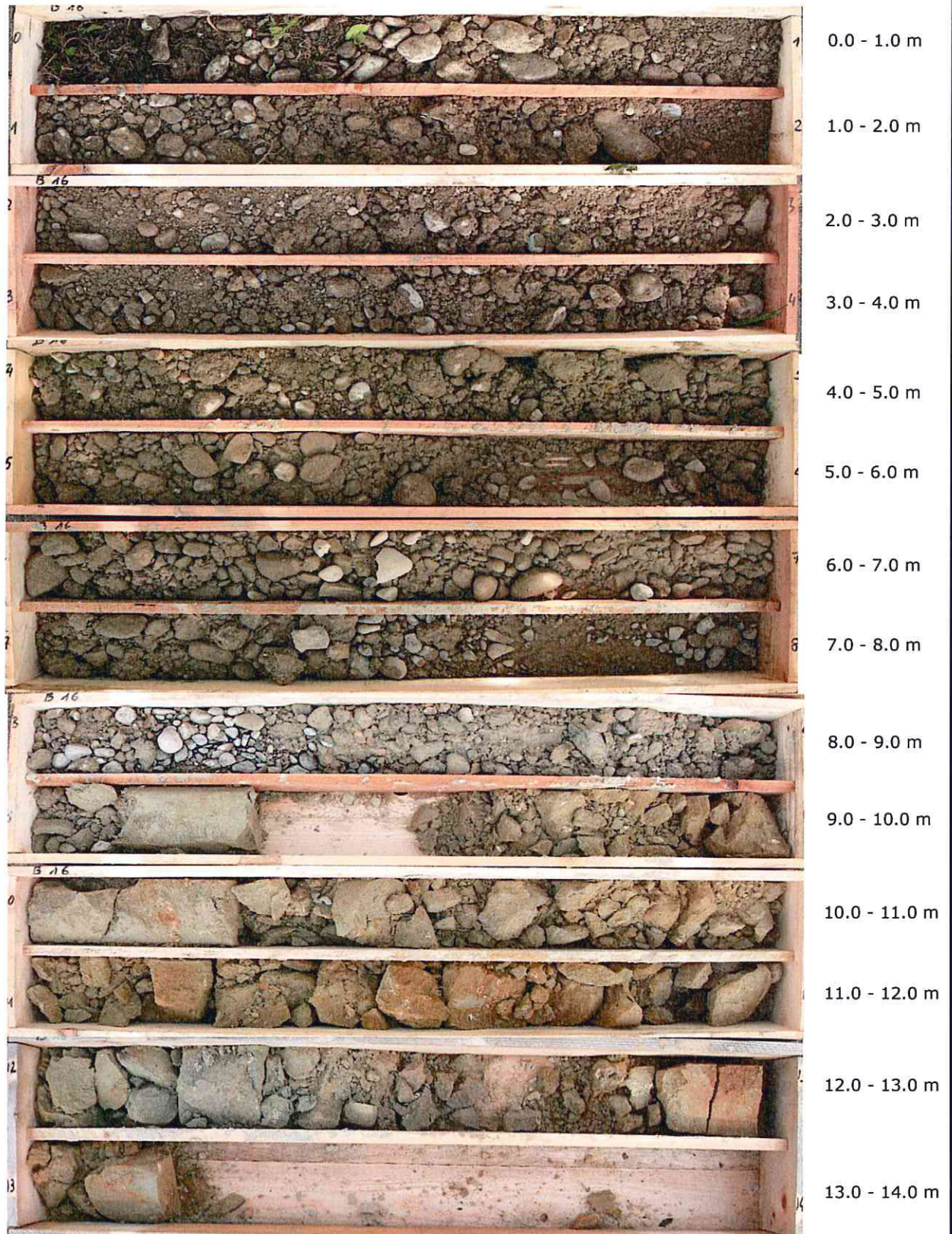
gezeichnet

Br

geprüft

UI

Fotodokumentation  
BK16/14; 0.00 m - 14.00 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**

Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

HWS Senden  
ST Freudeneegg, BA 05

AZ

1312163GEO

Anlage Nr.

4.16

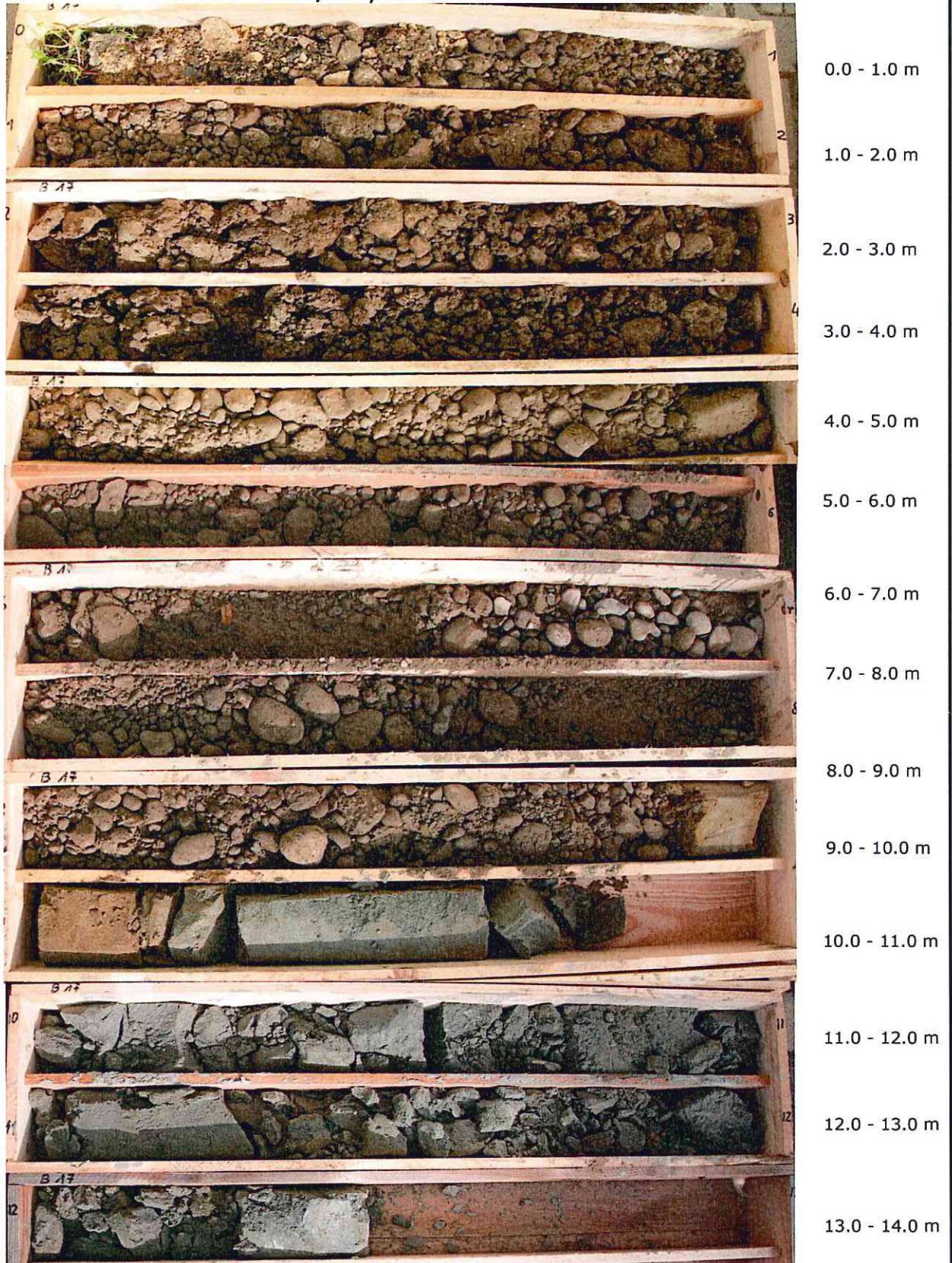
gezeichnet

Br

geprüft

UI

Fotodokumentation  
BK17/14; 0.00 m - 13.00 m





AZ 1312163

Anlage 5.1

## STANDARD PENETRATION VERSUCHE IM BOHRLOCH

Hochwasserschutz Senden BA05-ST Freudeneegg

Bohrung	Tiefe m uGel	Schlagzahl				Konsistenz	Lagerungszustand	Bodenart	geologische Einheit
		0 - 15 cm	15 -30 cm	30 - 45 cm	15-45 cm				
BK2/14	5,00	6	9	14	23		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, stark sandig, schw. Steinig	Talkies
BK3/14	6,00	8	11	16	27		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, sehr schw. Schluffig	Talkies
BK3/14	7,00	9	17	23	40		dicht	Fein- bis Grobkies, sandig, sehr schw. Schluffig	Talkies
BK4/14	6,00	8	10	11	21		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, schw. Kiesig	Talkies
BK5/14	6,50	6	8	15	23		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, schw. schluffig	Talkies
BK6/14	6,00	3	7	11	18		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, schw. schluffig	Talkies
BK7/14	7,00	7	3	16	19		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, schw. steinig	Talkies
BK8/14	6,00	3	6	10	16		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, schw. sandig, sehr schw. schluffig	Talkies
BK9/14	6,00	4	7	11	18		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, schw. sandig, schw. steinig	Talkies
BK10/14	5,00	3	5	11	16		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, sehr schw. schluffig	Talkies
BK11/14	6,00	6	9	14	23		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, schw. schluffig	Talkies
BK12/14	6,00	5	8	13	21		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, schw. Schluffig	Talkies
BK13/14	5,00	6	9	14	23		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, schw. schluffig, steinig	Talkies
BK14/14	6,00	8	11	16	27		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, schw. steinig	Talkies
BK14/14	7,00	9	17	23	40		dicht	Fein- bis Grobkies, sandig, schw. steinig	Talkies
BK15/14	6,00	8	10	11	21		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, schw. Schluffig	Talkies
BK16/14	6,00	8	11	14	25		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, sandig, sehr schw. Schluffig	Talkies
BK17/14	7,00	6	10	15	25		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, stark sandig	Talkies