



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

Gemeinde Erolzheim  
Marktplatz 7

88453 Erolzheim

über: IB Funk, Riedlingen  
per E-Mail: r.funk@ibfunk.de

Baugrund  
Geologie  
Hydrogeologie  
Altlasten

Gründungsplanung  
Grundbaustatik  
Simulationsrechnungen

Baugrund-Dynamik

Grundwassermodellierungen

Pfahlintegritätskontrolle  
Erschütterungsmessungen

Bodenmechanisches Labor

Bohrtechnik

Brunnenbau

Sachverständigengutachten

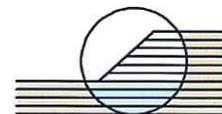
Bearbeiter	Telefon	AZ	Vorgang	Datum
Dipl.-Geogr. Olaf Kurz	07561 - 9863 - 17	1703046geo	200554	19.06.2017

## Gde. Erolzheim

Erschließung Baugebiet „Helsenäcker II“

## Geotechnischer Untersuchungsbericht

<b>Inhalt</b>	1	Veranlassung
	2	Baugrund
	2.1	Geomorphologie, Schichtenfolge, Schichtbeschreibung
	2.2	Geotechnische Klassifizierungen
	2.3	Bodenkennwerte
	2.4	Umwelt- und abfalltechnische Einschätzung
	3	Grundwassersituation
	4	Versickerung
	5	Geothermische Nutzung
	6	Geotechnische Beurteilung des Bauvorhabens
	6.1	Tragfähigkeitsbeurteilung
	6.2	Gründung
	6.3	Abdichtungsmaßnahmen
	6.4	Erdarbeiten, Baugrubensicherung, Wasserhaltung
	6.5	Baubegleitende Maßnahmen
	6.6	Kanalarbeiten
	6.7	Verkehrsflächen



<b>Anlagen</b>	1.1	Übersichtslageplan
	1.2	Lageplan Baugrundaufschlüsse
	1.3	GK Koodinaten Baugrundaufschlüsse
	2.1	Baugrundprofile
	3.1-6	Bodenmechanische Laborversuche Kornverteilung, Wassergehalte, Konsistenz, Einaxiale Druckfestigkeit, Oedometer, Wichte
	4.1-2	Bodenmechanische Feldversuche Lagerungsdichte (SPT), Stichtagsmessungen
	5.1-6	Fotodokumentation Bohrkerne
	6.1	Isolinien Grundwasserstand, Stichtag 13.06.2017
	7.1-2	Kartenansicht geothermische Effizienz
	8.1	Kartenansicht Quell- und Wasserschutzgebiete

### **Unterlagen**

- [1] IB Funk, Riedlingen: Vorentwurf Bebauungsplan „Baugebiet Helsenäcker II“, M 1: 500, Stand: 01.03.2017
- [2] Vorläufige geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25.000 Blatt 7926 Rot a. d. Rot
- [3] Regierungspräsidium Freiburg, Geoportal des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Fachanwendung Geothermische Effizienz, M 1:50.000 ([www.maps.lrgb-bw.de](http://www.maps.lrgb-bw.de))
- [4] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Daten- und Kartendienste Wasserschutzgebiete und Quellenschutzgebiete ([www.udo.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.udo.lubw.baden-wuerttemberg.de))
- [5] Bohrkerne und Bodenproben der Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH, Leutkirch



## **1 Veranlassung**

Die Gemeinde Erolzheim beabsichtigt in ihrer Gemarkung Edelbeuren das Baugebiet „Helsenäcker II“ zu erschließen.

Mit E-Mail vom 01.03.2017 wurde die Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH, Leutkirch, von der Gemeinde Erolzheim mit der Baugrunderkundung und der geotechnischen Beratung gemäß Angebot vom 28.02.2017 beauftragt.

Im Zeitraum vom 08. - 13.06.2017 wurden die folgenden, im Lageplan Anlage 1.2, gekennzeichneten Baugrundaufschlüsse ausgeführt:

BK1-6 Rammkernbohrung, Bohr-Ø 200 mm, verrohrt, Kern-Ø 100 mm DIN 4021

## **2 Baugrund**

### **2.1 Geomorphologie, Schichtenfolge, Schichtenbeschreibung**

Das geplante Baugebiet „Helsenäcker II“ liegt am östlichen Ortsrand von Edelbeuren, auf den östlich des Rottals ansteigenden Molassehöhen. Die momentan landwirtschaftlich genutzte Fläche grenzt östlich direkt an die bestehende Bebauung (Rosenstraße) an, die westliche Begrenzung bildet ein Wirtschaftsweg. Im Süden verläuft die K 7580 (Erolzheimer Straße), nördlich befinden sich weitere landwirtschaftlich genutzte Flächen. Das Gelände fällt vom bestehenden Wohnviertel von rd. 564 mNN auf etwa 557 mNN in westliche und südwestliche Richtung zum Rottal hin ab.

Das zur Entwässerung der neuen Siedlung geplante Regenrückhaltebecken soll im südlichen Teil des Baugebietes entstehen.

Der Untergrund wird von den Schichten der Oberen Süßwassermolasse aufgebaut, die im Tertiär in einem Senkungstrog am Rand der sich zum Hochgebirge entwickelnden Alpen abgelagert wurden. In den Kaltzeiten des Quartär entstand das Rottal als Erosionseinschnitt in den tertiären Felssockel. Neben Hangschutt aus den höhergelegenen Bereichen und jungen Talfüllungen über würmzeitlichen Schottern finden sich unmittelbar im Rottal auch risszeitliche Schotter. Ältere Schotter (Haslach-Mindel-Komplex) sind, von wenigen Ausnahmen abgesehen, an den östlichen Talflanken weitgehend abgetragen oder umgelagert worden, so dass der tertiäre Sockel hier nur mehr eine geringmächtige Überdeckung aus Hangschutt bzw. Verwitterungsdecke aufweist. An den westlichen Talflanken sind die älteren Schotter noch flächenhaft vorhanden. Die Hochgebiete unterliegen den Einflüssen von Verwitterung und Erosion, so dass es zur Ausbildung einer Verwitterungsdecke kam und Bodenbildung einsetzte.



Das geologische Grundsatzprofil im Baufeld lässt sich damit vereinfacht wie folgt gliedern:

- |                          |         |
|--------------------------|---------|
| : Verwitterungsdecke     | holozän |
| : Obere Süßwassermolasse | tertiär |
| Molassesande             |         |
| Molassekiese             |         |
| Molassemergel            |         |

Die Verwitterungsdecke erscheint in allen Aufschlüssen und reicht in recht unterschiedliche Tiefen wie folgt:

BK1: 1,2 m   BK2: 3,2 m   BK3: 1,6 m   BK4: 1,1 m   BK5: 0,6 m   BK6: 0,6 m

Sie besteht bereichsweise aus stark sandigem Schluff in steifer Konsistenz, bereichsweise setzt sie sich auch aus schwach kiesigen, stark schluffigen Sanden zusammen.

Die Verwitterungsdecke einschließlich des Pflughorizonts erreicht ihre größte Mächtigkeit mit 3,2 m in der Bohrung BK2. Es handelt sich hier um ein Kolluvium, einem weit verbreiteten und häufig anzutreffenden Boden bei langzeitlich ackerbaulich genutzten Standorten in Hanglage. Durch Abschwemmung aus höhergelegenen Hanglagen entwickelt sich am Hangfuß ein tiefgründiges Bodenprofil. Die geringste Schichtdicke mit 0,6 m ist in BK5 und BK6 aufgeschlossen worden.

Die Verwitterungsdecke ist wegen der relativ geringen Lagerungsdichte bzw. der teilweise weichen Konsistenz als mäßig tragfähiger Untergrund einzustufen, der bei zusätzlicher Belastung mit relevanten Setzungen reagieren wird. Der Boden ist aufgrund der hohen bindigen Anteile stark frostempfindlich.

Der  $E_{v2}$  – Modul ist in der Größenordnung deutlich unter 10 MN/m<sup>2</sup> einzuschätzen, d. h. das Erdplanum für den Straßenbau benötigt eine Baugrundverbesserung um den Standard-Modul von 45 MN/m<sup>2</sup> zu erreichen.

Unter der Verwitterungsdecke folgen Sedimente der Oberen Süßwassermolasse. Sie setzen sich überwiegend aus Molassesanden (Erolzheimer Sanden), graubraunen, hellgelben und rostbraunen Fein- bis Mittelsanden mit einem deutlichen Schluffgehalt (ca. 15 – 23%, siehe Anl. 3.1) zusammen. Charakteristisch ist das Auftreten feiner Hellglimmerschüppchen. In Oberschwaben werden diese Sande auch Pfohsande genannt und in Sandgruben mit nahezu senkrecht stehenden Wänden abgebaut.

In die Sande sind Kieslagen eingeschaltet. Die Kieslagen sind mitteldicht gelagert, die Sande im oberen Schichtglied teilweise locker, darunter mitteldicht und dicht.



Bereichsweise können sich die Molasseablagerungen auch als Molassemergel darstellen. Überwiegend handelt es sich dabei um dünne Lage im dm-Bereich, bei BK2 wurde jedoch auch eine 3,2 m mächtige Mergellage angetroffen.

Die gesamte Molassesequenz stellt einen gut tragfähigen, weitgehend setzungsfreien Baugrund dar.

## 2.2 Geotechnische Klassifizierungen

Die beschriebenen Böden sind wie folgt zu klassifizieren und zu Homogenbereichen (siehe hierzu Bohrprofile in Anlage 2.1) zusammenzufassen.

Tabelle 1: Bodenmechanische Klassifizierungen

	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300 Erdarbeiten	Bodenklasse DIN 18301 Bohrarbeiten	Bodenklasse DIN 18319 Rohrvortrieb	Frostempfindlichkeit ZTVE
Verwitterungsdecke	SU*, UL	4	BN2, BB2-4	LN1-3, LBM1-3, P1	F3
Molassemergel	UL, TM	4	BB2-4	LN1-3, LBM1-3, P1	F3
Erolzheimer Sande Kieslagen	SU, SU* GU	3, 4	BN1-2, BB2-4	LNW1-3, LN1-3, LBM1-3	F2, F3

Tabelle 2: Homogenbereiche nach VOB/C 2015

Bezeichnung	DIN 18300 Erdarbeiten	DIN 18301 Bohrarbeiten	DIN 18319 Rohrvortrieb
Verwitterungsdecke	Q1		
Molassemergel	T1		
Erolzheimer Sande	T2		

Nach der „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden - Württemberg“ liegt der Standort in der Erdbebenzone 0 und in der Untergrundklasse S. Es ist mit der Baugrundklasse C zu rechnen.



### 2.3 Bodenkennwerte

Zur Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte wurden Korrelation verschiedener Quellen und Autoren herangezogen.

Tabelle 3: Bodenkennwerte (charakteristische Werte)

	Homogenbereiche		
	Q1	T1	T2
Einstufung des Projekts	Geotechnische Kategorie GK 1 / GK 2		
ortsübliche Bezeichnung	Verwitterungsdecke	Molassemergel	Erolzheimer Sande
Bodengruppen nach DIN 18196	UL, SU*	UL, TM	SU, SU*, GU
Bodengruppen nach DIN 18915	--	--	--
Korngrößenverteilung Kornkennzahl	0243	--	0145/0280/0253
Anteil Steine	0 - 5 %	0 %	0 - 2 %
Anteil Blöcke	0 - 5 %	0 %	0 - 1 %
Wichte $\gamma/\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	18/8 - 19/9	20/10 - 21/11	20/10 - 22/12
eff. Reibungswinkel $\phi'$ (°)	22,5 - 25	25 - 27,5	34 - 37
eff. Kohäsion $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	0 - 5	5 - 15	0 - 5
undr. Scherfestigkeit $c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	--	--	n. def.
Steifigkeit $W_s$ (MN/m <sup>2</sup> )	4 - 8	20 - 40	40 - 60
Wassergehalt $w$	15 - 18	--	--
Plastizitätszahl $I_p$	--	--	n. def.
Konsistenzzahl $I_c$	0,5 - 0,9	0,75 - 1,1	n. def.
Lagerungsdichte $D$	--	n. def.	0,3 - 0,7
Durchlässigkeit $k_f$ (m/s)	--	--	$2 \times 10^{-5}$ - $5 \times 10^{-6}$
Organischer Anteil $V_{GI}$	0 - 5	0	0
Abrasivität	--	--	--



## 2.4 Umwelt- und abfalltechnische Einschätzung

Bei den Aufschlussarbeiten wurden weder künstliche Auffüllungen als Träger möglicher Schadstoffbelastungen noch organoleptische Auffälligkeiten im anstehenden Boden festgestellt. Hinweise auf Gefährdungen über die Wirkungspfade nach BBodSchV lassen sich aus den Geländebefunden nicht ableiten.

Auszuhebende Böden sind nach der Geländeansprache als Boden i.S. der Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial zu deklarieren, sofern nicht die Kriterien der Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Material auf oder in den Boden nach §12 BBodSchV Anwendung finden.

Bei der Entsorgung von Aushubmassen ist weiterhin das Verwertungsgebot nach §7, Abs. 2 KrWG zu beachten. Für den Fall, dass zum Zeitpunkt des Aushubs keine Verwertungsmöglichkeit besteht, kann das Material auch auf eine Deponie verbracht werden. Hierbei ist jedoch aufgrund der dann erforderlichen Probenahmen und Deklarationsanalysen nach der Verordnung über Deponien und Langzeitlager mit deutlich höheren Kosten zu rechnen als bei einer Verwertung nach VwV Boden.

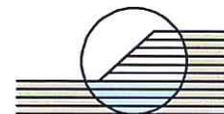
Die chemischen Untersuchungen waren zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch nicht abgeschlossen und werden in einem separaten Bericht vorgelegt.

## 3 Grundwassersituation

Der Grundwasserspiegel stellte sich in den Bohrungen zwischen 3,21 und 7,85 m Tiefe unter Gelände ein. Bezogen auf NN sind die folgenden Koten zu nennen:

BK1	554,35	m NN	(Pegelmessung)
BK2	555,86	m NN	(Pegelmessung)
BK3	554,68	m NN	(Pegelmessung)
BK4	555,80	m NN	
BK5	554,86	m NN	
BK6	558,27	m NN	

Die Grundwasserfließrichtung verläuft Richtung Westen und Südwesten, der Rot zu. Der deutliche Unterschied in den Wasserständen ist durch das Geländere Relief und die Lage zur Vorflut zu erklären.



Grundwasserleiter sind die die Erolzheimer Sande, die aufgrund des variierenden Schlammkornanteils und eingeschalteter Kieslagen sehr unterschiedliche Durchlässigkeiten aufweisen:

$$k_f = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ (Erolzheimer Sande, Kieslage, GU)}$$

$$k_f = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ (Erolzheimer Sande, SU)}$$

$$k_f = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ (Erolzheimer Sande, SU*)}$$

#### 4 Versickerung

Bei der Bemessung und baulichen Ausführung von Versickerungsanlagen ist das Arbeitsblatt DWA A-138 zugrunde zu legen. Danach liegt der versickerungstechnisch relevante Bereich zwischen  $k_f = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  und  $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ , weiterhin muss die freie Sickerstrecke bis zum Grundwasser mind. 1 m betragen.

Die im bodenmechanischen Labor ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Dort sind auch die Bemessungswerte unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors für Labormethoden (Sieblinienauswertung, siehe Anl. 3.1) nach DWA-A-138 angegeben.

Tabelle 4:  $k_f$ -Werte

Geologische Bezeichnung	Aufschluss	Tiefe [m]	$k_f$ -Wert ermittelt [m/s]	Bemessungs- $k_f$ -Wert [m/s]
Erolzheimer Sande (Kieslage)	BK1	2,2 – 2,7	$2,2 \times 10^{-5}$	$4,4 \times 10^{-6}$
Erolzheimer Sande	BK1	8,2 – 8,7	$5,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$
Erolzheimer Sande	BK1	5,2 – 5,7	$1,2 \times 10^{-5}$	$2,4 \times 10^{-6}$
Verwitterungsdecke	BK2	2,3 – 2,7	$6,1 \times 10^{-6}$	$1,22 \times 10^{-6}$

In den Erolzheimer Sanden und der Verwitterungsdecke kann Oberflächenwasser zwar grundsätzlich gezielt versickert werden, jedoch liegt die Durchlässigkeit an der unteren Grenze, bei der eine Versickerung noch möglich ist. Die Versickerungsanlage muss dementsprechend dimensioniert werden.

Für das im südlichen Bereich des Neubaugebietes geplante Regenrückhaltebecken ist es daher ggf. erforderlich, einen Bodenaustausch mit zur Versickerung besser geeignetem Material durchzuführen. In diesem Fall ist mit einem erhöhten Aushubvolumen zu rechnen.



## 5 Geothermische Nutzung

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Grundwasserleiters scheidet die thermische Nutzung von Grundwasser aus.

Es bleibt die Technik der Erdwärmesonden. Der Standort wird laut Information des LGRB (siehe Anlagen 7.1-2) als effizient eingestuft und liegt kartenmäßig außerhalb von Wasser- und Quellschutzgebieten (siehe Anlage 8.1).

## 6 Geotechnische Beurteilung des Bauvorhabens

### 6.1 Tragfähigkeitsbeurteilung

Der Untergrund wird aus einer bereichsweise bis zu rd. 3 m mächtigen Verwitterungsdecke aufgebaut, die den Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse aufsitzt. Der tragfähige Baugrund wird mit den Sanden und Kiesen dieser Schichtfolge erreicht. Die mindestens einzuhalten-  
 tende frostfreie Gründungstiefe beträgt  $t \geq 1,0$  m.

Als Gründung bietet sich die Flachgründung auf Einzel- und Streifenfundamenten bzw. auf einer Bodenplatte an.

Bei einer Ausführung der Bebauung mit Unterkellerung wird die Verwitterungsdecke nahezu überall vollständig durchstoßen bzw. ausgeräumt.

### 6.2 Gründung

Zur Bemessung bei einer Gründung in den Erolzheimer Sanden sind die folgenden Tabellenwerte (Tabelle 5) anzusetzen.

Tabelle 5: Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf nichtbindigen Böden (Molassesand, Molassekies)

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes m	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands in kN/m <sup>2</sup> Fundamentbreite b bzw. b'					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,50	280	420	560	700	700	700
1,00	380	520	660	800	800	800
1,50	480	620	760	900	900	900
2,00	560	700	840	980	980	980
Bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,30 \text{ m} \leq d \leq 0,50 \text{ m}$ und Fundamentbreiten $b$ bzw. $b' \geq 0,30 \text{ m}$	210					

Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis  $b_x : b_y < 2$  darf der in Tabelle 5 angegebene Sohl-  
 druck um 20 % erhöht werden.



Unter Ausnutzung der angegebenen Sohldrücke ist mit Setzungen um ungefähr 2 cm bei Fundamentbreiten bis 1,5 m zu rechnen. Bei größeren Fundamentbreiten wachsen die Setzungen proportional zur Fundamentbreite an.

Konsolidierungs- und Sekundärsetzungsvorgänge sind nicht zu erwarten. Schätzungsweise 50 % des Setzungsbetrages werden bereits während der Bauzeit eintreten.

Sofern keine Unterkellerung angedacht ist und die Verwitterungsdecke nicht ausgeräumt wurde, ist bei der Gründung mit Bodenplatten ein Bodenersatzkörper (siehe Kap. 6.5) in einer Stärke von mindestens 0,6 m herzustellen. Der Bodenersatzkörper aus verdichtetem Kiessand ist mit einem Trennvlies zu unterlegen (GRK3). Für die Vorbemessung kann ein Bettungsmodul von

$$k_s = 10.000 - 15.000 \text{ kN/m}^3$$

in Ansatz gebracht werden.

Der Bettungsmodul bei einer Gründung mit Bodenplatte in den Molassesanden ist in der Größenordnung

$$k_s = 20.000 - 25.000 \text{ kN/m}^3$$

einzuschätzen.

### **6.3 Abdichtungsmaßnahmen**

Im nordöstlichen und östlichen Teil des Baugebiets (BK4, BK6) wurde Grundwasser in Tiefen zwischen 6,65 und 7,85 m unter Gelände angetroffen und ist damit für die geplante Bebauung nicht relevant. In gründungsrelevanter Tiefe ist in diesem Bereich nur mit einem lokalen Andrang von Sickerwasser zu rechnen. Um in der Verwitterungsdecke und den Molasseablagerungen mit einem Durchlässigkeitsbeiwert in einer Größenordnung  $< 10^{-4}$  m/s einen Sickerwasseraufstau zu vermeiden wird vorgeschlagen, das Untergeschoss mit einer Ring- und Flächendrainage (mit gesichertem Anschluss an die Vorflut) nach DIN 4095 zu versehen. Gleichzeitig sind die erdberührten Bauteile nach DIN 18195-4 gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser abzudichten.

In den übrigen zu bebauenden Bereichen wurde Grundwasser in einer Höhenlage zwischen 3,21 und 4,30 m unter Gelände angetroffen. Aufgrund saisonaler und witterungsbedingter Schwankungen des Grundwasserspiegels (ca. 1 m) ist zeitweise auch mit einem höheren Grundwasserstand zu rechnen, so dass bei unterkellelter Bauweise Bodenplatten und Kelleraußenwände zeitweise eingestaut werden können. Es wird vorgeschlagen, das UG in diesen Bereichen als Weiße Wanne aus wasserundurchlässigem Stahlbeton herzustellen. Damit sind sai-



sonale und witterungsbedingte Schwankungen des Grundwasserspiegels abgedeckt und die Gebäude vor Durchfeuchtung bewahrt.

#### **6.4 Erdarbeiten, Baugrubensicherung, Wasserhaltung**

Die Erdarbeiten finden in Böden der Bodenklassen 3 und 4 statt. Bei Eingriffen in den Molassesand können Sandsteineinlagen auftreten, d. h. dort ist lokal mit der leichten Felsklasse 6 zu rechnen.

Die Verwitterungsdecke und die Molassemergel sind zur Verfüllung der Arbeitsräume wegen unzureichender Verdichtbarkeit ungeeignet. Es wird vorgeschlagen, Fremdmaterial aus Kiessand (angenommene Bodenkennwerte bei 98 % Proctordichte: Reibungswinkel 35°, Kohäsion 0, Wichte 21 kN/m<sup>3</sup>) zu verwenden.

Die Verwitterungsdecke und die Molasseablagerungen können, sofern die Platzverhältnisse dies zulassen, unter der Neigung 1:1 frei geböscht werden. Die Böschungen sind mit Plastikplanen vor Niederschlagserosion zu schützen. Sollte zur Ausführung der freien Böschung nicht genügend Platz vorhanden sein, so sind Verbaumaßnahmen, z. B. in Form eines Träger-Bohl-Verbaus, einzuplanen und auszuführen.

Im nordöstlichen Bereich des Neubaugebietes ist die Notwendigkeit einer bauzeitlichen Wasserhaltung aus den Bohraufschlüssen nicht ersichtlich. Im übrigen Bereich ist bei unterkellelter Bauweise Grundwasser im Baufeld nicht auszuschließen. Bauliche Eingriffe in den Grundwasserschwankungsbereich sollten in einer trockenen, stabilen Witterungsperiode erfolgen, um eine kostenintensive Wasserhaltung zu vermeiden bzw. zu minimieren.

#### **6.5 Baubegleitende Maßnahmen**

Die bindige Verwitterungsdecke und die Molassemergel lassen sich augenscheinlich gut von den Molassesanden unterscheiden.

Die Erdarbeiten finden vornehmlich in Böden der Klassen 3 und 4 statt. Die freigelegten Flächen in der Verwitterungsdecke sind vor Aufweichung durch Magerbetonversiegelung zu bewahren.



Bodenersatzmaßnahmen sind wie folgt auszuführen:

Kiessand: Bodengruppe GW, frostsicher (Frostschutzkies),  
Körnung 0/100, max 3 % Feinteile < 0,06 mm,  
mindestens 25 % Sandanteil,  
Schüttlagen 30 cm  
Verdichtung auf 100 % der einfachen Proctordichte.  
Verdichtungsnachweis auf oberster Schüttlage  $E_{v2} > 120 \text{ MN/m}^2$ ,  
auf mittlerer Schüttlage  $90 \text{ MN/m}^2$ .  
 $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$  Verdichtungskontrolle mit Plattendruckversuchen,  
je Gebäude und Schüttlage 2 Stück.

### 6.7 Kanalarbeiten

Die Kanalgräben können unter der Neigung 1:1 frei geböscht werden. Für das Rohraufleger genügt eine konstruktive Ausgleichsschicht, Baugrundverbesserungen unter der Rohrsohle sind nicht zu erkennen.

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen ist der Erolzheimer Sand (SU, GU) geeignet, nicht jedoch die bindige, witterungsempfindliche Verwitterungsdecke oder die Mergel.

### 6.7 Verkehrsflächen

Der Untergrund ist witterungs- und frostempfindlich, so dass ein Regelaufbau mit mindestens 0,6 m Frostschutzkies erforderlich wird.

Zusätzlich ist eine Planumsverbesserung in der Verwitterungsdecke erforderlich, da der  $E_{v2}$ -Modul  $> 45 \text{ MN/m}^2$  hier nicht erreicht werden wird, so dass eine Baugrundverbesserung mit 30 cm Kiessandauftrag zusätzlich notwendig sein wird. Alternativ kann eine Stabilisierung mit Kalkzement Anwendung finden.

Dr.-Ing. G. Ulrich  
Geotechnik GmbH

**Dr.-Ing. Georg Ulrich**  
Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

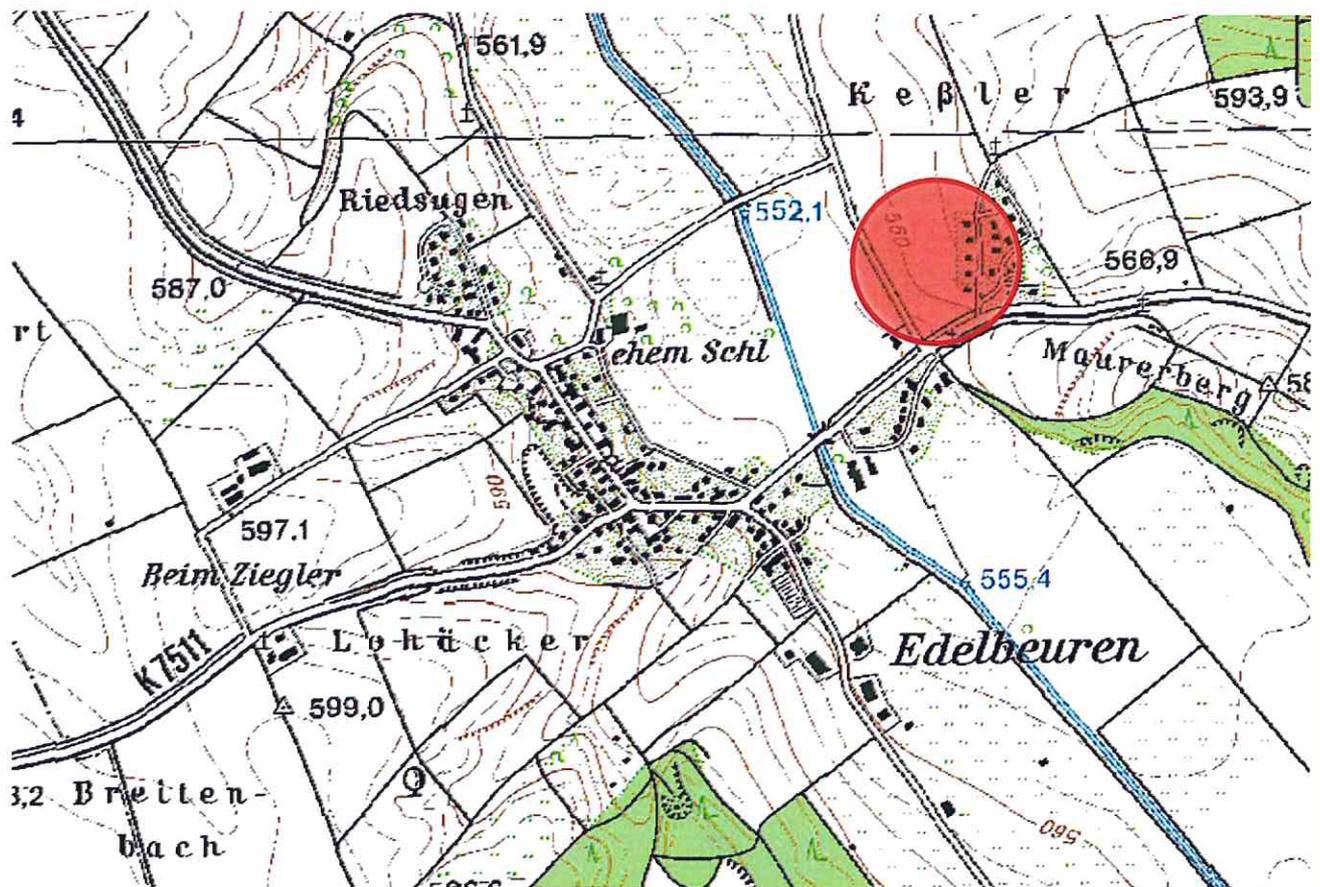
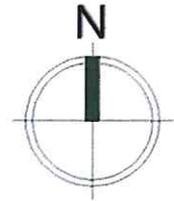
Baugebiet Helsenäcker II  
Edelbeuren  
Übersichtslageplan M1:25000

AZ  
1703046GEO

Gezeichnet  
Wol

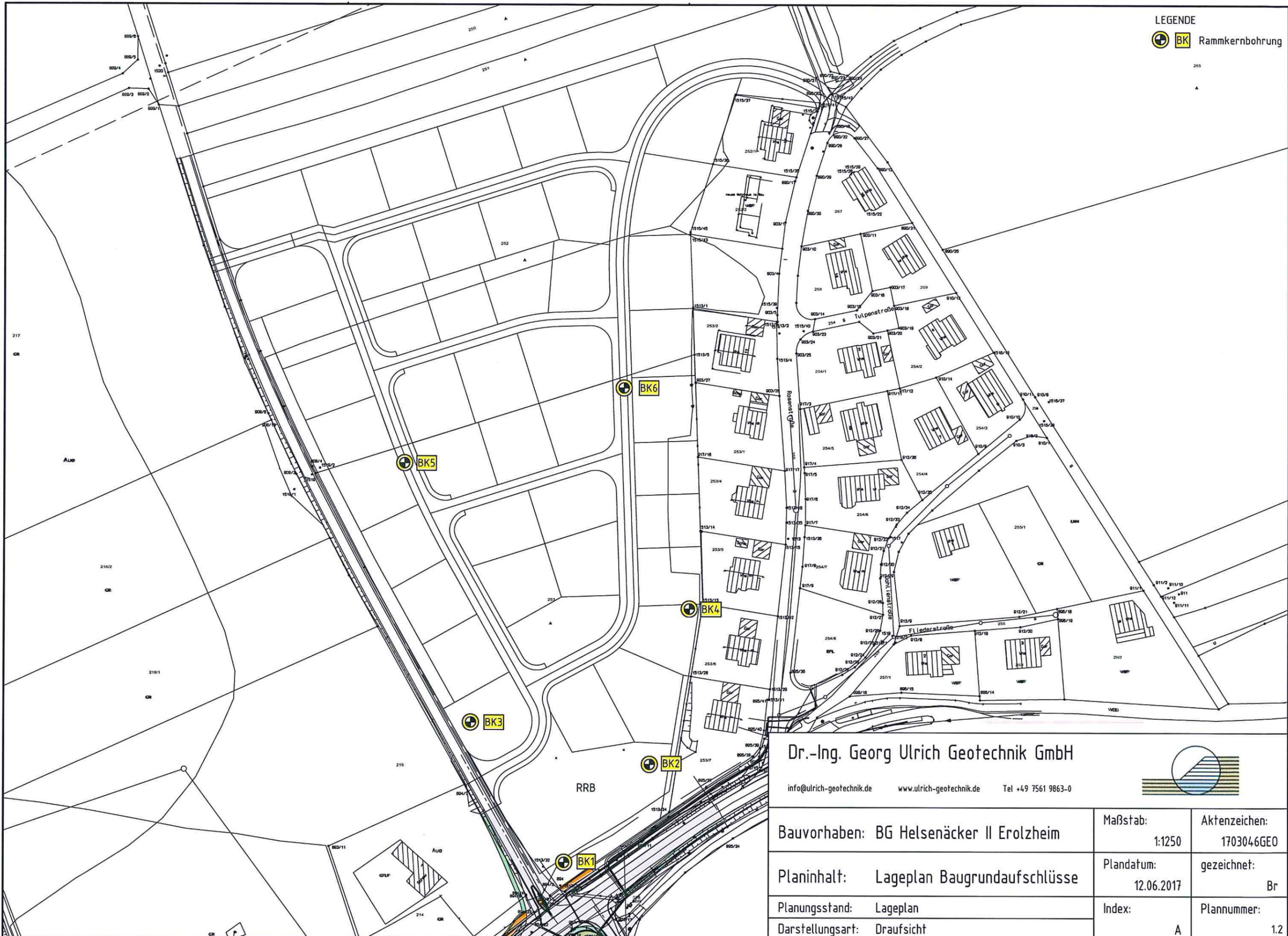
Anlage Nr.  
1.1

Geprüft  
UI



LEGENDE

 BK Rammkernbohrung



Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH

info@ulrich-geotechnik.de www.ulrich-geotechnik.de Tel +49 7561 9863-0



Bauvorhaben: BG Helsenäcker II Erolzheim	Maßstab: 1:1250	Aktenzeichen: 1703046GEO
Planinhalt: Lageplan Baugrundaufschlüsse	Plandatum: 12.06.2017	gezeichnet: Br
Planungsstand: Lageplan	Index: A	Plannummer: 1.2
Darstellungsart: Draufsicht		

## GPS-Messungen

Baugebiet Helsenäcker II

Erolzheim Edelbeuren



AZ 1703046GEO

Anlage 1.3

	Rechtswert	Hochwert	mNN
BK1	3576599,69	5329184,13	557,56
BK2	3576632,51	5329221,69	558,74
BK3	3576563,63	5329237,77	558,19
BK4	3576647,59	5329281,35	562,80
BK5	3576538,05	5329337,35	559,16
BK6	3576622,23	5329366,44	564,12

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

Datum: 16.06.2017

# Körnungslinie DIN 18 123

## Baugebiet "Helsenäcker II"

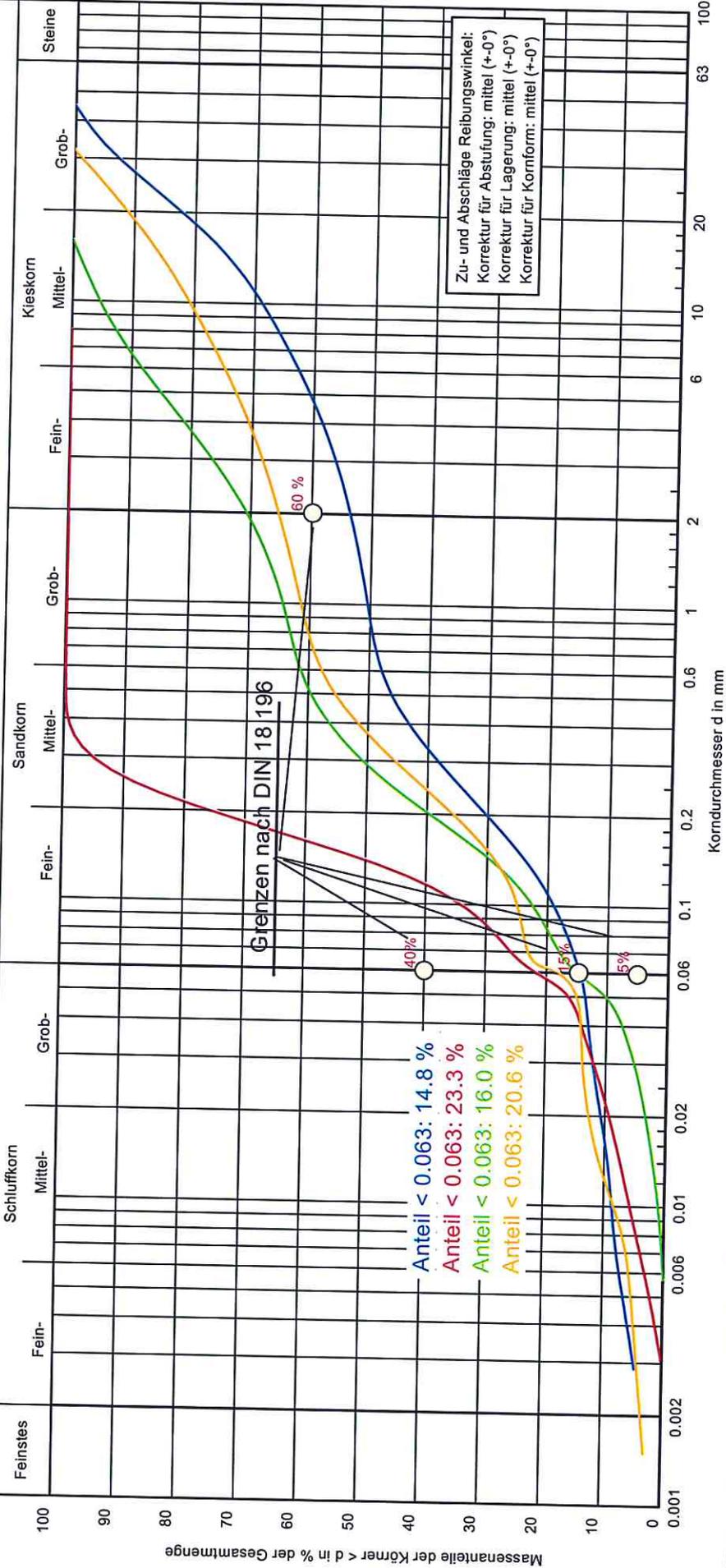
### Erolzheim-Edeibeuren

Prüfungsnummer: 1703046GEO  
 Probe entnommen am: 08./09.06.2017  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Sieb-, Schlämmanalyse

Bearbeiter: KÜ

### Schlüffm Korn

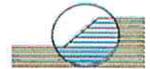
### Siebkorn



Labornummer	KGV01	KGV02	KGV03	KGV04
Entnahmestelle	BK1	BK1	BK1	BK2
Tiefe	2.2 - 2.7 m	8.2 - 8.7 m	5.2 - 5.7 m	2.3 - 2.7 m
Bodenart	G, fs, ms, u, gs*	fS, u, ms	S, u, fq, mg*	S, u, mg, fq, gg*
U/Cc	281.8/0.5	7.3/2.1	10.5/0.8	62.2/2.4
k-Wert / Mallet/Paquant	2.2 · 10 <sup>-5</sup>	5.0 · 10 <sup>-5</sup>	1.2 · 10 <sup>-5</sup>	6.1 · 10 <sup>-5</sup>
Bodengruppe	GU	SU*	SU*	SU*
Reibungswinkel	36.8	34.2	37.2	36.3
Kornkennzahl	0145	0280	0253	0243

Bemerkungen:  
 Erolzheimer Sande (Kieslage)  
 Erolzheimer Sande  
 Erolzheimer Sande  
 Verwitterungsdecke

AZ:  
 1703046GEO  
 Anlage:  
 3.1



**Laboratoriumsbefund Nr.:**

**AZ 1703046GEO**

**Bestimmung des Wassergehaltes DIN 18 121**

Projekt: Baugebiet Helsenäcker II

Erolzheim

Entnahmedatum:

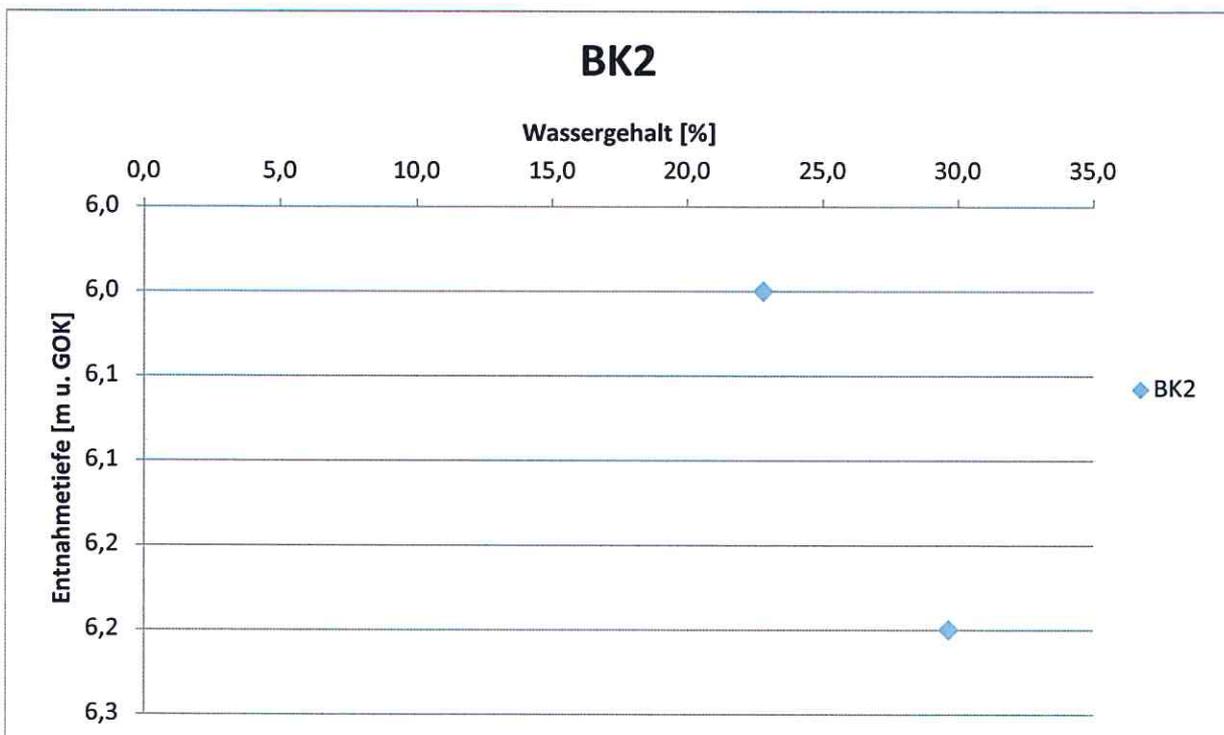
09.06.2017

Sachbearbeiter: Lw

Bearbeitungsdatum:

14.06.2017

Entnahme- stelle	Entnahme- tiefe [m]	Wasser- gehalt [%]	Bodenart	geologische Zuordnung
BK2	6,0	<b>22,8</b>	T,u	Molassetonmergel
BK2	6,2	<b>29,6</b>	T,u	Molassetonmergel



## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

### Baugebiet Helsenäcker II

### Erolzheim

Bearbeiter: Kü

Datum:

Prüfungsnummer: 1703046GEO

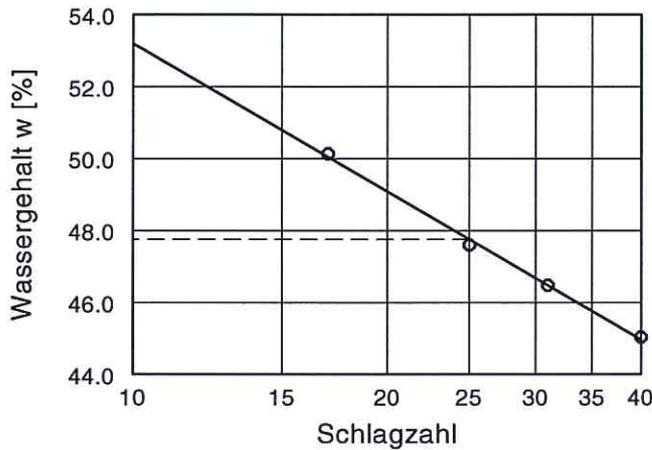
Entnahmestelle: BK2

Tiefe: 6,0 m

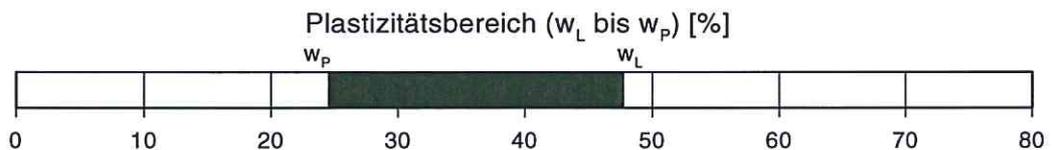
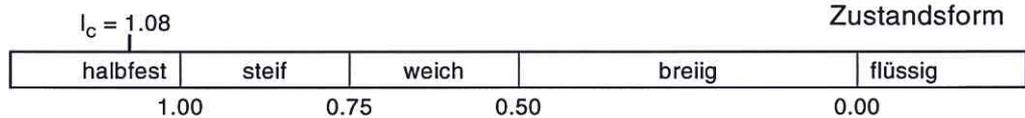
Art der Entnahme: gestört

Bodenart:

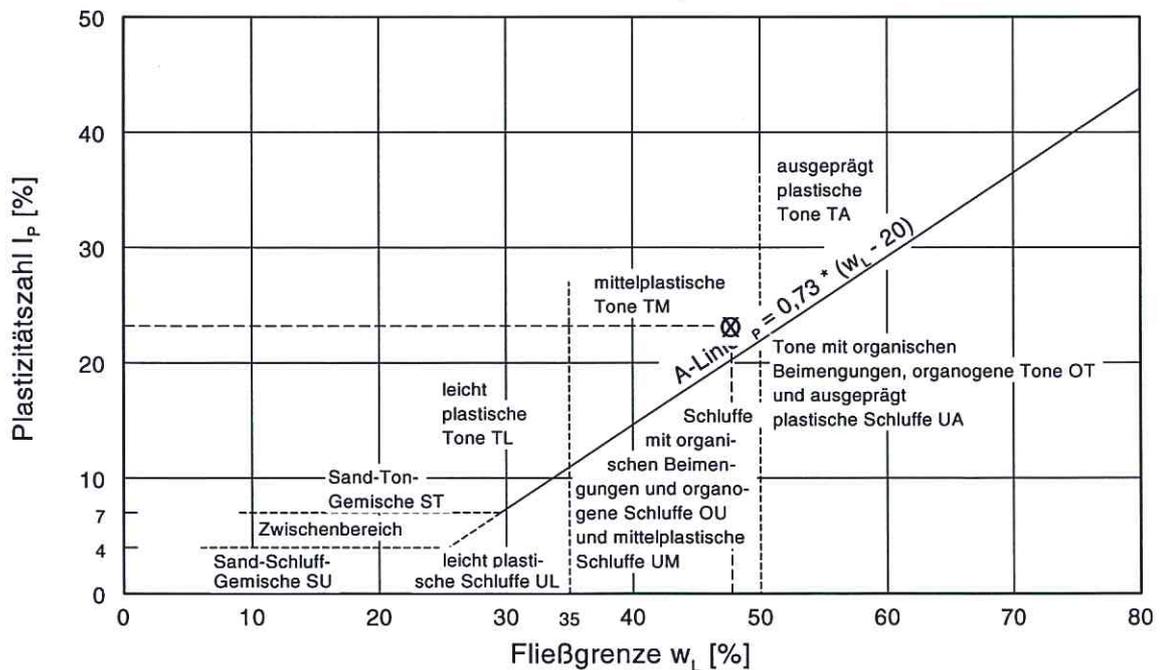
Probe entnommen am: 08.06.2017



Wassergehalt  $w = 22.8 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 47.8 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 24.6 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 23.2 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 1.08$



### Plastizitätsdiagramm



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

AZ: 17003046GEO  
 Anlage: 3.4.1

### Kompressionsversuch

mit behinderter Seitenausdehnung

BG Helsenäcker II  
 Erolzheim Edelbeuren

Bearbeiter: Kü

Datum: 18.06.2017

Prüfungsnummer: 1703046GEO-Ödo01

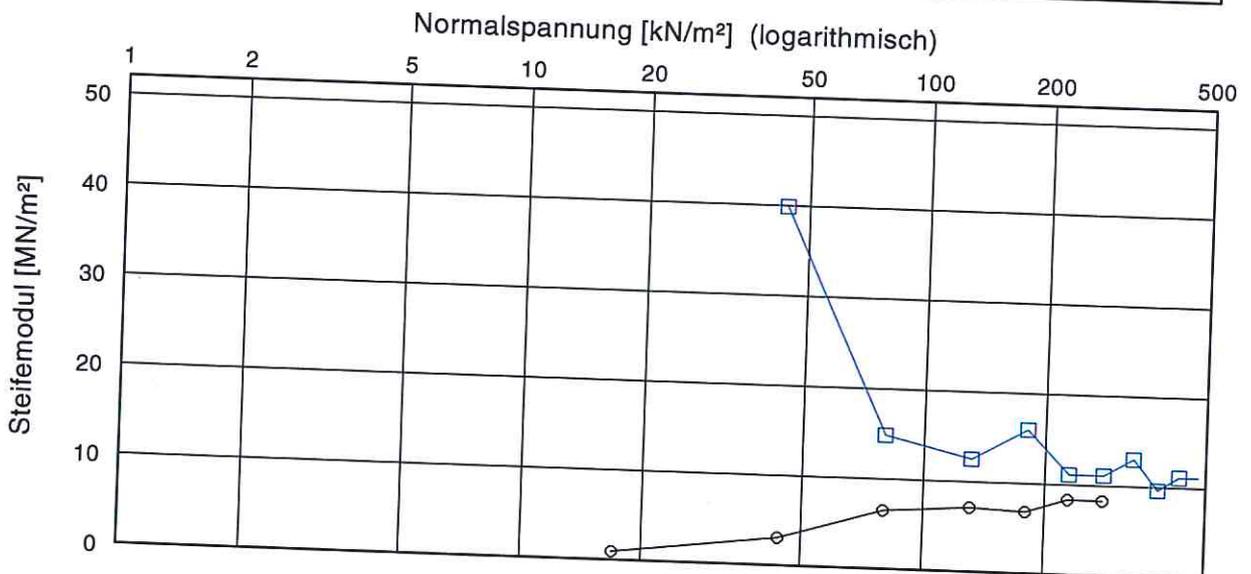
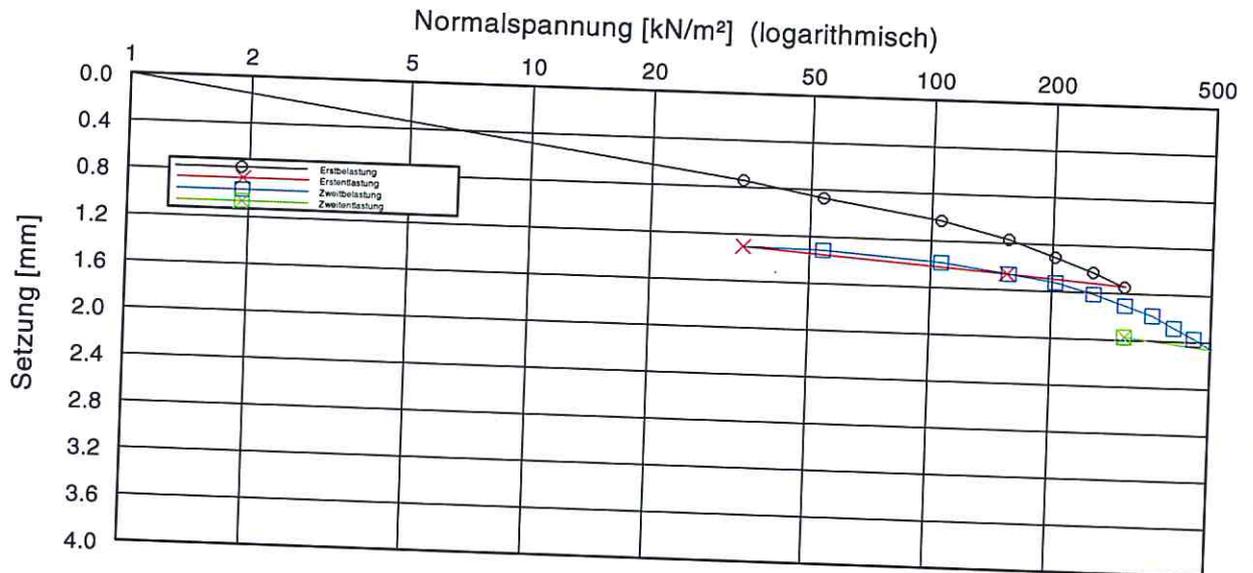
Entnahmestelle: BK2

Tiefe: 6.2 m

Bodenart: Molassetonmergel

Art der Entnahme: Bohrkern

Probe entnommen am: 09.06.2017



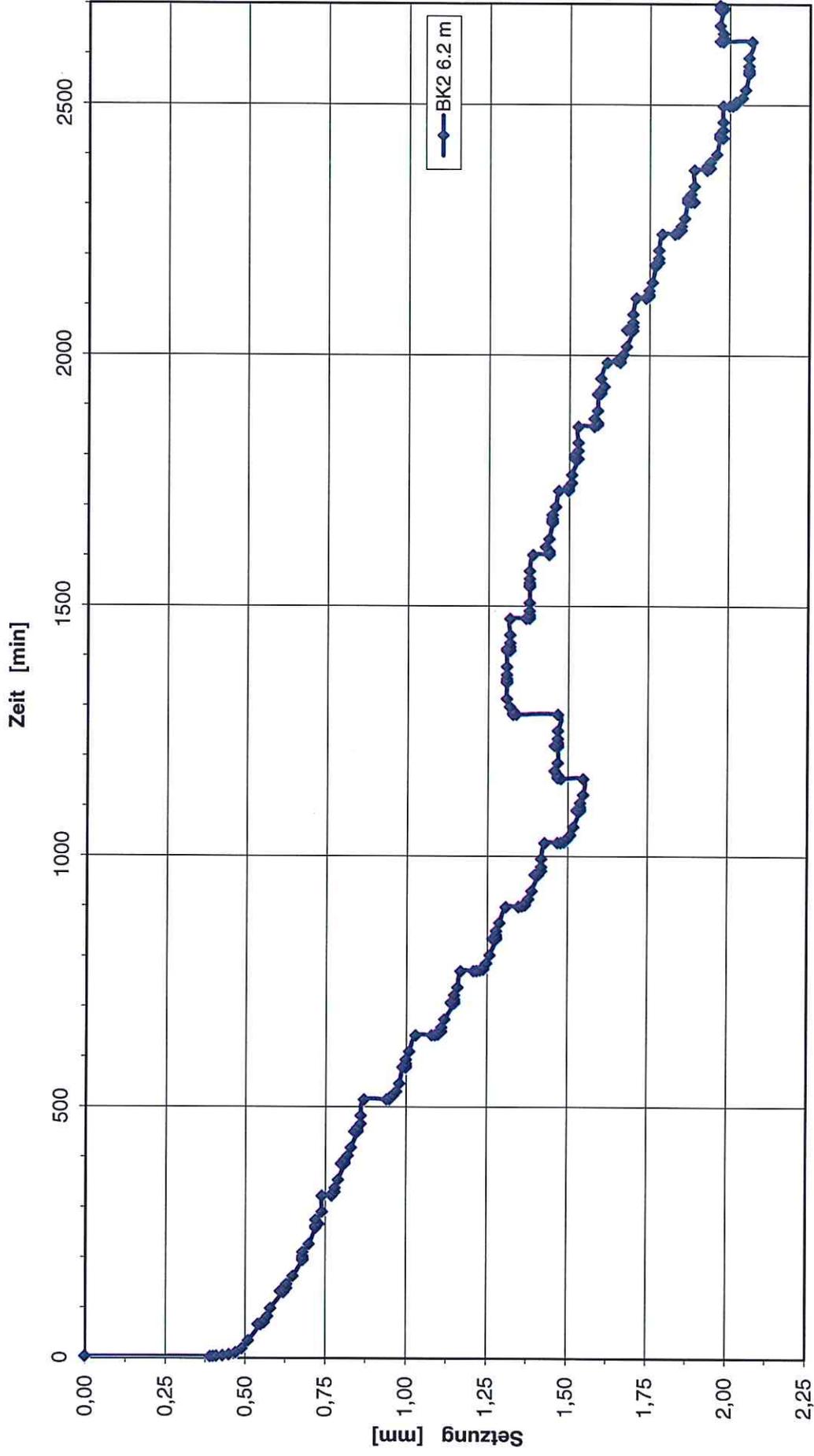
Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Normalspannung [kN/m <sup>2</sup> ]	0.0	33.8	53.7	105.4	155.2	202.9	252.7	302.4	153.2	33.8	53.7	105.4	155.2	202.9	252.7	302.4	354.1	401.9	451.6	501.3	302.4
Meßuhrablesung [mm]	0.000	0.740	0.870	1.030	1.170	1.310	1.430	1.550	1.470	1.310	1.320	1.390	1.470	1.530	1.620	1.710	1.790	1.890	1.980	2.070	1.980
Steifemodul [MN/m <sup>2</sup> ]		0.91	3.1	6.5	7.1	6.8	8.3	8.3	-	-	39.8	14.8	12.4	15.9	11.1	11.0	12.9	9.6	11.0	11.0	-

Einbauhöhe [mm] = 20.000

w (vorher) [%] = 29.6

Probendurchmesser [mm] = 80.00

### Zeit-Setzungs-Diagramm



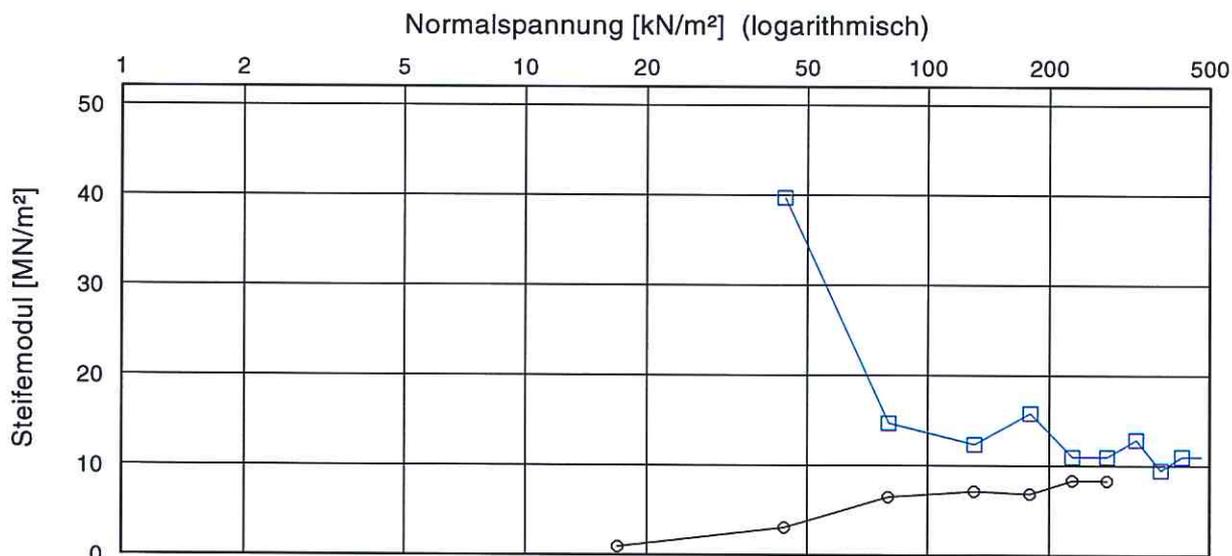
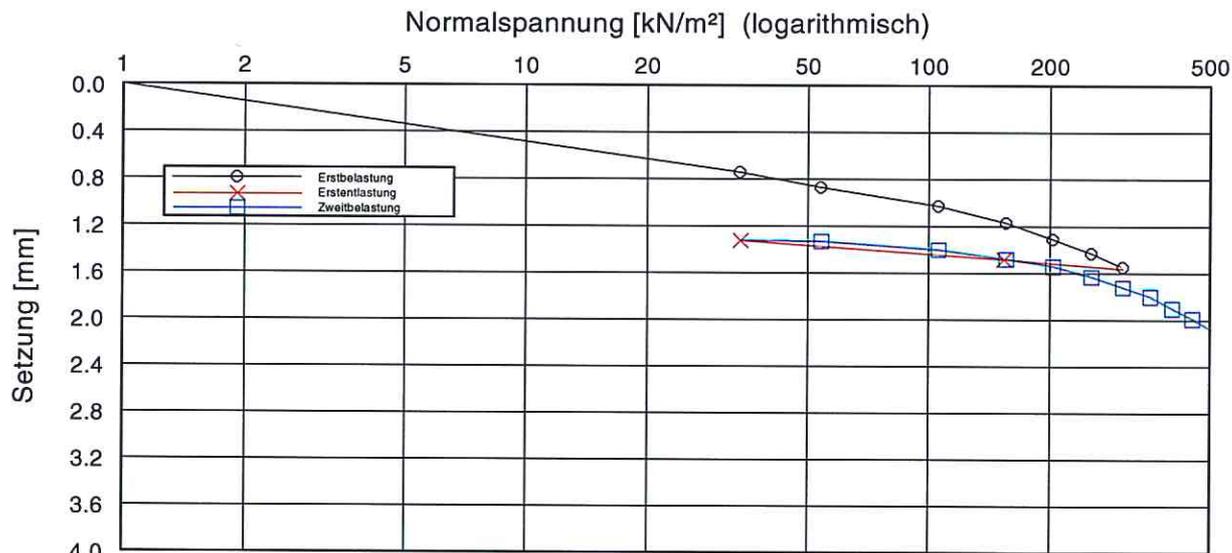
### Kompressionsversuch mit behinderter Seitenausdehnung

BG Helsenäcker II  
 Erolzheim Edelbeuren

Bearbeiter: Kü

Datum: 18.06.2017

Prüfungsnummer: 1703046GEO-Ödo01  
 Entnahmestelle: BK2  
 Tiefe: 6.2 m  
 Bodenart: Molassetonmergel  
 Art der Entnahme: Bohrkern  
 Probe entnommen am: 09.06.2017



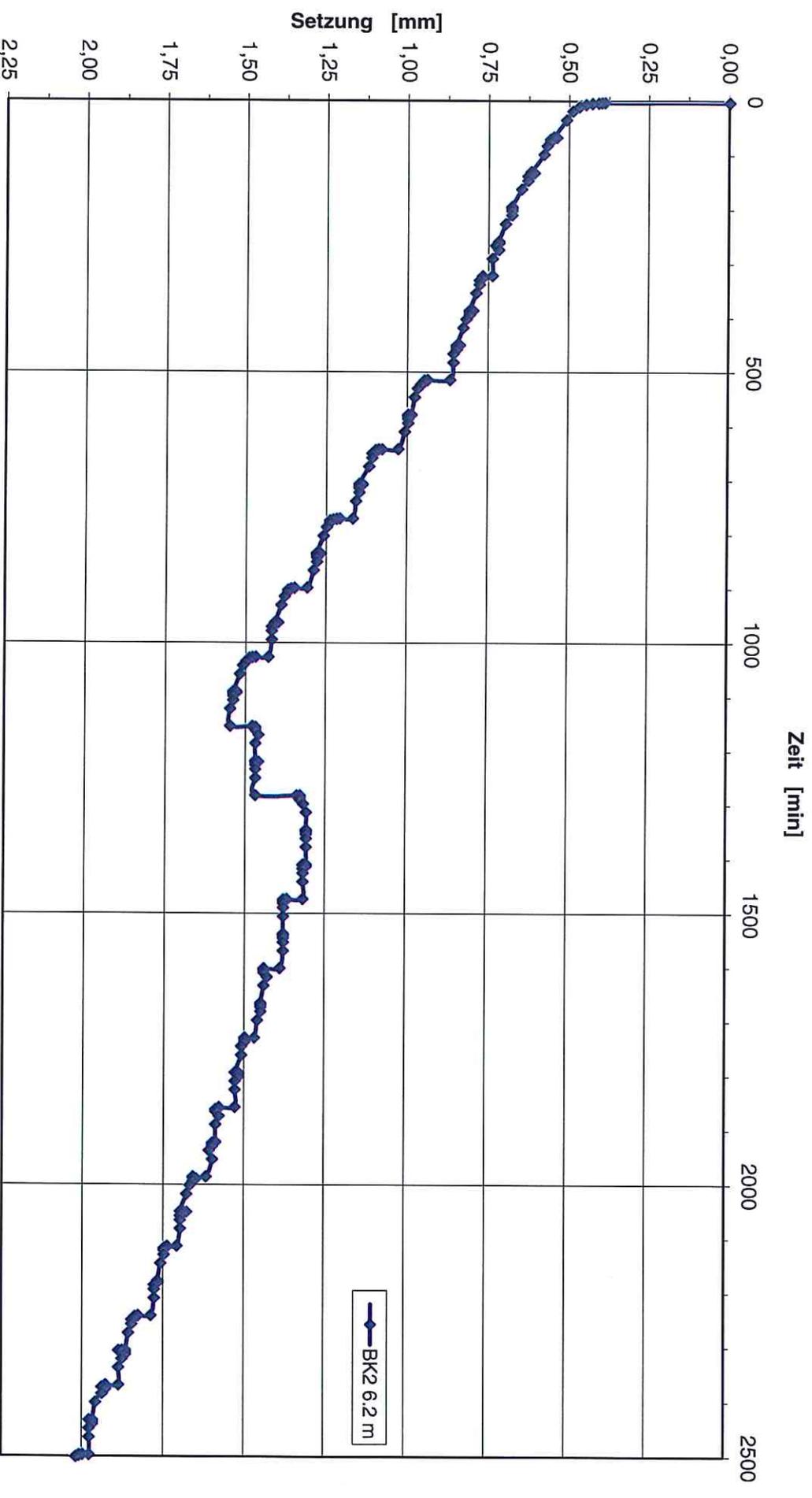
Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Normalspannung [kN/m²]	0.0	33.8	53.7	105.4	155.2	202.9	252.7	302.4	153.2	33.8	53.7	105.4	155.2	202.9	252.7	302.4	354.1	401.9	451.6	501.3
Meßuhrablesung [mm]	0.000	0.740	0.870	1.030	1.170	1.310	1.430	1.550	1.470	1.310	1.320	1.390	1.470	1.530	1.620	1.710	1.790	1.890	1.980	2.070
Steifemodul [MN/m²]		0.91	3.1	6.5	7.1	6.8	8.3	8.3	-	-	39.8	14.8	12.4	15.9	11.1	11.0	12.9	9.6	11.0	11.0

Einbauhöhe [mm] = 20.000

w (vorher) [%] = 29.6

Probendurchmesser [mm] = 80.00

### Zeit-Setzungs-Diagramm



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

AZ: 1703046GEO

Anlage: 3.6.1

Einaxial-Versuch nach DIN 18 136

BG Helsenäcker II  
Erolzheim Edelbeuren

Bearbeiter: Kü

Datum: 16.06.2017

Prüfungsnummer: 1703046GEO-01

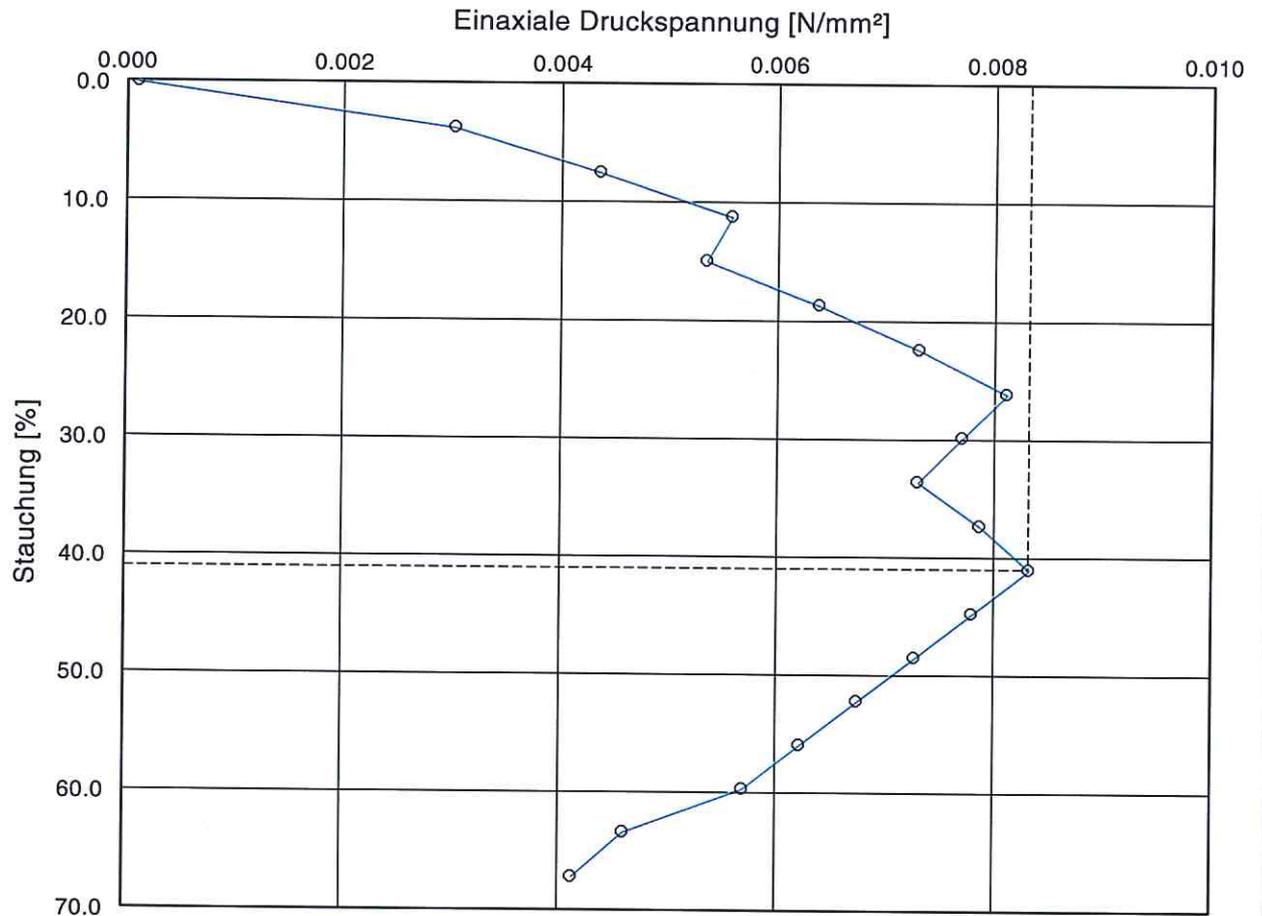
Entnahmestelle: BK2

Tiefe: 6.2 m

Bodenart:

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 09.06.2017



Anfangsvolumen [cm <sup>3</sup> ] = 2362.97	Anfangshöhe [mm] = 18.51
Durchmesser [mm] = 12.75	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ] = 1.91
w (vorher) [%] = 29.6	Vorschubgeschw. [mm/min] = 1.38

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>] = 0.008  
Stauchung [%] = 41.00  
E = 0.0 MN/m<sup>2</sup>

**Druckfestigkeit = 0,019 MN/m<sup>2</sup>**

**Dr.-Ing. Georg Ulrich**  
Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

BG Helsenäcker II  
Erolzheim Edelbeuren  
Fotodokumentation Einax

AZ  
1703046GEO

Gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
3.6.2

Geprüft  
Ul

BK2: 6.2 m



davor



danach

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



Anlage 4.1

## STANDARD PENETRATION VERSUCHE IM BOHRLOCH

Baugebiet Helsenäcker II

Erolzheim Edelbeuren

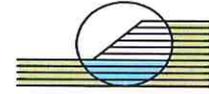
AZ 1703046GEO

Bohrung	Tiefe [m u Gel]	Schlagzahl					Konsistenz	Lagerungszustand	Bodenart	geologische Einheit
		0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm	45 - 60 cm	60 - 75 cm				
BK2	2,50	6	11	13	24		mitteldicht	Fein- bis Mittelsand, schluffig, kiesig, schwach steinig	Verwitterungsdecke	
BK2	4,50	2	4	9	13		locker	Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig bis schluffig	Molassesand	
BK2	6,60	4	8	12	20	halbfest		Ton, schluffig	Molassemergel	
BK2	8,00	7	15	23	38	fest		Ton, schluffig, schwach feinsandig	Molassemergel	
BK2	10,00	27	>50	-	>>50		dicht	Fein- bis Mittelsand, schluffig	Molassesand	
BK6	5,00	3	9	17	26		mitteldicht	Fein- bis Grobkies, steinig, stark sandig, schwach schluffig	Molassekies	
BK6	8,50	5	15	27	42		mitteldicht - dicht	Fein- bis Mittelsand, schluffig	Molassesand	

## Stichtagsmessungen

Baugebiet Helsenäcker II

Erolzheim Edelbeuren



AZ 1703046GEO

Anlage 4.2

	Wasserstand [mNN]		
	BK1	BK2	BK3
POK [mNN]	558,28	559,24	559,10
08.06.2017 16:00	555,04		
09.06.2017 08:00	555,05		
09.06.2017 13:00	555,07	555,86	
12.06.2017 08:00	555,07	555,91	
12.06.2017 16:30	555,05	555,93	554,83
13.06.2017 08:00	554,95	555,81	554,84
13.06.2017 15:00	554,95	555,80	554,83

**Dr.-Ing. Georg Ulrich**  
Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

Baugebiet Helsenäcker II  
Erolzheim Edelbeuren  
Fotodokumentation

AZ  
1703046GEO

Gezeichnet  
Lw

Anlage Nr.  
5.1

Geprüft  
UI

BK1: 0.0 – 10.0 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**  
Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

Baugebiet Helsenäcker II  
Erolzheim Edelbeuren  
Fotodokumentation

AZ  
1703046GEO

Gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
5.2

Geprüft  
UI

BK2: 0.0 – 10.0 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**  
Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

Baugebiet Helsenäcker II  
Erolzheim Edelbeuren  
Fotodokumentation

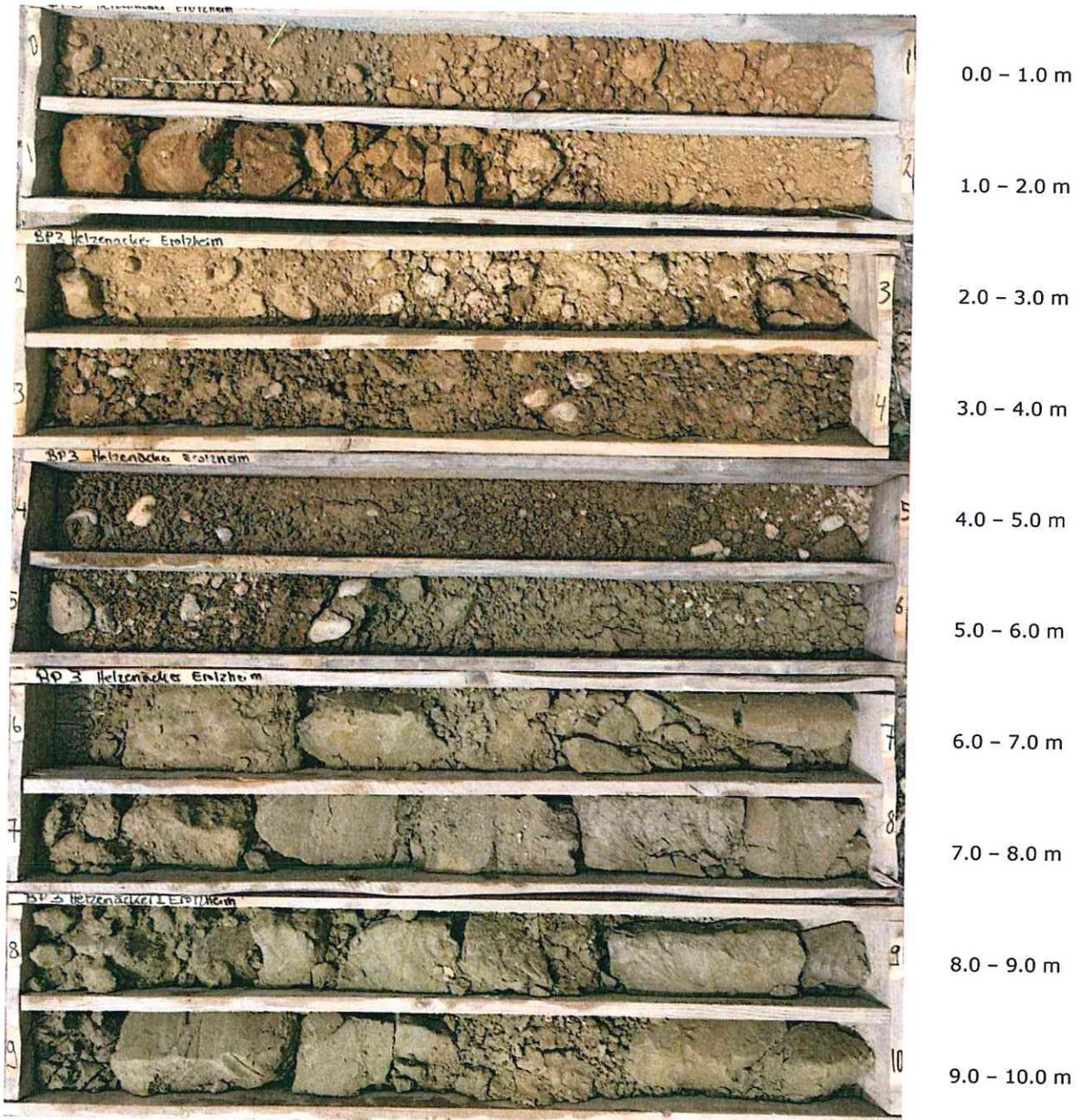
AZ  
1703046GEO

Gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
5.3

Geprüft  
UI

BK3: 0.0 – 10.0 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**  
Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

Baugebiet Helsenäcker II  
Erolzheim Edelbeuren  
Fotodokumentation

AZ  
1703046GEO

Gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
5.4

Geprüft  
UI

BK4: 0.0 – 10.0 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**  
Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

Baugebiet Helsenäcker II  
Erolzheim Edelbeuren  
Fotodokumentation

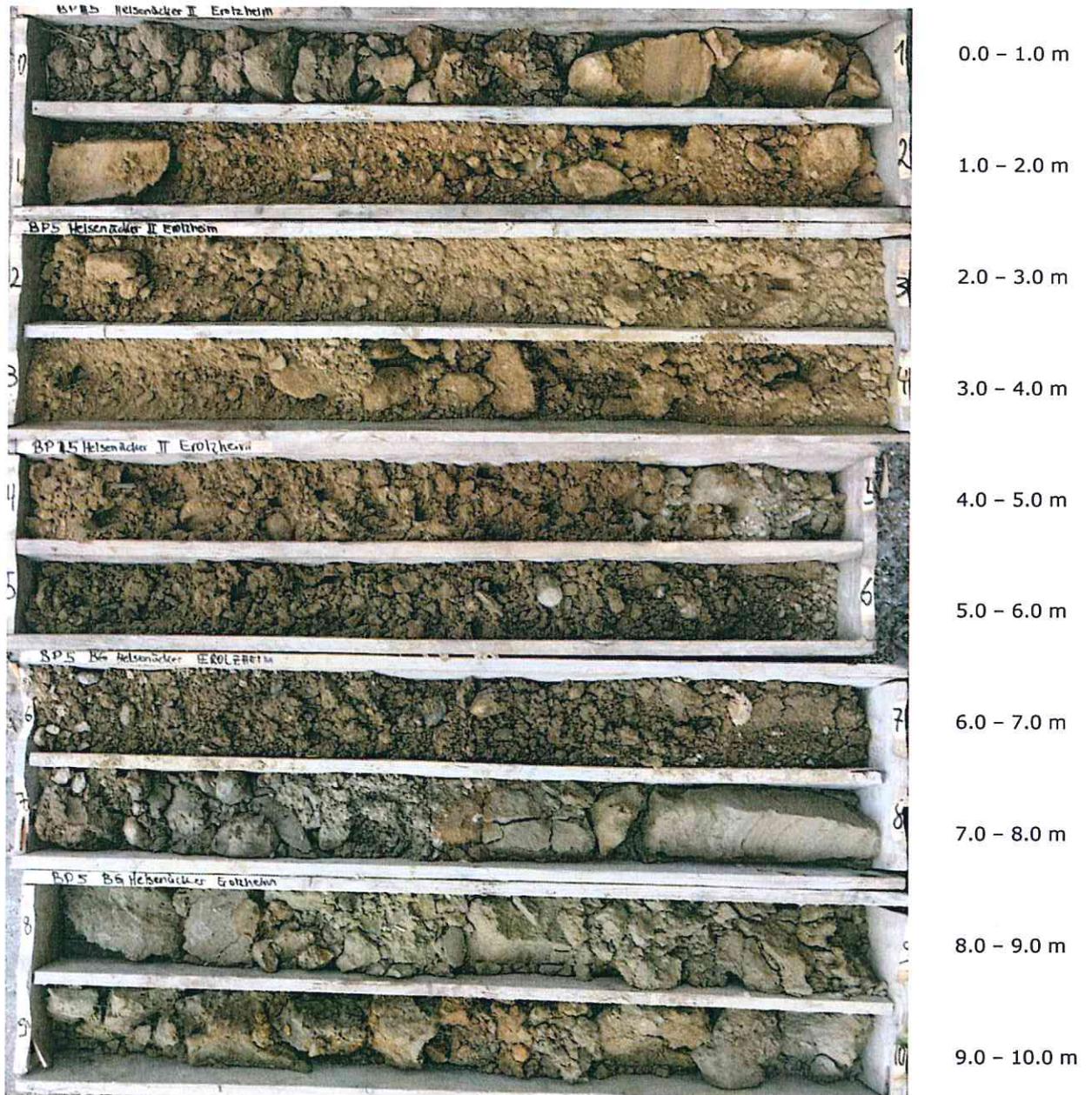
AZ  
1703046GEO

Gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
5.5

Geprüft  
UI

BK5: 0.0 – 10.0 m



**Dr.-Ing. Georg Ulrich**  
Geotechnik GmbH  
Baugrundlabor  
Leutkirch

Baugebiet Helsenäcker II  
Erolzheim Edelbeuren  
Fotodokumentation

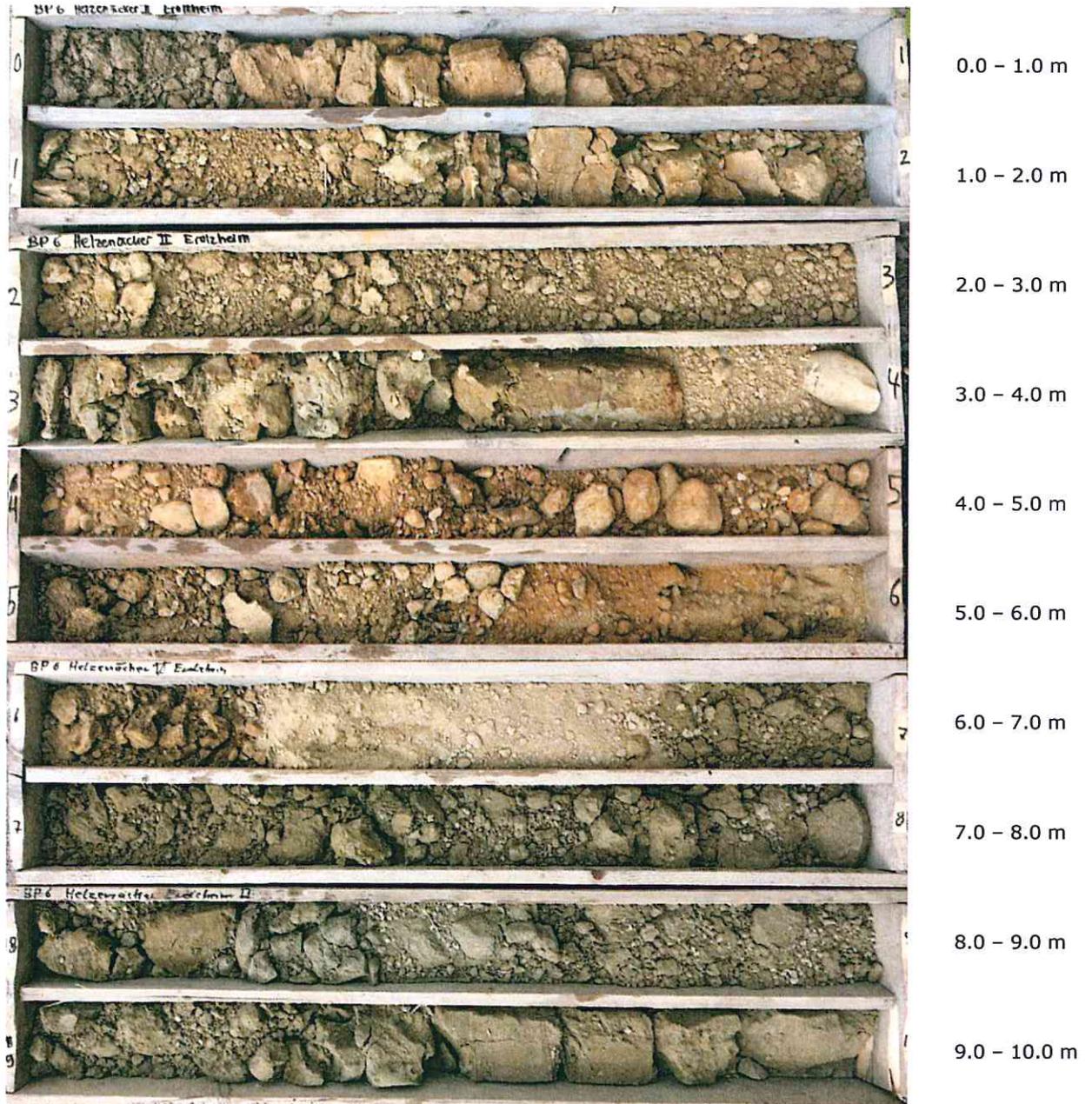
AZ  
1703046GEO

Gezeichnet  
Br

Anlage Nr.  
5.6

Geprüft  
UI

BK6: 0.0 – 10.0 m



Dr.-Ing. G. Ulrich  
Geotechnik GmbH  
Leukkirch

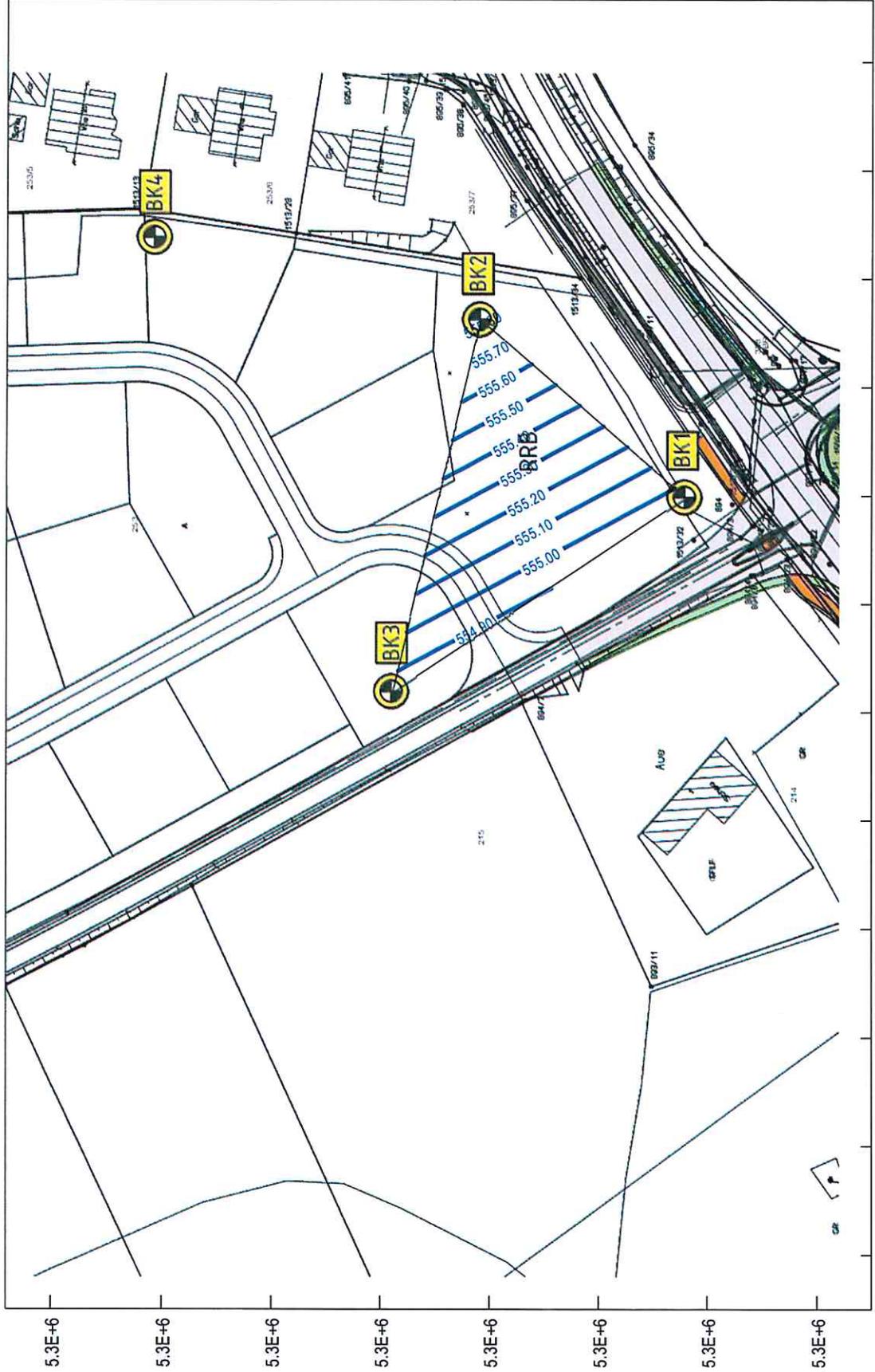
BG Heisenäcker II  
Erolzheim Edelbeuren  
Isolinienanstellung

Bericht Nr. 1703046GEO

Anlage Nr. 6.1

Datum: 13.06.2017

M 1:750





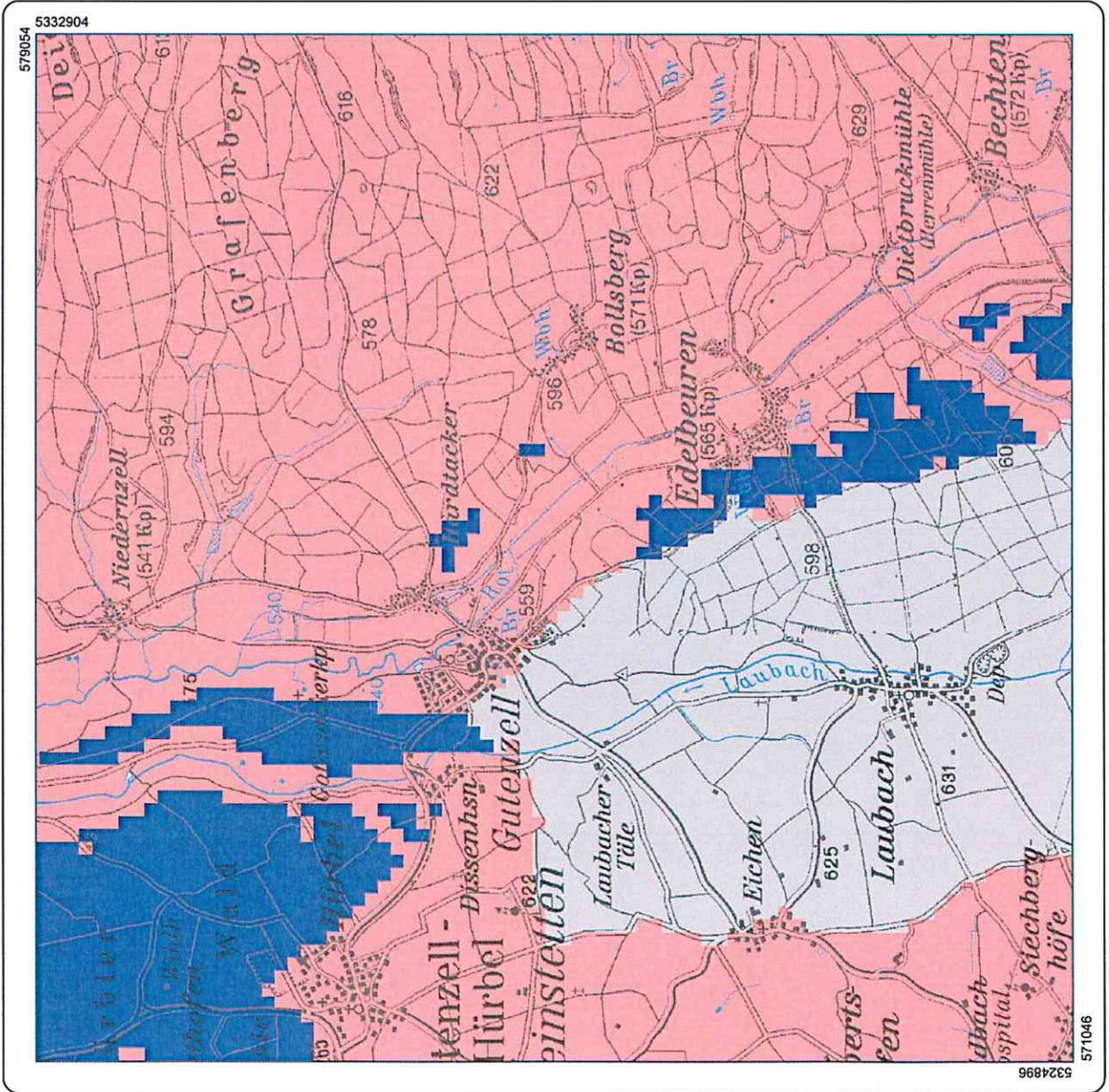
Maßstab

1 : 50000

Ebenen

ISONG: Geothermische Effizienz

Topographie (Rasterdaten des LGL)



**Baden-Württemberg**  
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

Legende

- ISONG: Geothermische Effizienz  
Bezogen auf 100 m Tiefe bzw. erlaubte Bohrtiefe
-  geringer effizient
  -  effizient
  -  höher effizient
  -  keine Angaben (zu geringe erlaubte Bohrtiefe, Einzugsgebiete genutzter Grundwasservorkommen oder räumlich eng wechselnde Untergrundverhältnisse)



Anlage 8.1

Kartenansicht

