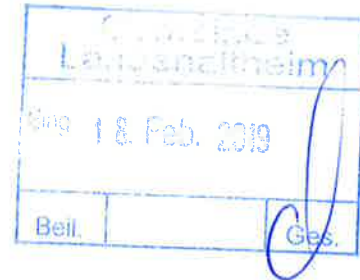


Geotechnischer Bericht Baugrunduntersuchungen



Projekt-Nr. 15427-bgr-01

**Projekt: LANGENALTHEIM Landkreis Weißenburg - Gunzenhausen
Erschließung Baugebiet OT Rehlingen**

**Auftraggeber: Gemeinde Langenaltheim
Untere Hauptstraße 15
91799 Langenaltheim**

**Planer: Ingenieurbüro Christoph Kuhn
Stadtbachweg 2
91781 Weißenburg i. Bay.**

Bearbeiter: Jens Radtke, M.Sc.

Bayreuth, den 05.02.2019

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1. Vorbemerkung	3
2. Unterlagen	3
3. Lage und Geologie	4
4. Bauvorhaben	5
5. Baugrund	5
5.1 Aufbau	5
5.2 Hydrologie	7
6. Kennwerte Boden	7
6.1 Bodenmechanische Laborversuche Bodenproben	7
6.2 Charakteristische Bodenkenngößen	7
6.3 Chemische Analysen von Bodenproben nach LAGA/DepV	8
7. Einteilung nach DIN 18 300:2016-09 Erdarbeiten	10
7.1 Festlegung der Homogenbereiche	10
7.2 Homogenbereich O1	11
7.3 Homogenbereich B1	11
8. Straßenbau	13
8.1 Bemessung des Straßenoberbaus	13
8.2 Planum - Erdbau	14
9. Rohrleitungsbau	15
10. Beurteilung der Versickerung	16
11. Retentionsbecken	17
12. Baumaßnahmen	18
13. Bauüberwachung und Abnahme	19
14. Zusammenfassung	19

Anlage 1:	Lageplan
Anlagen 2.1 und 2.2:	Schnitte
Anlagen 3.1 bis 3.4:	Bodenmechanische Laborversuche
Anlagen 4.1 bis 4.4:	Chemische Laborversuche

1. Vorbemerkung

Die Gemeinde Langenaltheim beabsichtigt die Erschließung eines Baugebiets und beauftragte daher das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth, zu den geplanten Leitungs- und Straßenbaumaßnahmen von bodenmechanischer Seite Stellung zu nehmen.

Mit diesem Bericht werden die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen sowie die Einteilung in Homogenbereiche zusammenfassend dargestellt.

2. Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden im Wesentlichen die folgenden Unterlagen verwendet:

- Geologische Karte von Bayern M 1 : 25 000
Blatt 7031 Treuchtlingen
- Vom Ing.-Büro Christoph Kuhn, Weißenburg i. Bay.:
Bebauungsplan M 1 : 500 (Stand: 18.06.2018)
- Ergebnisse von Kleinrammbohrungen, Rammsondierungen und Laborversuchen durch das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth
- Ergebnisse von chemischen Bodenanalysen durch das AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg
- Ergebnisse von Ortsbesichtigungen und Besprechungen zwischen Vertretern des Auftraggebers, des Ingenieurbüros Christoph Kuhn und dem Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder

3. Lage und Geologie

Die Gemeinde Langenaltheim selbst liegt südlich der Stadt Treuchtlingen zwischen der Bundesstraße B2 und der Gemeinde Solnhofen. Die Baumaßnahme ist im Langenaltheimer Ortsteil Rehlingen vorgesehen. Dieser liegt etwa 3 km nordwestlichen von Langenaltheim auf der Westseite der Bundesstraße B2. Das Baugebiet soll in Rehlingen am nördlichen Ortsrand errichtet werden und an die Straße Steingasse angeschlossen werden.

Großräumig betrachtet liegen Langenaltheim und Rehlingen auf der hügeligen Hochfläche der fränkischen Alb. Rehlingen liegt etwa 15 km nordöstlich des Einschlagkraters Nördlinger Ries. Das vorgesehene Baufeld liegt an einem Hang, welcher nach Nordosten hin mäßig ansteigt.

Gegenwärtig ist das Baufeld unbefestigt und wird landwirtschaftlich genutzt.

Unter den vorhandenen Oberflächenbefestigungen, künstlichen Auffüllungen früherer Baumaßnahmen und oberflächennahen Deckschichten sind entsprechend der **Geologischen Karte** im Baubereich **Bunte Breccie mit allochthonen Malmschollen** aus dem **Erdzeitalter des Neogens** zu erwarten. Sowohl bei der Bunte Breccie als auch den Malmschollen handelt es sich um Ablagerungen resultierend aus den Auswurfmassen des Ries-Ereignisses. Vor knapp 15 Mio. Jahren bildeten ein Asteorid mit kleinerem Satelliten durch einen Doppelleinschlag in der Hochfläche der fränkischen Alb die Meteoritenkrater Nördlinger Ries und Steinheimer Becken. Dabei wurde das zu derzeit etwa 600 m starke Deckgebirge aus mesozoischen Sedimentgesteinen vollständig durchschlagen. Die hierbei abgegebenen Auswurfmassen bilden unter anderem die Bunte Breccie und übergeordnet Bunte Trümmernmassen, welche sich regellos durchmischt radial um die Einschlagkrater bis in ca. 40 km Umkreis um den Einschlag abgelagert hat. Sie setzt sich daher aus Bruchstücken aller mesozoischen Sedimentgesteine im Einschlagsort und untergeordnet auch kristallinen Bruchstücken zusammen. Die Karbonatgesteine des Malms (Dolomit und Kalksteine) wurden hierbei teils nur grob zertrümmert und in Schollenform transportiert. Die Schollengröße nimmt mit zunehmender Entfernung zum Einschlagsort ab.

Eine tektonische Störungszone ist im unmittelbaren Baubereich nicht nachgewiesen.

Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 gehört Langenaltheim zur **Erdbebenzone 1** und befindet sich in einer Region der **Untergrundklasse R** (Gebiet mit felsartigem Gesteinsgrund).

4. Bauvorhaben

Es ist die **Erschließung eines Baugebiets** im Norden von Rehlingen vorgesehen. Hierfür sollen die notwendigen Schmutz- und Regenwasserkanäle sowie die Erschließungsstraße errichtet werden. Die Verlegetiefen der Leitungen liegen etwa zwischen 2,0 m und 3,0 m. Die Leitungen sind nach vorliegenden Planunterlagen mit DN 100 bis DN 500 in Stahlbetonbauweise und DN 200 aus Polypropylen vorgesehen.

Im Süden des Baufeldes ist die Errichtung eines Regenrückhaltebeckens geplant.

Der frostsichere Oberbau der Straße soll gemäß den „Richtlinien zur Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12“ bemessen werden. Nach Angabe des zuständigen Planungsbüros wird die Straße in die Belastungsklasse Bk0,3 eingeteilt.

Da die vorgesehene Grabentiefe für die Rohrleitungen mehr als 2,0 m beträgt, ist die Baumaßnahme gemäß DIN 4020 in die **Geotechnische Kategorie 2** einzuteilen.

Zur Vermessung der Bohransatzpunkte in Lage und Höhe wurde ein Global Positioning System (GPS) verwendet.

5. Baugrund

5.1 Aufbau

Der Untergrund wurde insgesamt durch fünf Kleinrammbohrungen (KRB1 bis KRB5) und zwei Sondierungen mit der schweren Rammsonde erkundet (s. Lageplan Anlage 1). Die Ergebnisse sind entsprechend den Kennzeichnungen der DIN 4023 in zwei von Nordwest nach Südost verlaufenden Schnitten (s. Anlagen 2.1 und 2.2) dargestellt.

Unter rund 15 cm bis 20 cm dicken Mutterbodenschichten folgen lediglich in der KRB2 zunächst geringmächtige Sande von hellbrauner Farbe mit tonigen und schluffigen Beimengungen. Darunter sowie in allen verbleibenden Bohrungen unmittelbar unter den Mutterbodenschichten wurden bis in die Aufschlussendtiefen steife Tone mit vorwiegend wechselnden kiesigen Anteilen aufgeschlossen. Bei diesen Tönen handelt es sich offensichtlich um die Ablagerungen der Bunten Breccie resultierend aus dem Ries-Ereignis.

Im Bereich des vorgesehenen Rückhaltebeckens waren diese bis in eine Tiefe von 1,50 m zunächst künstlich angeschüttet.

Oberflächennah waren die natürlich gewachsenen Tone hellbraun bis gelbbraun und die angeschütteten Tone braun bis dunkelbraun. Die Tone in den Aufschlussendtiefen waren eher hellgrau bis grau.

Durch die **Sondierungen mit der schweren Rammsonde** werden die vorliegenden Aufschlüsse ergänzt. Erfahrungsgemäß kann ab etwa vier Schlägen pro 10 cm Eindringung der Sondierspitze von einer zumindest mitteldichten Lagerung von Sanden bzw. einer vergleichbaren Festigkeit der bindigen Böden ausgegangen werden.

Die Sondierungen zeigen beide oberflächennah zunächst ungenügende Schlagzahlen. Während in der DPH2 bei schwankenden Schlagzahlen ab einer Tiefe von ca. 1,60 m größtenteils ausreichende Schlagzahlen erreicht wurden, waren die Schlagzahlen in der DPH1 bis in eine Tiefe von 3,0 m größtenteils ungenügend um dann sprunghaft auf ausreichende Werte bis in die Endtiefe anzusteigen.

Diese Ergebnisse deuten auf eine unregelmäßige und oberflächlich ungenügende Festigkeit der anstehenden Böden hin, welche offensichtlich der Bunten Breccie zuzuordnen sind.

Abweichungen und Besonderheiten sind in einem unterschiedlichen Schichtgrenzenverlauf, in Schichtinhomogenitäten sowie in wechselnden Konsistenzen und Mächtigkeiten der bindigen Böden zu erwarten.

5.2 Hydrologie

Grundwasser wurde im Rahmen der Felduntersuchungen nicht festgestellt. Bei ungünstigen Witterungsbedingungen muss jedoch im gesamten Baubereich mit einem Zulauf von Sickerwasser und Oberflächenwasser gerechnet werden.

6. Kennwerte Boden

6.1 Bodenmechanische Laborversuche Bodenproben

Insgesamt wurden drei Bodenproben der Güteklasse 3 nach DIN EN ISO 22 475 entnommen und im eigenen Baugrundlabor hinsichtlich bodenmechanischer Parameter untersucht. An diesen Proben wurden drei kombinierte **Sieb-Schlämmanalysen** und drei **Plastizitätsversuche** durchgeführt (s. Anlagen 3.1 bis 3.4). Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen werden in dem Kapitel 7 zusammengefasst.

Die kombinierten **Sieb-Schlämmanalysen** (s. Anlage 3.1) ergaben drei feinkörnige Tone mit Feinanteilen kleiner 0,06 mm von 63,2 % bis 68,6 %.

Plastizitätsversuche (s. Anlagen 3.2 bis 3.4) ergaben Fließgrenzen von 46,4 % bis 52,0 % sowie Ausrollgrenzen von 11,2 % bis 12,3 %. Mit dem natürlichen Wassergehalt errechnen sich Plastizitätszahlen von 34,1 % bis 40,1 %. Die Konsistenzbestimmungen ergaben Werte von 0,80 bis 0,91. Es handelt sich bei den untersuchten Proben um mittelplastische und ausgeprägt plastische Tone mit steifer Konsistenz.

Gemäß der DIN 18 196 gehören die untersuchten Böden zu den Bodengruppen TM und TA. Diese sind als sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) einzustufen.

6.2 Charakteristische Bodenkenngrößen

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse können erfahrungsgemäß vereinfachend die folgenden charakteristischen Bodenkenngrößen angesetzt werden:

Tone, steif

Feuchtwichte	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Auftriebswichte	$\gamma' = 9,0 \text{ kN/m}^3$
Gesamtscherfestigkeit	$\varphi = 27,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 5 \text{ bis } 7 \text{ MN/m}^2$

Sande

Feuchtwichte	$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$
Auftriebswichte	$\gamma' = 10,0 \text{ kN/m}^3$
Gesamtscherfestigkeit	$\varphi = 32,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 10 \text{ bis } 20 \text{ MN/m}^2$

6.3 Chemische Analysen von Bodenproben nach LAGA/DepV

Zur Beurteilung der möglichen Wiederverwertung wurden im Zuge der Baugrunduntersuchungen zusätzliche Bodenproben entnommen und hinsichtlich ihrer umweltrelevanten Inhaltsstoffe analysiert. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der Anlage 4.1 bis 4.4 dargestellt.

Es wurden Bodenproben aus dem gewachsenen Boden von vier Bohrungen entnommen. Aus diesen Einzelproben wurde eine Mischprobe gebildet. Diese wurde dem AGROLAB Labor, Bruckberg, zur Analyse auf umweltrelevante Inhaltsstoffe hin überstellt. Die Mischprobe wurde auf die Parameter der LAGA-Richtlinie und der Deponieverordnung hin untersucht.

Aus den Aufschlüssen wurden folgende Bodenproben entnommen und zu einer **Mischprobe (MP1)** vereinigt:

Aufschluss	Entnahmetiefe	Bodenart
KRB1	1,30 - 1,80 m	Ton, u, s, g
KRB2	1,40 - 1,80 m	Ton, u, s, g
KRB4	2,00 - 3,00 m	Ton, u, s, g
KRB5	0,40 - 0,90 m	A, Ton, u, s, g

Hinsichtlich der **LAGA-Richtlinie** liegen in der Mischprobe die Feststoffgehalte alle unter dem jeweiligen Z0-Zuordnungswert. Lediglich der pH-Wert im Eluat liegt mit 9,1 knapp über dem Z0-Zuordnungswert. In den untersuchten Böden liegt ein erhöhter Anteil karbonatischer Bestandteile in Form von Kalksteinen und Dolomit vor. Diese sind offensichtlich für einen erhöhten pH-Wert verantwortlich. Vorbehaltlich einer repräsentativen Beprobung wäre der Aushub somit als **Z0-Material** nach der LAGA-Richtlinie einzustufen, da eine Überschreitung des pH-Werts alleine kein Ausschlusskriterium darstellt. An einen offenen Wiedereinbau an anderer Stelle wären dann aus umweltfachlicher Sicht keine besonderen Bedingungen geknüpft.

Im Hinblick auf die Parameter der **Deponieverordnung** werden die DKI-Zuordnungswerte für den Glühverlust mit 4,3 Masse-% überschritten. Gemäß Anhang 3 Ziffer 2 der Deponieverordnung ist eine Überschreitung des Parameters Glühverlust möglich, wenn zusätzliche Parameter erfüllt sind. Unter anderem muss der jeweilige Grenzwert für die DOC-Konzentration eingehalten sein. Dies ist in der Probe der Fall. Anhand der vorliegenden Ergebnisse könnte das Material vorbehaltlich einer repräsentativen Beprobung auf einer **Deponie der Klasse DK 0** oder höher abgelagert werden. Gemäß des LfU-Merkblatts Deponie - Info 10 (Stand: April 2018) kann hier eine behördliche Genehmigung entfallen, da lediglich der Glühverlust den DK0-Zuordnungswert überschreitet.

Da es sich bislang nur um stichprobenartige Ergebnisse handelt, kann eine endgültige Beurteilung hinsichtlich der Wiederverwertung bzw. der Entsorgung jedoch erst nach dem Aushub und einer repräsentativen Beprobung entsprechend der anfallenden Kubatur erfolgen.

Die Untersuchungen dienen lediglich als Planungs- und Ausschreibungsgrundlage. **Für eine fachgerechte Entsorgung** gemäß den gültigen Regelwerken **ist dieser Analysenumfang nicht ausreichend.**

7. Einteilung nach DIN 18 300:2016-09 Erdarbeiten

Die Einteilung der Homogenbereiche erfolgt vorläufig auf Grundlage des vorliegenden Planungsstands. Sollten sich im Verlauf der weiteren Planungsphase bzw. der Bauausführung Änderungen ergeben, ist die Einteilung der Homogenbereiche erneut zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Im Falle von maßgeblichen Änderungen der Bauausführung können weitere Untersuchungen bzw. die Fortschreibung der Homogenbereiche notwendig werden.

7.1 Festlegung der Homogenbereiche

Bei der Bezeichnung der Homogenbereiche sind die Buchstaben B (überwiegend Boden), X (überwiegend Fels) und O (überwiegend Mutterboden) zu verwenden. Zudem werden die Homogenbereiche nummeriert.

Es ist die Erschließung eines Baugebiets geplant. Das Baufeld ist unbefestigt und mit Mutterboden bedeckt. Darunter folgen künstlich angeschüttete und gewachsene Tone von steifer Konsistenz.

Die beim Aushub anfallenden Böden sollen nach Möglichkeit abgefahren und eventuell an anderer Stelle wiedereingebaut bzw. entsorgt werden.

Um die Böden besser beschreiben zu können, werden zudem noch die Bodenklassen entsprechend der alten DIN 18 300:2012-09 mit angegeben. Zur Einstufung der Homogenbereiche während der Aushubarbeiten stehen wir gerne zur Verfügung.

Aus den durchgeführten Bohrungen ergibt sich die folgende Einteilung der Homogenbereiche:

Homogenbereich	Bodenschicht	Benennung
O1	Oberboden	-
B1	künstliche Auffüllungen und bindige Böden der Bunten Breccie	Tone, steif

Aufgrund der stichprobenhaften Probenentnahme sind Abweichungen in den Eigenschaften und Kennwerten innerhalb der einzelnen Homogenbereiche grundsätzlich möglich.

7.2 Homogenbereich O1

Der **Mutterboden** wird in den Homogenbereich O1 eingeteilt. Die Böden des Homogenbereichs O1 wurden in allen Aufschlüssen mit Mächtigkeiten von 15 cm bis 20 cm aufgeschlossen.

Der Mutterboden entsprach gemäß der ehemaligen DIN 18 300: 2012-09 der Bodenklasse 1.

7.3 Homogenbereich B1

Die **künstlich aufgefüllten und natürlich gewachsenen vorwiegend feinkörnigen Böden** im Baufeld wurden unter dem Mutterboden über die gesamte Bohrtiefe aufgeschlossen. Während der Felduntersuchungen wurden vorwiegend braune bis dunkelbraune Auffüllungen, hellbraune Tone in den oberen Bereichen und hellgraue bis graue Schichten in den tieferen Lagen aufgeschlossen. Die mittel- bis ausgeprägt plastischen Tone sind von steifer Konsistenz. Aufgrund nur sehr kleinräumig oberflächennah auftretender nichtbindiger Böden, werden diese mit den bindigen Böden zusammen im Homogenbereich B1 zusammengefasst.

Die Böden des Homogenbereichs B1 können mit üblichen Hydraulikbaggern gut gelöst werden. Ein fachgerechter Wiedereinbau ist grundsätzlich möglich unterliegt jedoch bodenmechanischen Einschränkungen.

Die Eigenschaften und Kennwerte des Homogenbereichs B1 wurden im Rahmen der Felduntersuchungen sowie anhand von bodenmechanischen Versuchen im hauseigenen Labor und chemischen Laboruntersuchungen ermittelt und werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Eigenschaften und Kennwerte für Boden (Auszug) nach VOB/C				
Ortsübliche Bezeichnung	künstliche Auffüllungen und bindige Böden der Bunten Breccie			
Korngrößenverteilung [%]	T	U	S	G
Kornanteile mind.	37,9	25,3	22,8	4,6
Kornanteile max.	40,6	29,3	28,1	11,8
Mittelwert	39,3	27,1	25,3	8,3
Standardabweichung (n-1)	1,1	1,7	2,2	2,9
	Labor-Nr. 01, 05 und 09			
Massenanteile Steine und Blöcke [%]	Keine in Proben vorhanden 0 - 25 % (Erfahrungswerte)			
Dichte [g/cm³]	Gemäß Literatur: TA bei $w_L > 50\%$: $\rho = 1,8$ bis TM bei $w_L = 35$ bis 50% : $\rho = 2,1$			
Undrainede Scherfestigkeit für bindige Böden [kN/m²]	Gemäß Literatur: Konsistenz steif: $c_u = 50$ bis 100			
Wassergehalt [%]	14,9 bis 19,1			
Mittelwert	17,2			
Standardabweichung (n-1) (Labor-Nr. 01, 05 und 09)	1,9			
Plastizitätszahl [%]	34,1 bis 40,1			
Mittelwert	37,5			
Standardabweichung (n-1) (Labor-Nr. 01, 05 und 09)	2,8			

Konsistenzzahl [%]	0,80 bis 0,91
Mittelwert	0,9
Standardabweichung (n-1)	0,05
(Labor-Nr. 01, 05 und 09)	0,50 bis 1,00 (Erfahrungswerte)
Lagerungsdichte	entfällt bei bindigen Böden
Organischer Anteil [%]	keine sensorischen Hinweise
Bodengruppen	TM, TA (Versuchswerte) TL, ST, SU*, SU, GT, SE (Erfahrungswerte)

Entsprechend der ehemaligen DIN 18300:2012-09 wären diese Böden in die 4 und 5 (mittelschwer bis schwer lösbare Böden) eingestuft worden.

8. Straßenbau

8.1 Bemessung des Straßenoberbaus

Die Dicke des frostsicheren Oberbaus der Verkehrswege bestimmt sich nach den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12“. Im Bereich des voraussichtlichen Erdplanums stehen hier Tone der Frostempfindlichkeitsklasse F3 an. Für die Bemessung des frostsicheren Oberbaus empfehlen wir daher einheitlich die **Frostempfindlichkeitsklasse F3** anzusetzen.

Für die Belastungsklasse Bk0,3 und die Frostempfindlichkeitsklasse F3 wird ein frostsicherer Oberbau von 50 cm erforderlich. Gemäß der Tabelle 7 der RStO 12 sind folgende Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse zu berücksichtigen:

Frosteinwirkung: Zone II + 5 cm

Damit erhält man eine **erforderliche Dicke des frostsicheren Aufbaus** von:

$$50 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = \mathbf{55 \text{ cm}}$$

Von diesen Werten kann beim Vorliegen anderer örtlicher Erfahrungen abgewichen werden.

Bei Bauweisen mit Asphalttragschichten ist auf der Oberkante der Frostschuttschicht für die **Belastungsklasse Bk0,3** ein Verformungsmodul der Wiederbelastung von E_{v2} größer oder gleich 100 MPa gefordert.

8.2 Planum - Erdbau

Die Mindestanforderungen für den Verdichtungsgrad von Bodenarten im Untergrund und Unterbau sind in der Tabelle 4 der ZTV E-StB 17 genannt. Bei den hier anstehenden bindigen Böden muss der Untergrund bzw. der Unterbau von Straßen bis 0,5 m unterhalb des Erdplanums einen Verdichtungsgrad von wenigstens $D_{pr} = 97 \%$ besitzen.

Bei einem Straßenoberbau mit einer ungebundenen Tragschicht bzw. Frostschuttschicht sowie bei einem vollgebundenen Oberbau auf dem gegebenen frostempfindlichen Untergrund ist auf dem Planum zudem ein Verformungsmodul E_{v2} von wenigstens 45 MPa nachzuweisen.

Im voraussichtlichen Erdplanum der **Erschließungsstraße des Baugebiets** stehen größtenteils Tone von steifer Konsistenz an. Auch bei geeigneter Witterung können die geforderten Verformungsmoduln hier voraussichtlich nicht erreicht werden. Es werden daher Bodenaustauschmaßnahmen von zumindest 20 cm notwendig.

Als **Bodenaustauschmaterial** ist ein nichtbindiges, verdichtungswilliges und gut abgestuftes Schottermaterial, z.B. der Körnung 0/45 mm oder 0/56 mm, zu verwenden. Das Bodenaustauschmaterial ist lagenweise einzubauen und fachgerecht zu verdichten.

Im vorgesehenen Erdplanum sollte hier aufgrund der feinkörnigen Böden ein Geotextil als Trennlage vorgesehen werden. Entsprechend dem „Merkblatt für Geotextilien und Geogittern im Erdbau (1992)“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen ist hier ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 zu wählen.

Zu Baubeginn sollten **Probefelder** angelegt und mittels Plattendruckversuchen geprüft werden. Abhängig von den Ergebnissen können dann die endgültigen eventuellen Bodenaustauschmaßnahmen und Austauschdicken für die einzelnen Bereiche festgelegt werden.

Bei geänderten Voraussetzungen oder abweichenden Untergrundverhältnissen bitten wir um umgehende Rücksprache.

9. Rohrleitungsbau

Es ist die Verlegung von Regenwasser- und Schmutzwasserleitungen geplant. Die mittlere Verlegetiefe liegt für die einzelnen Systeme zwischen 2,00 m und 3,00 m. Die Baumaßnahme ist auf einer Länge von etwa 200 m vorgesehen.

Aus Gründen der Frostsicherheit ist eine Mindestgründungstiefe der Rohrleitungen von 1,20 m unter der Geländeoberfläche einzuhalten.

In den vorgesehenen Rohrsohlen stehen zumindest steife bindige Böden an. Diese sind für eine fachgerechte Rohrbettung als ausreichend tragfähig einzustufen.

Die Arbeiten für das Auflagerbett und die Verfüllung der Leitungszone (von Grabensohle bis in eine Höhe von mindestens 30 cm über dem Rohrscheitel) sind entsprechend den Vorschriften der ZTVA-StB 12 durchzuführen.

Liegt die Trasse der zu verlegenden Leitung innerhalb befestigter Verkehrswege sind oberhalb der Leitungszone zur Verminderung der Setzungen nichtbindige bis schwach bindige, grob- und gemischtkörnige Erdstoffe einzubauen. Für die erforderliche Frostschutzschicht ist ein geprüftes frostsicheres Material zu verwenden.

Das Aushubmaterial ist für einen Einbau in dieser Verwendung nicht geeignet. Erfahrungsgemäß ist auch eine Aufbereitung mit Bindemitteln aufgrund nicht abschätzbarer Volumenänderungen der bindigen Böden ausgeschlossen.

10. Beurteilung der Versickerung

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden wurde im Bereich der Bohrung KRB5 ein **Sickertest** durchgeführt.

Für den Sickertest wurden die Bohrungen zunächst bis zu einer Tiefe von 4,00 m unter dem Ansatzpunkt hergestellt und verrohrt. Im versickerungsrelevanten Bereich wurden in allen Bohrungen Tone mit wechselnden Gehalten der verbleibenden Korngrößen angetroffen.

Nach einer Konsolidierungszeit von 30 min konnte innerhalb weiterer 30 min kein Absinken des Wasserspiegels in der Verrohrung beobachtet werden. Dies deutet auf einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f < 1,0 \times 10^{-7}$ m/s hin. Gemäß DIN 18 130 entspricht dies Durchlässigkeitsbeiwerten für **schwach durchlässige Böden**.

Gemäß den Festlegungen des DWA-Merkblatts A 138 liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich zwischen 1×10^{-3} m/s und 1×10^{-6} m/s.

Im Zuge des Ortstermins wurde seitens Vertretern des Ing.-Büros Christoph Kuhn und Vertretern der Stadt Langenaltheim die Problematik von Schichtenwasser angesprochen, welches die talseitige Bestandsbebauung beeinflusst. Bei einer gemeinsamen Begehung konnte festgestellt werden, dass dies offensichtlich das Grundstück mit der Fl. Nr. 21/1 betrifft, wenn im hangseitigen Straßengraben der nördlich davon verlaufenden Steingasse aufgestautes Oberflächenwasser auftritt.

Da während der Baugrunduntersuchungen keine nennenswerte Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden nachgewiesen werden konnte, ist anzunehmen, dass die Schichtenwasseraustritte unmittelbar nördlich des betroffenen Grundstücks auf die verbauten Böden im Straßendamm der Steingasse zuzuführen sind. Bei dem Bau eines Retentionsbeckens, welches in die anstehenden Böden mit geringen Durchlässigkeiten einbindet, ist kein erhöhtes Anfallen von Schichtenwasser an den talseitigen Grundstücken zu erwarten.

11. Retentionsbecken

Es soll aus bodenmechanischer Sicht die Errichtung eines Retentionsbeckens geprüft werden. Dieses soll im Bereich der Aufschlüsse KRB4 und KRB5 errichtet werden.

Bei der Errichtung eines Regenrückhaltebeckens in **Erdbauweise** sollte die Sohle möglichst oberhalb des Grundwasserspiegels angeordnet werden. Da während der Baugrunduntersuchungen kein Grundwasser angetroffen wurde, kann das Retentionsbecken aus hydrogeologischer Sicht wie geplant ausgeführt werden.

Im **Aushubbereich** des Retentionsbeckens stehen Tone mit wechselnden Feinanteilgehalten an. Bei einem durchgeführten **Versickerungsversuch** (siehe Kap. 10) konnte festgestellt werden, dass die im Baufeld anstehenden Böden gemäß DIN 18 130 als **schwach durchlässige Böden** zu bewerten sind.

Da flächig in der Aushubsohle mit schwach durchlässigen Böden zu rechnen ist, kann aus bodenmechanischer Sicht auf weitere Abdichtungsmaßnahmen verzichtet werden.

Für die **Herstellung der Randdämme** ist ebenfalls ein schwach durchlässiges, bindiges Material zu verwenden. Dazu können die bindigen Böden aus dem Aushub für das Retentionsbecken bzw. aus dem Aushub des Leitungsbaus wiederverwendet werden. Aufgeweichte bindige Böden sind hier für einen fachgerechten Wiedereinbau in den Randdämmen nicht geeignet.

Die Auffüllungen sind bei optimalem Wassergehalt lagenweise einzubauen und fachgerecht zu verdichten. Dabei sollte eine Proctordichte von zumindest auf 95% eingehalten werden.

Bei geänderten Voraussetzungen oder abweichenden Untergrundverhältnissen ist eine umgehende Rücksprache erforderlich. Da die Baugrunduntersuchungen stichprobenartige, punktuelle Aufschlüsse darstellen sind Abweichungen möglich.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Böden in der Aushubsohle kann bei einem Zulauf ins Retentionsbecken von einer geringen Versickerungsrate ausgegangen werden. Eine schlagartige massive Zunahme von Schichtenwasser, die negative Auswirkungen auf die talseitige Bebauung haben könnte, ist daher nicht zu erwarten.

12. Baumaßnahmen

Temporäre Baugrubenböschungen können oberhalb des Grundwasserspiegels in den zumindest steifen Tonen unter 60° hergestellt werden.

Zur Baugrubensicherung im Leitungsbau kann auch mittels **gegenseitig ausgesteifter Verbauelemente** erfolgen.

Anfallendes Schichten- oder Niederschlagswasser ist während der Bauzeit zu fassen und mittels einer fachgerechten offenen **Wasserhaltung** abzuleiten.

Alle Erdarbeiten und **Verdichtungskontrollen** sind gemäß den ZTV E-StB 17 auszuführen. Ein unmittelbares Befahren des Planums ist zu vermeiden. Auflockerungen sind fachgerecht nachzuverdichten.

Freigelegte **Rohr- und Gründungssohlen** sind von aufgeweichten Erdstoffen zu säubern und gegebenenfalls nachzuverdichten.

Bei den Baumaßnahmen ist auf die **Feuchtigkeitsempfindlichkeit** der anstehenden bindigen Böden hinzuweisen. Bei zusätzlicher Feuchtigkeit und mechanischer Beanspruchung neigen diese Böden zu einem Verlust ihrer Strukturfestigkeit, verursachen zusätzliche, kaum abschätzbare Seichtsetzungen und müssen dann ausgetauscht werden.

Durch die notwendigen Verdichtungsarbeiten sind Erschütterungen der angrenzenden Bebauung zu erwarten. Die Notwendigkeit einer **Beweissicherung** der näher zur Baumaßnahme angeordneten Gebäude ist daher zu prüfen.

13. Bauüberwachung und Abnahme

Die Erdarbeiten sind unter Beachtung dieses Berichts fachgerecht auszuführen.

Für geotechnische Beratungen während der Bauzeit vor Ort stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Ein Exemplar dieses Berichts ist durch den Bauherrn bzw. seinen Vertreter zur ständigen Einsichtnahme auf der Baustelle auszulegen.

Da die Baugrunduntersuchungen stichprobenartige, punktuelle Aufschlüsse darstellen, sind Abweichungen möglich. Bei geänderten Voraussetzungen oder abweichenden Untergrund- bzw. Grundwasserverhältnissen ist eine umgehende Rücksprache erforderlich.

14. Zusammenfassung

Das Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder, Bayreuth, wurde beauftragt, für die Erschließung eines Baugebiets in Rehlingen, Gemeinde Langenaltheim, anhand durchgeführter Baugrunduntersuchungen die erforderlichen Maßnahmen für den Straßen- und Leitungsbau aus bodenmechanischer Sicht zu beurteilen und den Boden in Homogenbereiche gemäß DIN 18 300:2016-09 einzuteilen.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden insgesamt fünf Kleinrammbohrungen und zwei Sondierungen mit der schweren Rammsonde ausgeführt. Im Bereich der Rohrsohlen stehen steife bindige Böden an. Diese sind für eine fachgerechte Rohrbettung als ausreichend tragfähig anzusehen. Im vorgesehenen Erdplanum für den Verkehrswegebau werden Bodenaustauschmaßnahmen notwendig.


Da die Böden aufgrund eines durchgeführten Sickertests als zumindest schwach durchlässig zu bewerten sind, kann in diesen Böden ohne weitere Abdichtungsmaßnahmen ein Retentionsbecken errichtet werden.

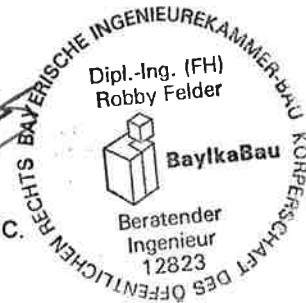
Zu besonderen Punkten der Ausführung wurde im Einzelnen Stellung genommen.

Die Böden wurden auf umweltrelevante Inhaltsstoffe hin untersucht. Vorbehaltlich einer repräsentativen Beprobung kann ein Wiedereinbau uneingeschränkt offen erfolgen. Der Untergrund wurde in zwei Homogenbereiche eingeteilt.


Für weitere Fragen bodenmechanischer und gründungstechnischer Art stehen wir gerne zur Verfügung.

Der Bearbeiter


Jens Radtke, M.Sc.



Ing.-Büro Dr. Ruppert & Felder GmbH

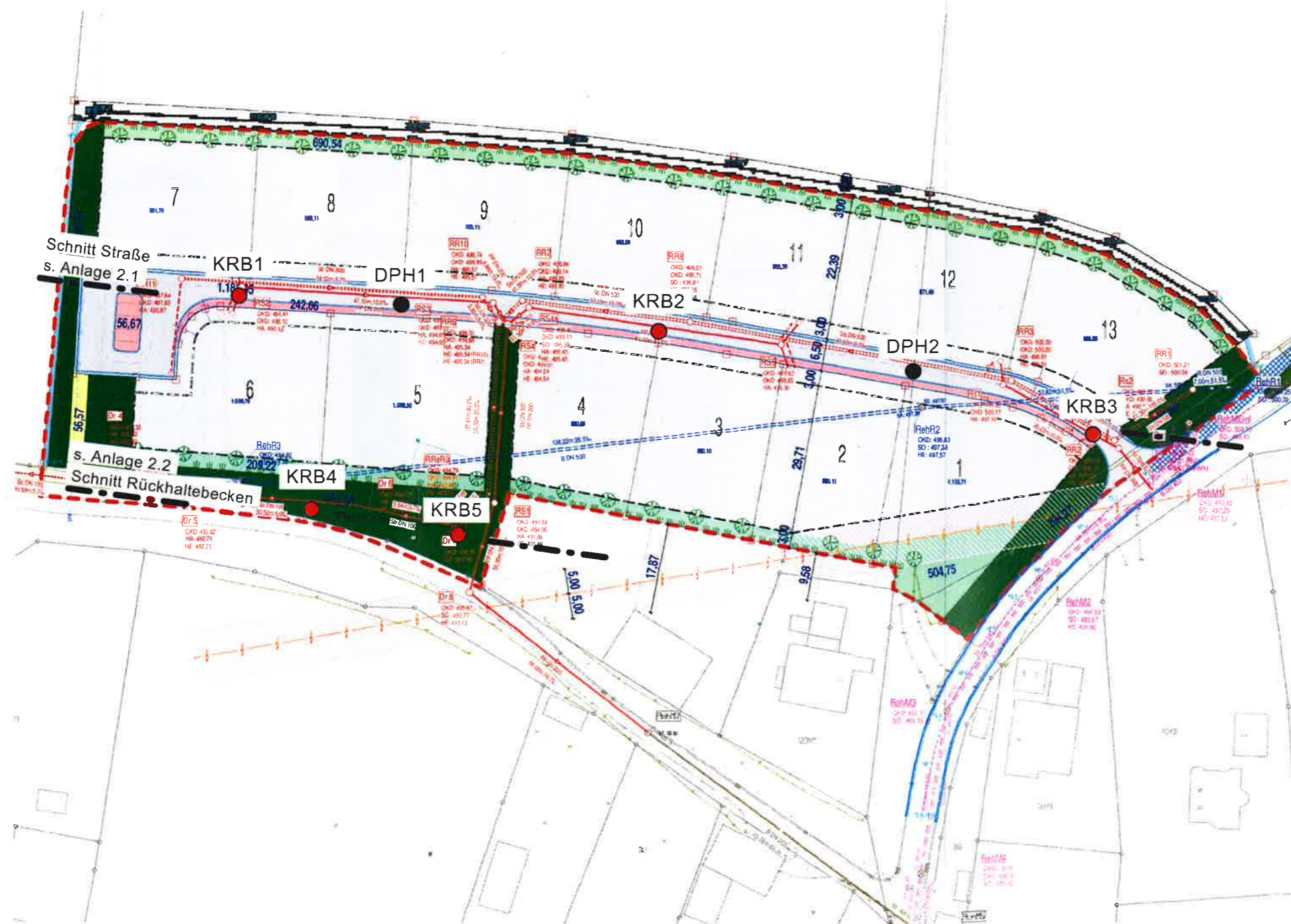

Dipl.-Ing. (FH) Felder

Auftrag: 15427-bgr-01 Anlage 1

Projekt: Baugebiet Rehlingen

Ort: Langenaltheim

Lageplan

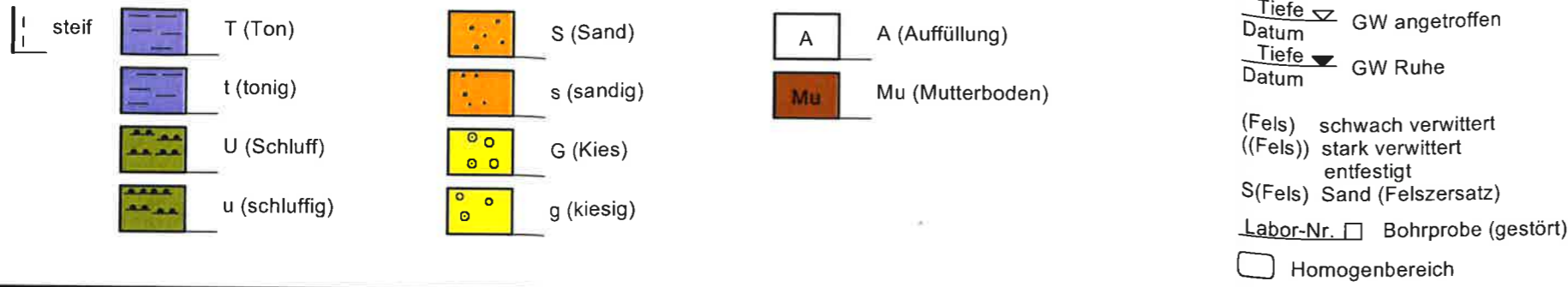


M 1 : 1.000

- KRB Kleinrammbohrung
- DPH Schwere Rammsondierung

gez.: kk

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023



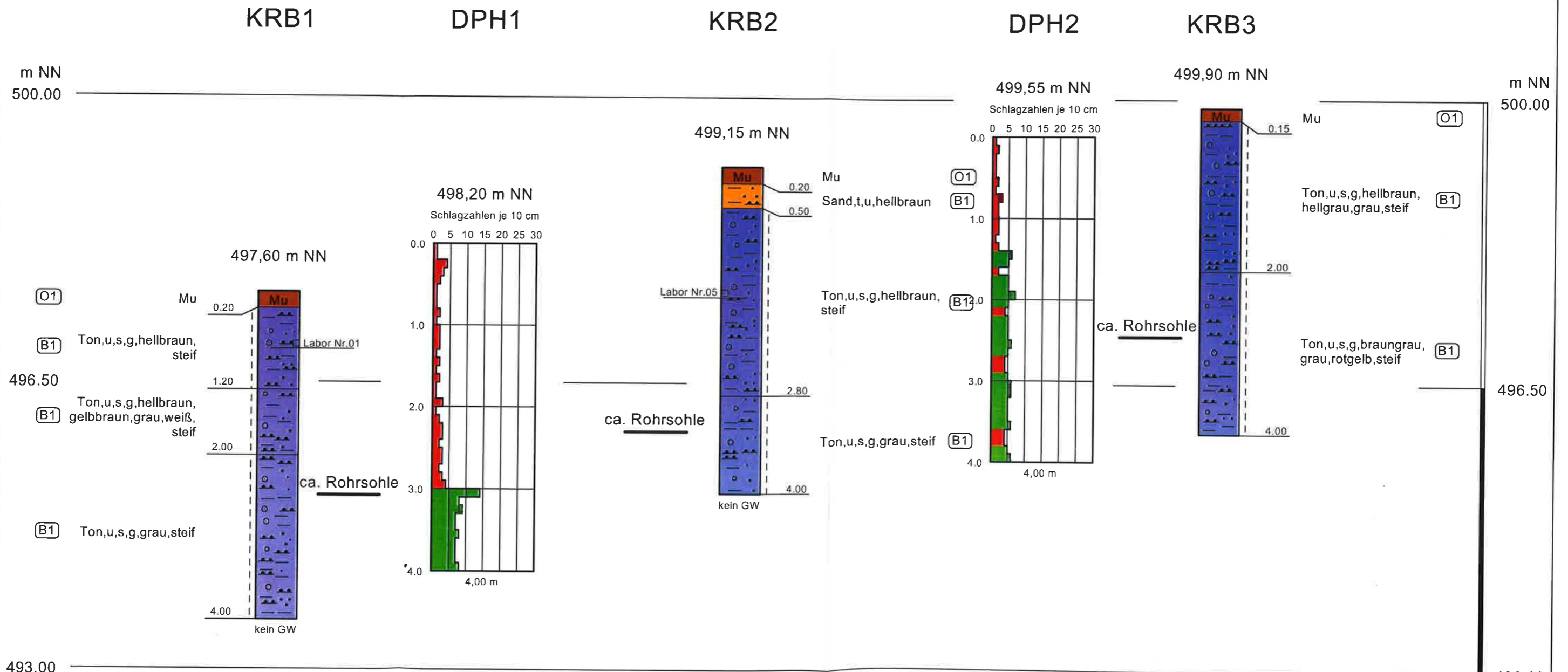
Auftrag: 15427-bgr-01 Anlage 2.1

Projekt: Baugebiet Rehlingen

Ort: Langenaltheim

Nordwest - Südost

Schnitt Straße



M.d.H. 1 : 50
M.d.L. 1 : 750

Lage siehe Anlage 1
gez.: kk

Legende für Untergundaufschlüsse nach DIN 4023

steif		T (Ton)		S (Sand)		A (Auffüllung)	Tiefe / Datum		GW angetroffen
		t (tonig)		s (sandig)		Mu (Mutterboden)	Tiefe / Datum		GW Ruhe
		U (Schluff)		G (Kies)					
		u (schluffig)		g (kiesig)					
							(Fels)		schwach verwittert
							((Fels))		stark verwittert
									entfestigt
							S(Fels)		Sand (Felszersatz)
							Labor-Nr.		Bohrprobe (gestört)
									Homogenbereich

Auftrag: 15427-bgr-01 Anlage 2.2

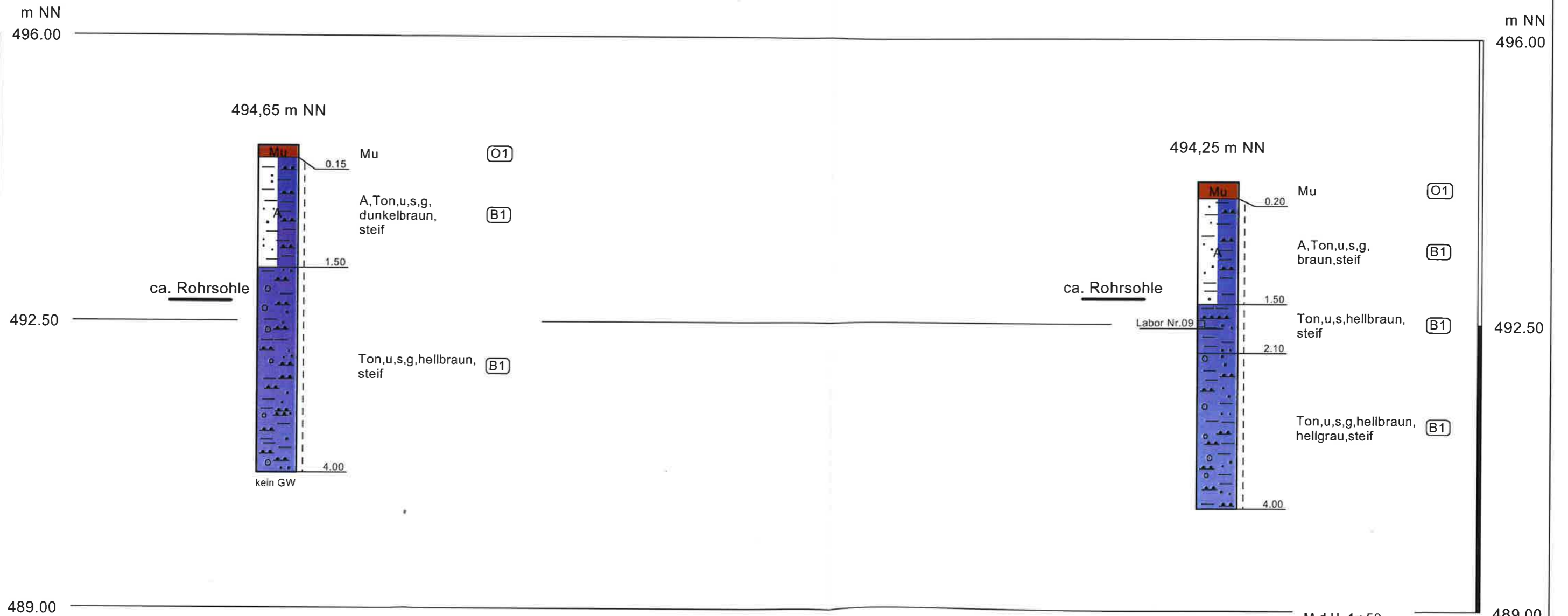
Projekt: Baugebiet Rehlingen

Ort: Langenaltheim

Nordwest - Südost

KRB4

KRB5 Schnitt Becken



M.d.H. 1 : 50

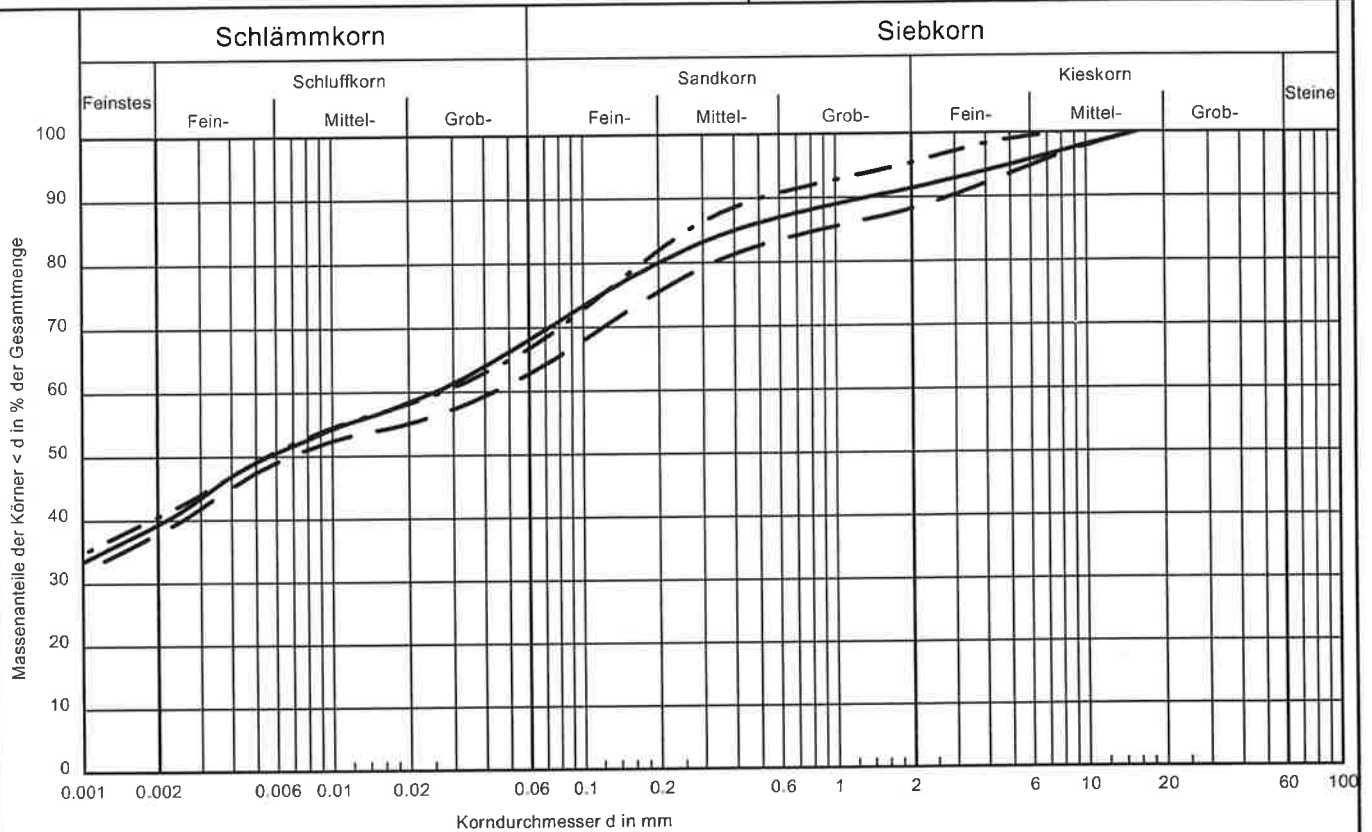
M.d.L. 1 : 750

Lage siehe Anlage 1
gez.: kk

Körnungslinie
LANGENALTHEIM
 Baugebiet Rehlingen

Probe entnommen am: 12.12.2018
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse

Bearbeiter: Kaiser Datum: 16.01.2019



Labor Nr.	01	05	09
Signatur	—	---	-.-.-
Bodenart	Ton,u,s,g	Ton,u,s,g	Ton,u,s
Bodengruppe / Homogenbereich	TA / B1	TA / B1	TM / B1
Entnahmestelle / Tiefe	KRB1 / 0,30-1,00 m	KRB2 / 1,40-1,80 m	KRB5 / 1,60-2,00 m
Wassergehalt [%]	18,1	14,9	19,1
Korndurchmesser d_{10}/d_{60} [mm]	- / 0.0251	- / 0.0434	- / 0.0270
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	-/-	-/-	-/-
Frostsicherheit	F3	F3	F3
Anteile T/U/S/G [%]	39.3/29.3/22.8/8.6	37.9/25.3/25.0/11.8	40.6/26.7/28.1/4.6

Zustandsgrenzen nach EN ISO 17892-6

LANGENALTHEIM

Baugebiet Rehlingen

Bearbeiter: Kaiser

Datum: 16.01.2019

Prüfungsnummer: 01

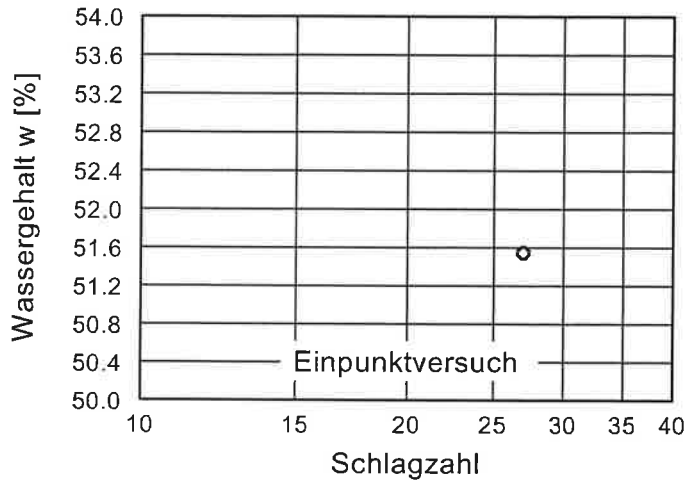
Entnahmestelle: KRB1

Tiefe: 0,30-1,00 m

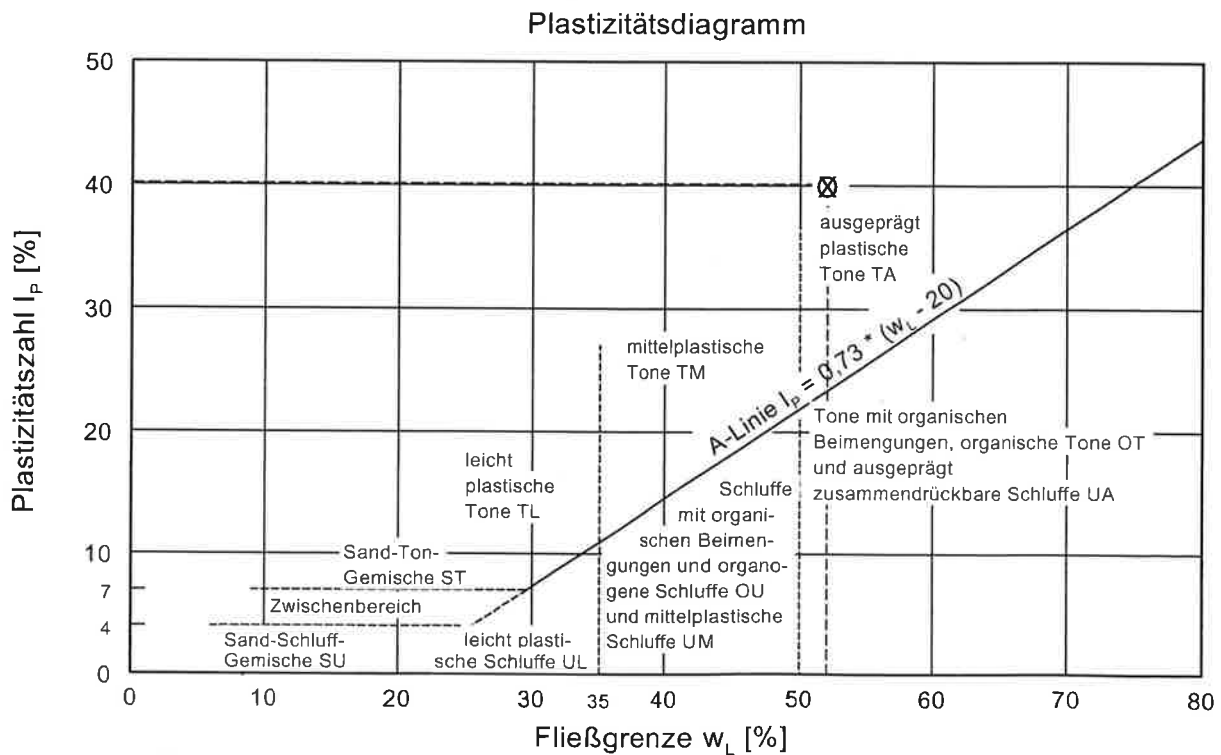
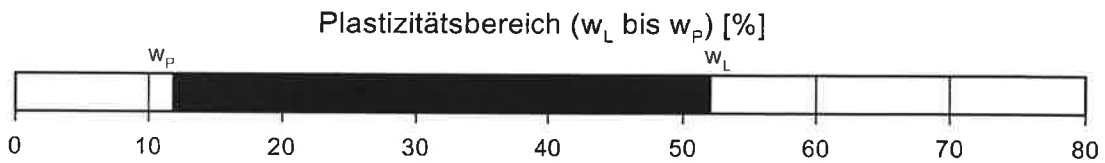
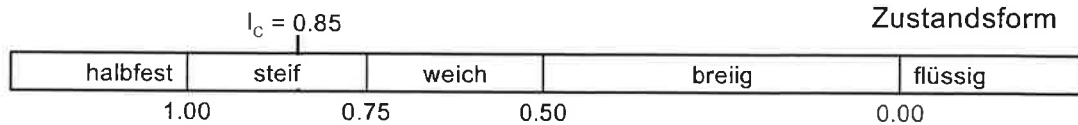
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton,u,s,g

Probe entnommen am: 12.12.2018



Wassergehalt $w =$	18.1 %
Fließgrenze $w_L =$	52.0 %
Ausrollgrenze $w_P =$	11.9 %
Plastizitätszahl $I_p =$	40.1 %
Konsistenzzahl $I_c =$	0.85



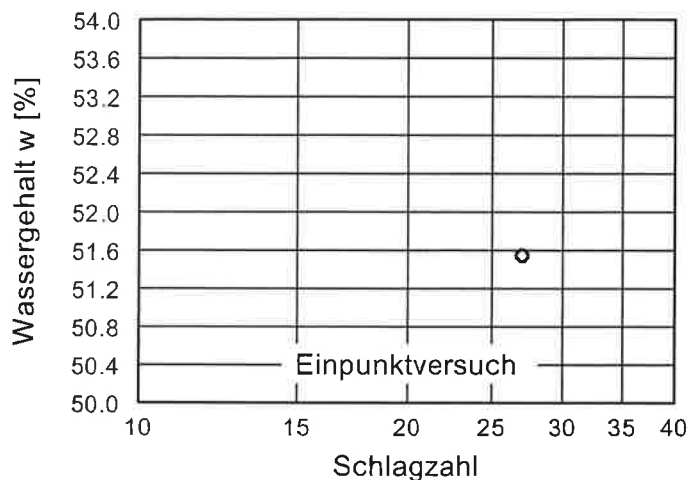
Zustandsgrenzen nach EN ISO 17892-6

LANGENALTHEIM
 Baugebiet Rehlingen

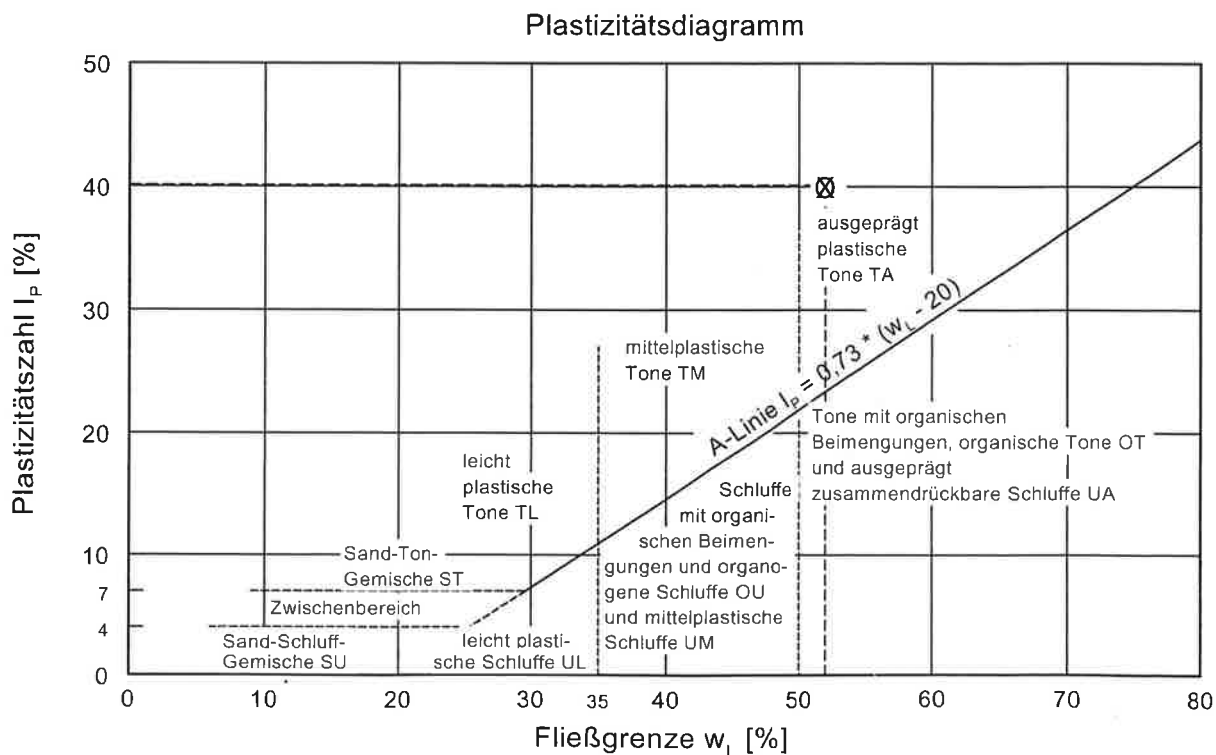
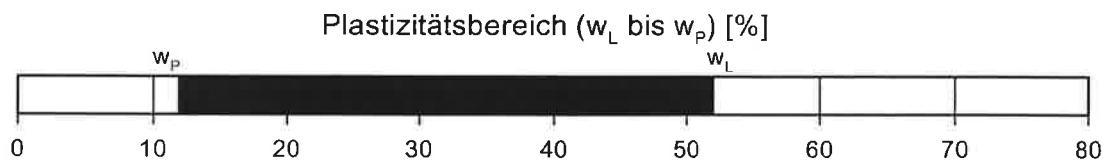
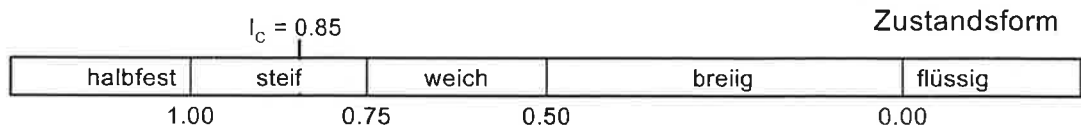
Bearbeiter: Kaiser

Datum: 16.01.2019

Prüfungsnummer: 01
 Entnahmestelle: KRB1
 Tiefe: 0,30-1,00 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Ton,u,s,g
 Probe entnommen am: 12.12.2018



Wassergehalt w =	18.1 %
Fließgrenze w_L =	52.0 %
Ausrollgrenze w_p =	11.9 %
Plastizitätszahl I_p =	40.1 %
Konsistenzzahl I_c =	0.85



Zustandsgrenzen nach EN ISO 17892-6

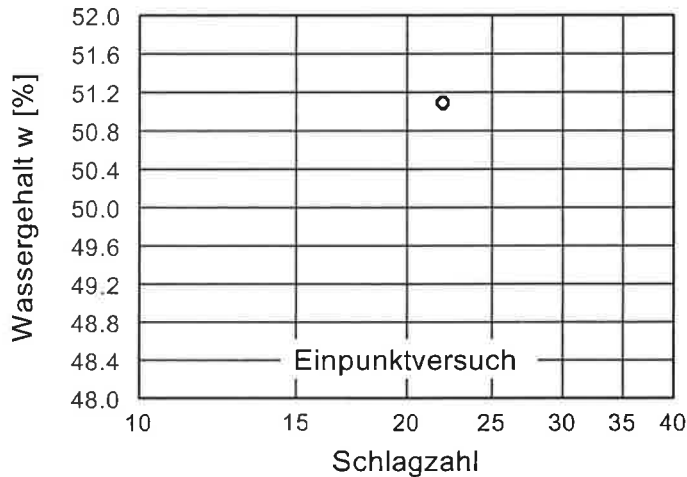
LANGENALTHEIM

Baugebiet Rehlingen

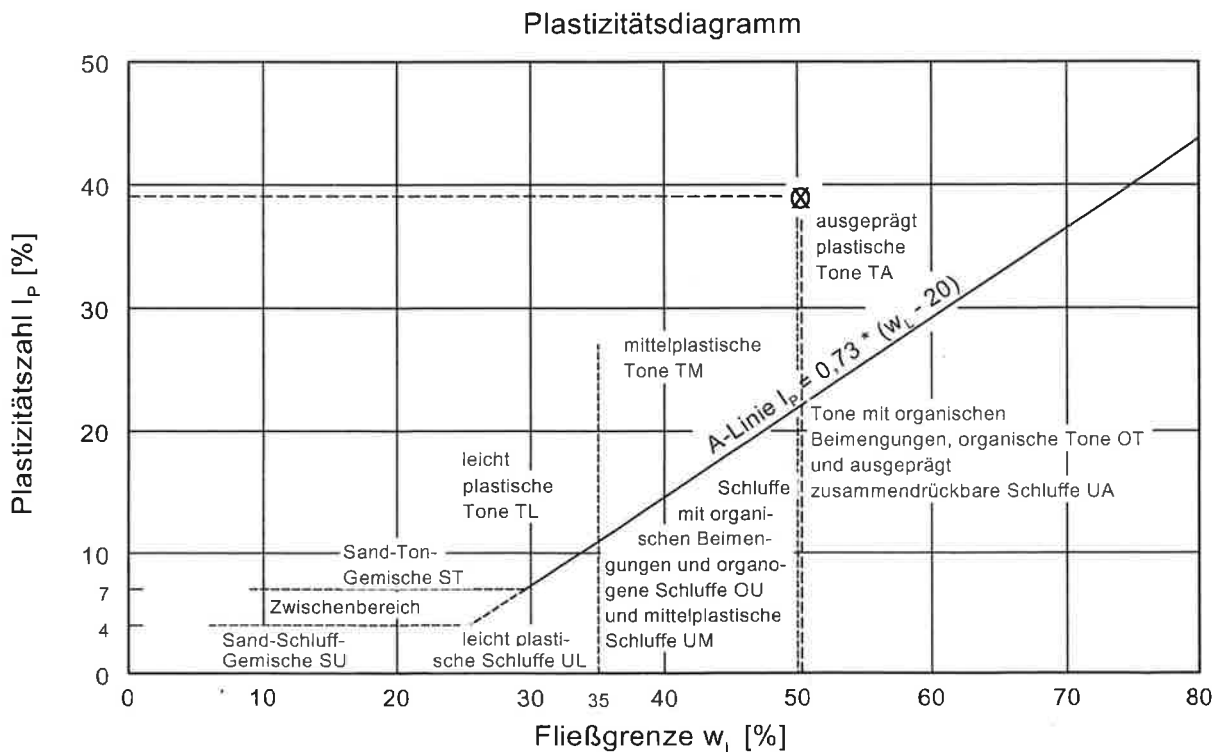
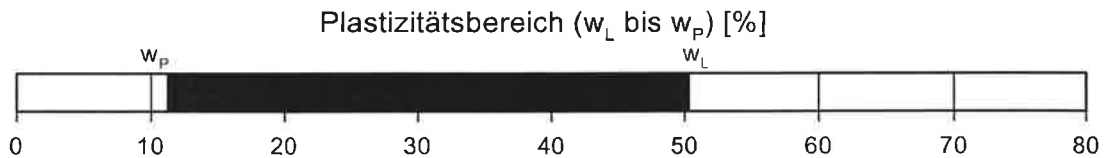
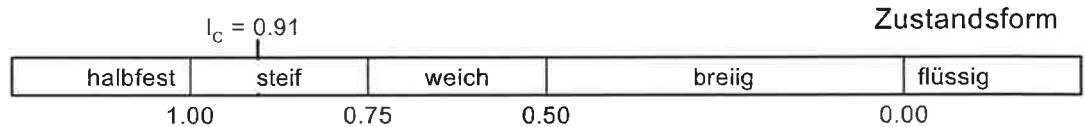
Bearbeiter: Kaiser

Datum: 16.01.2019

Prüfungsnummer: 05
 Entnahmestelle: KRB2
 Tiefe: 1,40-1,80 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Ton,u,s,g
 Probe entnommen am: 12.12.2018



Wassergehalt $w =$	14.9 %
Fließgrenze $w_L =$	50.3 %
Ausrollgrenze $w_p =$	11.2 %
Plastizitätszahl $I_p =$	39.1 %
Konsistenzzahl $I_c =$	0.91



Zustandsgrenzen nach EN ISO 17892-6

LANGENALTHEIM

Baugebiet Rehlingen

Bearbeiter: Kaiser

Datum: 16.01.2019

Prüfungsnummer: 09

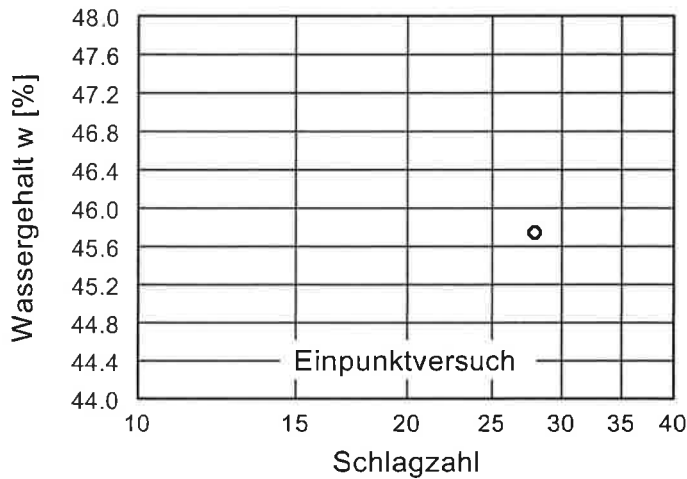
Entnahmestelle: KRB5

Tiefe: 1,60-2,00 m

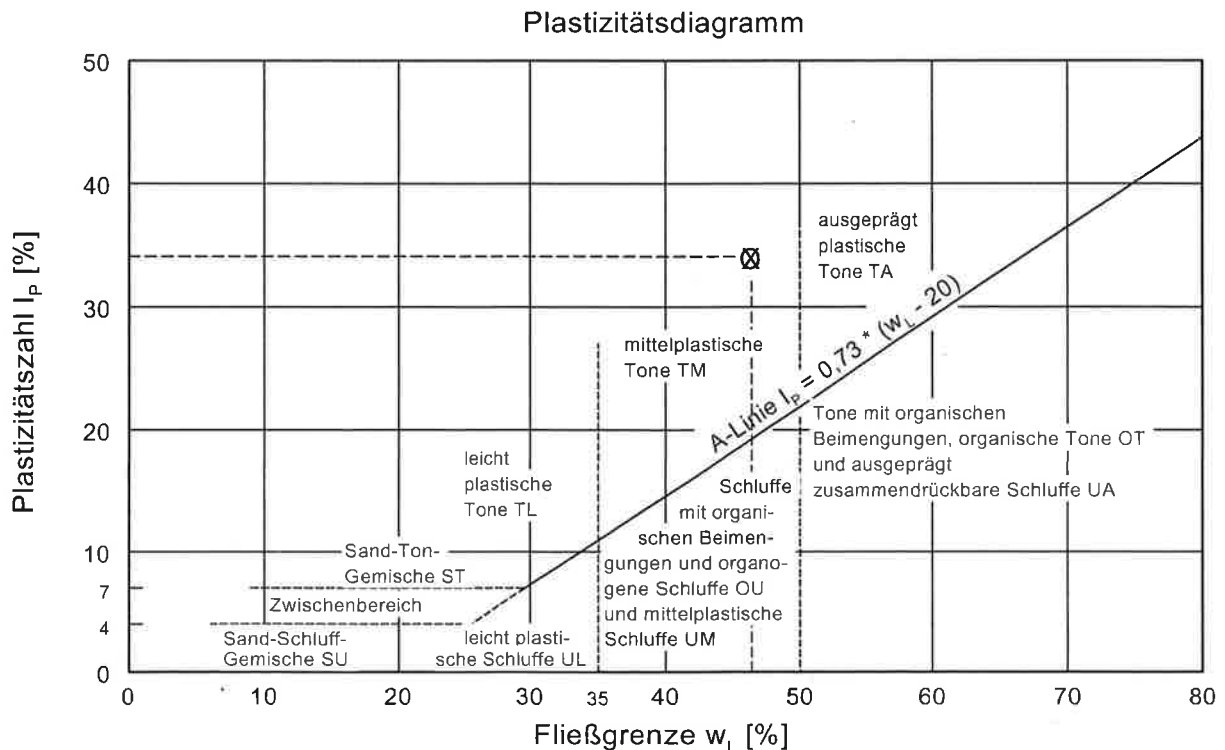
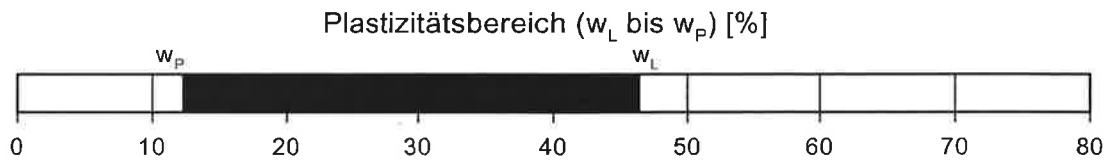
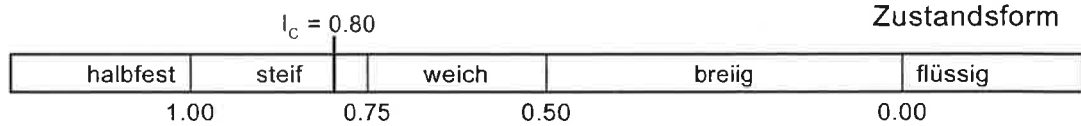
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton,u,s

Probe entnommen am: 12.12.2018



Wassergehalt $w =$	19.1 %
Fließgrenze $w_L =$	46.4 %
Ausrollgrenze $w_P =$	12.3 %
Plastizitätszahl $I_p =$	34.1 %
Konsistenzzahl $I_c =$	0.80



								PN 15427-bgr-01	
								LANGENTALHEIM	
								BG Rehlingen	
								Anlage 4.1	
Schadstoffparameter nach LAGA (Feststoff)									
Probenahme:	12.12.2018								
Probe:	Parameter:								
	pH-Wert	KW-Index	EOX	Cyanide	PAK	LHKW	BTX	PCB	
		[mg/kg]	[mg/kg]	(ges.) [mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
MP1	7,5	<50	<1,0	<0,3	<0,05	<0,2	<0,1	<0,01	
LAGA:									
Z 0-Wert	5,5-8	100	1	1	1	<1	<1	0,02	
Z 1.1-Wert	5,5-8	300	3	10	5	1	1	0,1	
Z 1.2-Wert	5-9	500	10	30	15	3	3	0,5	
Z 2-Wert	-	1000	15	100	20	5	5	1	
Probe:	Parameter:								
	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Tl	Zn
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
MP1	8,6	24	0,3	39	14	29	<0,05	0,3	71,2
LAGA:									
Z 0-Wert	20	100	0,6	50	40	40	0,3	0,5	120
Z 1.1-Wert	30	200	1	100	100	100	1	1	300
Z 1.2-Wert	50	300	3	200	200	200	3	3	500
Z 2-Wert	150	1000	10	600	600	600	10	10	1500

						PN 15427-bgr-01			
						LANGENTALHEIM			
						BG Rehlingen			
						Anlage 4.2			
Schadstoffparameter nach LAGA (Eluat)									
Probenahme:	12.12.2018								
	Parameter:								
Probe:	pH	elektr. Leitf.	Chlorid	Sulfat	Cyanide ges.	Phenol-index			
		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]			
MP1	9,1	49	<2,0	<2,0	<0,005	<0,01			
LAGA-Richtlinie:									
Z 0-Wert	6,5-9	500	10	50	<0,01	<0,01			
Z 1.1-Wert	6,5-9	500	10	50	0,01	0,01			
Z 1.2-Wert	6-12	1000	20	100	0,05	0,05			
Z 2-Wert	5,5-12	1500	30	150	0,1	0,1			
	Parameter:								
Probe:	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Tl	Zn
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
MP1	<0,005	<0,005	<0,0005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,0002	<0,0005	<0,05
LAGA-Richtlinie:									
Z 0-Wert	0,01	0,02	0,002	0,015	0,05	0,04	0,0002	<0,001	0,1
Z 1.1-Wert	0,01	0,04	0,002	0,03	0,05	0,05	0,0002	0,001	0,1
Z 1.2-Wert	0,04	0,1	0,005	0,075	0,15	0,15	0,001	0,003	0,3
Z 2-Wert	0,06	0,2	0,01	0,15	0,3	0,2	0,002	0,005	0,6

							PN 15427-bgr-01
							LANGENTALHEIM
							BG Rehlingen
							Anlage 4.3
Schadstoffparameter nach Deponieverordnung DepV (Feststoff)							
Probenahme:	12.12.2018						
Parameter:							
Probe:	Glühverlust	TOC	BTX	KW-Index	PCB	PAK	Extrahierbare lipophile Stoffe
			Summe		Summe	Summe	
	[Masse-%]	[Masse-%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[Masse-%]
MP1	4,3	0,33	<0,1	<50	<0,01	<0,05	<0,05
Zuordnungswerte							
Geologische Barriere	≤ 3	≤ 1	≤ 1	≤ 100	≤ 0,02	≤ 1	
DK 0	≤ 3	≤ 1	≤ 6	≤ 500	≤ 1	≤ 30	≤ 0,1
DK I	≤ 3	≤ 1	≤ 30	≤ 4000	≤ 2	≤ 500	≤ 0,4
DK II	≤ 5	≤ 3	≤ 60	≤ 8000	≤ 2	≤ 1000	≤ 0,8
DK III	≤ 10	≤ 6					≤ 4

								PN 15427-bgr-01
								LANGENTALHEIM
								BG Rehlingen
								Anlage 4.4
Schadstoffparameter nach Deponieverordnung DepV (Eluat)								
Probenahme:	12.12.2018							
	Parameter:							
Probe:	pH-Wert	DOC	Phenole	Arsen	Blei	Cadmium	Kupfer	Nickel
		[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
MP1	9,1	<1	<0,01	<0,005	<0,005	<0,0005	<0,005	<0,005
Zuordnungswerte								
Geologische Barriere	6,5 - 9		≤ 0,05	≤ 0,01	≤ 0,02	≤ 0,002	≤ 0,05	≤ 0,04
DK 0	5,5 - 13	≤ 50	≤ 0,1	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,004	≤ 0,2	≤ 0,04
DK I	5,5 - 13	≤ 50	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,05	≤ 1	≤ 0,2
DK II	5,5 - 13	≤ 80	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 1	≤ 0,1	≤ 5	≤ 1
DK III	4 - 13	≤ 100	≤ 2,5	≤ 2,5	≤ 5	≤ 0,5	≤ 10	≤ 4
	Parameter:							
Probe:	Zink	Chlorid	Sulfat	Cyanid	Fluorid	Barium	Quecksilber	
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	
MP1	<0,05	<2,0	<2,0	<0,005	<0,50	0,03	<0,0002	
Zuordnungswerte								
Geologische Barriere	≤ 0,1	≤ 10	≤ 50	≤ 0,01			≤ 0,0002	
DK 0	≤ 0,4	≤ 80	≤ 100	≤ 0,01	≤ 1	≤ 2	≤ 0,001	
DK I	≤ 2	≤ 1.500	≤ 2.000	≤ 0,1	≤ 5	≤ 5	≤ 0,005	
DK II	≤ 5	≤ 1.500	≤ 2.000	≤ 0,5	≤ 15	≤ 10	≤ 0,02	
DK III	≤ 20	≤ 2.500	≤ 5.000	≤ 1	≤ 50	≤ 30	≤ 0,2	
	Parameter:							
Probe:	Chrom	Molybdän	Antimon	Selen	Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen			
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]			
MP1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<200			
Zuordnungswerte								
Geologische Barriere					≤ 400			
DK 0	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,01	≤ 400			
DK I	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,12	≤ 0,03	≤ 3.000			
DK II	≤ 1	≤ 1	≤ 0,15	≤ 0,05	≤ 6.000			
DK III	≤ 7	≤ 3	≤ 1	≤ 1	≤ 10.000			