



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

Kraftverkehr Nagel GmbH & Co. KG
Herrn Dipl.-Ing. Carsten Felix
Friedrich-Menzefricke-Straße 6

33775 Versmold

per E-Mail: carsten.felix@nagel-group.com

EINGEGANGEN

25. Jan. 2018

Kraftverkehr Nagel GmbH & Co. KG

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 Dr.-Ing. G. Ulrich	07561 - 9863 - 17	1711170geo	209089	23.01.2018

Nagel Reichenbach

Erweiterung Betriebsgebäude

Geotechnischer Untersuchungsbericht

Inhalt	1	Veranlassung
	2	Baugrund
	2.1	Geomorphologie, Schichtenfolge, Schichtbeschreibung
	2.2	Geotechnische Klassifizierungen
	2.3	Bodenkennwerte
	2.4	Abfalltechnische Beurteilung
	3	Grundwassersituation
	4	Versickerung
	5	Gründungen, baubegleitende Maßnahmen
	5.1	Hochregallager
	5.2	Kommissionierung
	5.3	Parkhaus
	5.4	Verkehrsflächen
	6	Planungs- und baubegleitende Hinweise



Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan
- 1.2 Lageplan Baugrundaufschlüsse
- 1.3 GK Koordinaten Baugrundaufschlüsse
- 2 Baugrundprofile
 - 2.1 Hochregallager
 - 2.2 Kommissionierung
 - 2.3 Parkhaus
- 3.1-5 Bodenmechanische Laborversuche
Wassergehalt, Konsistenz, Kornverteilung, Wichte
- 4.1-9 Fotodokumentation Bohrkerne
- 5.1-9 Prüfberichte chemisches Labor
- 6.1-2 Tabellarische abfalltechnische Auswertung
- 7.1 Bemessung Streifenfundamente im Hochregallager
- 7.2 Bemessung Einzelfundamente im Hochregallager
- 8.1 Sickerversuch

Unterlagen

- [1] Dr.-Ing. G. Ulrich, Leutkirch: Geotechnisches Gutachten – Bauvorhaben Nagel, Reichenbach/Fils; AZ 990130, vom 19.02.1999
- [2] Dr.-Ing. G. Ulrich, Leutkirch: Geotechnisches Gutachten - Nagel, Reichenbach, Gründung Erweiterungsbau; AZ 1110012LTK, vom 20.11.2011
- [3] Landratsamt Esslingen, Wasserrechtliche Erlaubnis „Kraftverkehr Nagel GmbH & Co. KG; Baugrunderkundungen/Bohrungen Heinrich-Otto-Straße, Flst.Nrn. 1338/10, 1388/9, 1388/7, 1292, Gemarkung Reichenbach“, Zeichen 421-662.16/ko-40192017/332, vom 28.12.2017
- [4] Hautmann + Metz Architekten, Aachen: Vorentwurf Lageplan Erweiterung Logistikzentrum Heinrich-Otto-Straße 66, 73262 Reichenbach, M 1:500, vom 19.12.2017
- [5] Regierungspräsidium Freiburg, Geoportal des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Fachanwendungen Geothermische Effizienz und Geologische Karte 1:50.000, M 1:50.000 (www.maps.lrgb-bw.de)
- [6] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Daten- und Kartendienste Wasserschutzgebiete und Quellenschutzgebiete (www.udo.lubw.baden-wuerttemberg.de)
- [7] Bohrkerne und Bodenproben der Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH, Leutkirch



1 Veranlassung

Die Kraftverkehr Nagel GmbH & Co. KG, Versmold, beabsichtigt die Erweiterung der Bestandsgebäude an ihrem Standort in Reichenbach an der Fils.

Mit der Bestellung vom 11.12.2017 wurde die Dr.-Ing. Georg Ulrich Geotechnik GmbH, Leutkirch mit der Baugrunderkundung und der geotechnischen Beratung auf Grundlage des Angebots vom 30.11.2017 beauftragt.

Im Zeitraum vom 08. - 12.01.2018 wurden die folgenden, im Lageplan Anlage 1.2, gekennzeichneten Baugrundaufschlüsse ausgeführt:

BK1/18-9/18 Rammkernbohrung, Bohr-Ø, verrohrt, Kern-Ø 100 mm DIN 4021
DPH1/18-7/18 schwere Rammsondierungen DIN 4094

Die Aufschlüsse mit der Kennzeichnung /99 stammen aus dem Jahr 1999.

2 Baugrund

2.1 Geomorphologie, Schichtenfolge, Schichtbeschreibung

Der Ortskern der Gemeinde Reichenbach liegt am orographisch rechten Filsufer in einer Aufweitung des Filstals, das rd. 200 m tief in die umgebende Schichtstufenlandschaft eingeschnitten ist. Der Standort der Fa. Nagel befindet sich unmittelbar filsabwärts am linken Ufer an einem Gleithang. Die Fils mündet etwa 3 km westlich in den Neckar.

Die Fils erhält beträchtlichen Zustrom aus den Seitenbächen, die die umgebenden Höhenzüge entwässern.

Der Untergrund und die unteren Abschnitte der Talflanken werden von Ablagerungen des Mittleren bis Oberen Keupers gebildet. Am untersuchten Standort handelt es sich um Ablagerungen der Trossingen-Formation, einer Abfolge rotbrauner, violettroter und grüngrauer Ton- und Mergelsteine, in die sich gelegentlich Kalkknollenlagen einschalten und daher auch als Knollenmergel bezeichnet werden. Auf den Hochflächen werden die Keupergesteine von dunklen Tonsteinen des Unteren Jura überlagert.

Der Taleinschnitt der Fils hat diese Schichtenfolge bis auf das Niveau der Knollenmergel durchtrennt. Nach der Phase der Erosion wurde das Filstal aufgeschottert. Der fluviatile Talkies der Fils ist bereichsweise mit abgeglittenen Schuttmassen höher gelegener Schichten und dem Schutt zufließender Bäche verzahnt.

Die natürliche Abfolge der Talsedimente wird abgeschlossen durch Aueablagerungen, aus denen sich ein wenig differenzierter, brauner Auenboden entwickelte.



Am Standort ist die natürliche Schichtenfolge teilweise mit künstlichen Auffüllungen der Tragschicht des Bestandsparkplatzes überdeckt.

Das geologische Grundsatzprofil lässt sich damit vereinfacht wie folgt gliedern:

: Auffüllungen	rezent
: Aueablagerungen	holozän
: Talkiese	pleistozän - holozän
: Knollenmergel	Trias, Mittlerer – Oberer Keuper

Bereichsweise wurden künstliche Auffüllungen als Oberflächenbefestigung bzw. Tragschicht des Parkplatzes angetroffen. Entsprechend handelt es sich um sandige Kiese (teils Kalkschotter) der Bodengruppe GW, GU und GE. Fremdbestandteile (Ziegel- und Schwarzdeckenbruch) können in Spuren enthalten sein. Der Lagerungszustand der Auffüllungen ist mit dicht zu beschreiben.

Aueablagerungen wurden in allen Bohrungen angetroffen. Sie lassen sich in Auelehm, Auesand und Auekies unterscheiden. Auelehme setzen sich aus schwach feinsandigen, schwach tonigen Schluffen weicher bis steifer Konsistenz zusammen. Der Auesand lässt sich als Feinsand-Schluff-Gemisch ansprechen, beim Auekies handelt es sich um schluffige, sandige Kiese. Die Aueablagerungen sind dunkelbraun bis graubraun gefärbt.

Auelehm und Auesand weicher bis steifer Konsistenz stellt einen sehr frostempfindlichen, gering tragfähigen Untergrund dar. Der Auekies, als Varietät der Auenablagerung, ist überwiegend locker gelagert und ebenfalls als sehr frostempfindlicher, gering bis mäßig tragfähiger Baugrund zu bezeichnen.

Bei höherer Belastung kann die gesamte Sequenz der Aueablagerungen mit nicht unerheblichen Setzungen reagieren.

Die gerundeten Talkiese sind granulometrisch als sandige Fein- bis Grobkiese mit einem Schlämmkorngelalt (Schluff und Ton) zwischen 7,5 und 20 % zu beschreiben. Die Sequenz aus Talkiesen setzt sich aus Schichtungen von gut durchlässigen Rollkieslagen und weniger durchlässigen, schluffig-tonigen Kiesen zusammen, teilweise kann auch die Korngröße Sand überwiegen oder durch einen Steinanteil angereichert sein.

Die Rammsondierprofile liegen auf einem Schlagzahlniveau $N_{10} = 10 - 30$, so daß von einem mitteldichten Lagerungszustand ausgegangen werden darf. Die Talkiese sind damit als tragfähiger Baugrund zu beschreiben.



Die Keuperschichten der Trossingen-Formation, die Knollenmergel, wurden im Bohrtiefsten aller Bohrungen erschlossen. Es handelt sich um rotbraune, violettrote und graue Ton- und Mergelgesteine. Das Gestein weist ein charakteristisches Verwitterungsprofil auf: im oberen Schichtbereich handelt es sich um ein Lockergestein, entsprechend der Plastizitätskarte in Anlage 3.5 um einen leicht plastischen Ton halbfester Konsistenz. Zur Tiefe hin wird eine feste Konsistenz erreicht, womit der Übergang zum mürben Fels der Bodenklasse 6 gegeben ist.

Die gesamte Sequenz des Knollenmergels ist als gut tragfähiger, setzungsarmer Baugrund zu beschreiben, wobei die als Lockergesteine anzusprechenden Bodenschichten im Hangenden ein im Vergleich zum Fels leicht erhöhtes Setzungspotenzial besitzen.

Bei Wasserzutritt ist das Material durch Aufweichung und Aufquellung sehr rutschgefährdet.

2.2 Geotechnische Klassifizierungen

Die beschriebenen Böden sind wie folgt zu klassifizieren und zu Homogenbereichen (siehe hierzu Bohrprofile in den Anlagen 2.1-3) zusammenzufassen.

Tabelle 1: Bodenmechanische Klassifizierungen

	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300 Erdarbeiten	Bodenklasse DIN 18301 Bohrarbeiten	Frostempfindlichkeit ZTVE
Auffüllung	(OH, GW, GU, GE)	3, 4	--	F1, F2
Aueablagerungen	TL, UL, UM, SU*, GU**	4	BB2	F3
Talkies	GW, GU, GU*, GT*	3, 4	BN1, BN2	F1, F2
Knollenmergel	TL, UM, UL, SU*, GU*, Z	4, 6	BB2, BB3, BB4, FV1, FV2, FV3, FD1, FD3	F3



2.3 Bodenkennwerte

Die Böden sind wie folgt zu klassifizieren und in Homogenbereiche einzuteilen.

Tabelle 2: Bodenkennwerte (charakteristische Werte)

Homogenbereiche	Q1	Q2	Q3	Q4
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Tragschicht	Aueablagerungen	Talkies	Knollenmergel
Bodengruppen nach DIN 18915	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Bodengruppen nach DIN 18196	GW, GU, GE	TL, UL, UM, SU*, GU*	GW, GU, GU*, GT*	TL, UM, UL, SU*, GU*, Z
Bodenklassen nach DIN 18300	3, 4	4	3, 4	4, 6
Korngrößenverteilung Kornkennzahl	--	1540 0136	0027 1136	2710
Durchlässigkeit k_f (m/s)	$10^{-3} - 10^{-4}$	$10^{-6} - 10^{-9}$	$6 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-5}$	$2 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-10}$
Anteil Steine %	--	0 - 10	0 - 30	0 - 30
Anteil Blöcke %	--	0 - 10	0 - 30	0 - 30
Wichte γ/γ' (kN/m ³)	19/9 - 20/10	18/8 - 19/9	18/10 - 20/12	21/11 - 23/13
eff. Reibungswinkel φ' (°)	35	22,5 - 25	32,5 - 37,5	22,5 - Fels
eff. Kohäsion c' (kN/m ²)	0	0 - 2	0	10 - 30
undr. Scherfestigkeit c_u (kN/m ²)	n. def.	20 - 60	n. d.	200 - 400
Steifemodul E_s (MN/m ²) Erstbelastung	40 - 60	5	20 - 60	70 - 100
Wassergehalt w %	--	20 - 25	--	10 - 20
Plastizitätszahl I_p %	n. d.	10 - 15	n. d.	10 - 15
Konsistenzzahl I_c -	n. d.	0,6 - 0,8	n. d.	1,16
Lagerungsdichte D	0,70	n. d.	0,30 - 0,70	n. d.
Organischer Anteil V_{GI} %	< 1	1 - < 4	< 1	< 1
Abrasivität	gering - mittel	gering	groß	groß
Erdbeben	Erdbebenzone 0, Untergrundklasse R, Baugrundklasse C			



2.4 Abfalltechnische Beurteilung

Die Auffüllungen und Böden zeigten keine sensorischen Auffälligkeiten. Als Erdaushub sind sie jedoch nach abfallrechtlichen Kriterien hinsichtlich ihrer Eignung zur Wiederverwendung oder ihre Entsorgung zu untersuchen.

Für die abfalltechnische Bewertung und Einstufung von Bodenmaterial sind in Baden-Württemberg die Kriterien der „Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ (VwV Boden) maßgeblich.

Für eine orientierende abfalltechnische Voreinstufung auszuhebender Böden und Auffüllungen wurden für die Erstellung einer repräsentativen Mischprobe in Anlehnung an die LAGA PN 98 Einzelproben aus den Bohrkernen entnommen und zu der für das Bohrgut repräsentativen Mischprobe „MP 1“ zusammengeführt. Die Entnahmetiefen der Proben aus den einzelnen Bohrkernen richten sich dabei nach der voraussichtlichen Aushubtiefe. Die Probenzusammensetzung ist in der folgenden Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Probenzusammensetzung MP1

Kernbohrung Nr.	Entnahmetiefe [m]	Bauwerk	Bodenmaterial
BK2	0,3 – 1,0	Parkplatz	Aueablagerungen
BK3	0,4 – 1,0	Parkplatz	Aueablagerungen
BK4	0,3 – 1,0	Parkplatz	Auffüllung Tragschicht
BK5	0,1 – 1,2	Erweiterung Kommissionierung, nicht unterkellert	Auffüllung Tragschicht, Aueablagerungen
BK6	0,2 – 1,2	Erweiterung Kommissionierung, nicht unterkellert	Aueablagerungen
BK7	0,1 – 1,0	Erweiterung Kommissionierung, nicht unterkellert	Auffüllung Tragschicht, Aueablagerungen
BK8	0,3 – 3,3	Erweiterung Hochregallager, unterkellert	Aueablagerungen, Talkies
BK9	0,3 – 3,3	Erweiterung Hochregallager, unterkellert	Auffüllung Tragschicht, Aueablagerungen, Talkies

Die Mischprobe wurde von der DAkkS-akkreditierten Eurofins Umwelt West, Wesseling, auf die Zuordnungswerte (Tab. 6-1) der VwV Boden im Feststoff und im Eluat untersucht. Die Einzel-



ergebnisse sind im Laborprüfbericht zusammen mit den Bestimmungsmethoden und –grenzen aufgeführt (s. Anlage 5.1-4).

Das Probenmaterial liegt aufgrund kleinräumig wechselnder Bodenarten als Gemisch von Schluff, Kies und Sand vor. In den Auffüllungen sind in Spuren ($< 4\%$) Fremdbestandteile in Form von Ziegel- und Schwarzdeckenbruch enthalten. Da dem Material keine Bodenart nach VwV Boden zugeordnet werden kann, werden die Z 0-Kriterien für die Bodenart „Lehm/Schluff“ angewendet (vgl. 6.1 VwV Boden). Nach Abfallverzeichnisverordnung ist dem Material der Abfallschlüssel 17 05 04 zuzuordnen.

Aufgrund des geringfügig erhöhten Arsengehalts im Feststoff handelt es sich bei der untersuchten Probe um Material der

Qualitätsstufe bzw. Einbaukonfiguration Z 1.1.

Allgemein ist davon auszugehen, dass anfallender Bodenaushub sowohl aus der Auffüllung als auch aus den anstehenden Böden in Vorbereitung einer geordneten Entsorgung vorzugsweise zu Haufwerken aufzusetzen, systematisch zu beproben und nach entsprechender Deklarationsanalytik einer auf die Belastung ausgerichteten Entsorgungseinrichtung zuzuführen ist.

3 Grundwassersituation

Die Grundwassersituation ist wie folgt zu beschreiben.

Der Talkies führt Grundwasser und erstreckt sich über das gesamte Baugelände. Der praktisch undurchlässige Knollenmergel bildet den Grundwasserstauer. Die Auelehmdecke stellt eine gering durchlässige Grundwasserschirmfläche dar.

Die Aquifermächtigkeit, d. h. die Schichtdicke der wasserführenden Kiesschicht ist mit wenigen Dezimetern (BK3/18) bis 2,1 m (BK6/18) sehr wechselhaft; ebenso die Schichtdicke des überlagernden Auelehms. Die Schichtgrenze Auelehm/Talkies taucht lokal unter den Grundwasserspiegel, so daß das Grundwasser unter dem Auelehm gespannt ist.

Die Grundwasserfließrichtung ist großräumig mit West, dem Gefälle des Filstals folgend, anzugeben.

Die Bohrlochwasserspiegel sind für die Messung des Grundwasserspiegels wenig geeignet, weil der Knollenmergel nicht mehr rammbaar war und mit Wasserspülung gekernt werden mußte.

Der Grundwasserspiegel wurde daher in den vorhandenen drei Meßpegeln BP1 – BP3 und einem zusätzlich erstellten Pegel BK1/18 aktuell am 10.01.2018 wie folgt festgestellt:

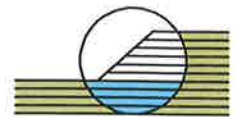


Tabelle 4: Grundwasserstände am 10.01.2018

	POK m	GOK m NHN	Abstich unter POK m	Pegeltiefe m	Grundwasser- spiegel m NHN
BK1/18	1,30	260,04	5,99	7,0	255,35
BP1	0,90	260,32	5,95	--	255,27
BP2	1,20	259,99	kein Gw	5,0	kein Gw bis 256,19
BP3	0,55	260,42	4,55	5,55	256,42

Aus der Geotechnischen Untersuchung [1] im Jahr 1999 sind vergleichbare Grundwasserstände, nämlich zwischen ca. 255 und 256 m NHN, bekannt.

Der damals angegebene Bemessungswasserspiegel auf **257,7 m NHN** behält damit seine Gültigkeit.

Im bodenmechanischen Labor wurde die Durchlässigkeit der Talkiese aus der Kornverteilung ermittelt zu

$$k_f = 6,2 \times 10^{-3} \text{ bis } 1,9 \times 10^{-5} \text{ m/s.}$$

Die unterschiedlichen Durchlässigkeiten der Kiese sind im fluviatilen Ablagerungsmilieu begründet, es führte je nach Intensität der Strömung zu Klassifizierungseffekten dergestalt, dass feinkornarme, hoch durchlässige Kiese mit sandig-schluffig-tonigen Kieshorizonten und deutlich verminderter Durchlässigkeit wechseln.

Am 12.01.2018 wurden Grundwasserproben bei BK1 und BK3 entnommen und der DAkkS-akkreditierten BVU GmbH, Markt Rettenbach, zur chemischen Analyse auf Betonaggressivität nach DIN 4030 und verschiedene Schadstoffe übergeben. Die Ergebnisse der entnommenen Probe werden in der nachfolgenden Tabelle 5 den Grenzwerten nach DIN 4030 gegenübergestellt und sind in Anlage 5.5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Betonaggressivität nach DIN 4030

Parameter	Dimensi- on	Grenzwert zur Beurteilung nach DIN 4030			GW
		XA1 (schwach angreifend)	XA2 (mäßig angreifend)	XA3 (stark angreifend)	
pH-Wert	-	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5	7,43
Sulfat	mg/l	200 - 600	600 -3000	> 3000	20
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	15 - 30	30 - 60	> 60	0,05
Magnesium (Mg ²⁺)	mg/l	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000	6
CO ₂ (kalklösend)	mg/l	15 - 40	40 - 100	> 100	7



Das untersuchte Grundwasser ist demnach als nicht betonangreifend ($< XA1$) einzustufen.

Mit der wasserrechtlichen Erlaubnis [3] des Landratsamtes Esslingen wurde zur Auflage gemacht, im Falle des Antreffens von Grundwasser bei den Bohrungen BK1 und BK3 eine Probe zu entnehmen und verschiedene Schadstoffuntersuchungen durchzuführen.

Aus den ermittelten Messergebnissen lassen sich im Abgleich mit den Prüfwerten der BBodSchV keine handlungsbedeutsamen oder auch nur nennenswerten Verunreinigungen des Grundwassers ableiten. Die Prüfberichte des Labors mit Angabe der Bestimmungsmethoden befinden sich in den Anlagen 5.6-9.

4 Versickerung

Die gezielte Versickerung von Niederschlagswasser setzt durchlässigen Untergrund und einen Mindestabstand von 1 m zur Grundwasseroberfläche voraus. Auffüllungen dürfen ohne den Nachweis der Schadlosigkeit für das Grundwasser nicht durchsickert werden.

Die im bodenmechanischen Labor ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte sind in Tabelle 5 zusammen mit den Bemessungswerten nach DWA-A-138 angegeben.

Tabelle 5: k_f -Werte

Geologische Bezeichnung	Aufschluss	Tiefe [m]	k_f -Wert ermittelt [m/s]	Bemessungs- k_f -Wert [m/s]
Auelehm	BK2	1,0 – 1,3	$3,9 \times 10^{-8}$	8×10^{-9}
Talkies	BK2	3,0 – 4,0	$6,2 \times 10^{-3}$	1×10^{-3}
Aueablagerung (Kies)	BK9	1,0 – 2,0	$3,6 \times 10^{-5}$	7×10^{-6}
Talkies	BK4	3,0 – 4,0	$1,9 \times 10^{-5}$	4×10^{-6}
Knollenmergel	BK2	5,7 – 5,9	$1,6 \times 10^{-9}$	3×10^{-10}

Die Auelehme und Knollenmergel weisen eine geringe Durchlässigkeit auf und sind zur Versickerung nicht geeignet.

Die Talkiese bieten einen ausreichenden Durchlässigkeitsbeiwert und ein ausreichendes Aufnahmevolumen bei entsprechender Schichtmächtigkeit. Sie sind daher zur Versickerung geeignet. Aufgrund des stark variierenden Schlämmkornanteils treten jedoch erhebliche Unterschiede in der Durchlässigkeit auf. Die Planung und Dimensionierung einer Versickerungsanlage sollte daher nur anhand von Versickerungsversuchen am vorgesehenen Standort der Versickerungsanlage erfolgen.



5 Gründungen, baubegleitende Maßnahmen

Der Untergrund besteht aus gering tragfähigen Aueablagerungen über ausreichend tragfähigen Talkiesen, die dem ebenfalls tragfähigen Knollenmergel aufliegen.

5.1 Hochregallager (Anlage 2.3)

Das Niveau des Fußbodens in der Erweiterung des Hochregallagers liegt auf 257,50 m NHN. Damit fällt der nicht tragfähige Auelehm weitgehend in die Aushubzone oder wird etwa auf Meterstärke ausgedünnt.

Es bietet sich daher eine Flachgründung der Bodenplatte auf dem Talkies an. Reste des Auelehms sind gegen verdichteten Kiessand zu ersetzen.

An.: Alternativ läßt sich auch eine Tiefgründung auf Pfählen realisieren. Diese Variante kann im Zusammenhang mit der Tiefgründung der Kommissionierung und des Parkhauses ausführungstechnische und wirtschaftliche Vorteile bieten.

Die Erweiterung taucht zumindest zeitweilig ins Grundwasser ein. Der Bemessungswasserspiegel liegt auf 257,70 m NHN. Das Hochregallager wird daher zweckmäßigerweise als „Weiße Wanne“ aus wasserundurchlässigem Stahlbeton ausgeführt.

Zur Bemessung von Laststreifen innerhalb der Bodenplatte darf die Anlage 7.2 verwendet werden.

Für ein Streifenfundament mit der Breite von 1,5 m ergibt sich z. B. auf dem Talkies der folgende, zulässige Sohldruck bei einer Begrenzung der Fundamentsetzung auf $s = 1,0$ cm:

	charakteristische Sohlpressung	zul σ	= 260 kN/m ²
bzw. der	Sohlwiderstand	$\sigma_{R,d}$	= 355 kN/m ² .

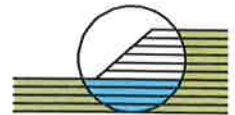
Für Einzelfundamente gilt das Bemessungsdiagramm in der Anlage 7.1.

Zur Bemessung der Bodenplatte ist der Bettungsmodul k_s in der Größenordnung

$$k_s = 20.000 \text{ bis } 30.000 \text{ kN/m}^3$$

anzusetzen. Differenzierungen des Bettungsmoduls sind anhand der tatsächlichen Belastungen der Bodenplatte vorzunehmen.

Die z. B. im Bereich der Bohrung BK9/18 anstehenden Restschichten des Auelehms sind durch Kiessand der folgenden Güte zu ersetzen:



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 $E_{v2} > 100 \text{ MN/m}^2$,
auf mittleren Schüttlagen 80 MN/m^2 ,
 $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$ Verdichtungskontrolle mit Plattendruckversuchen

Die Gründungssohle im anstehenden Talkies ist mit einem Flächenrüttler zu verdichten.

Der aktuell, im Januar 2018 gemessene Grundwasserspiegel liegt zwischen 255,27 und 256,42 m NHN.

Es ist daher – je nach Witterungsereignissen – mit einer Grundwasserhaltung während der Bauzeit zu rechnen. Diese kann als sog. offene Wasserhaltung in der Baugrube mit 4 Pumpensümpfen in den Baugrubenecken ausgeführt werden. Das Grundwasser ist dabei 0,5 m unter die Baugrubensohle abzusenken, damit die Nachverdichtung der Talkiese ermöglicht wird.

Die Baugrubenböschungen können über dem Grundwasserspiegel mit der Neigung 1:1 ausgeführt werden. Es genügen Plastikplanen zur Sicherung vor Niederschlagserosion.

Die benachbarte Kommissionierung liegt mit dem Fußboden auf 260,90 m NHN, also um 3,4 m höher als das Hochregallager. Es ist zu prüfen, inwieweit Unterfangungsarbeiten erforderlich sein werden. In den rolligen Talkiesen scheidet die herkömmliche Unterfangung nach DIN 4123 aus; es wären gegebenenfalls die HDI-Unterfangung oder das Soilcrete-Verfahren als Unterfangungsmethode zu nennen.

5.2 Kommissionierung (Anlage 2.2)

Das Niveau der Bodenplatte liegt etwa geländegleich auf 260,90 m NHN.

Es wird eine Tiefgründung auf Pfählen vorgeschlagen. Es sind Pfahltypen wie z. B. der Schneckenverpreßpfahl als Bohrpfahl, der Duktile Gußpfahl als Rammpfahl, aber auch die Rüttelstopfsäule zur Ausführung geeignet.

Für die Bemessung von Ortbeton-Bohrpfählen, hergestellt nach den Richtlinien DIN 1054 EN 1536, ist die folgende Tabelle 6 anzuwenden.



Tabelle 6: Grenzwerte Spitzendruck und Mantelreibung für Ortbeton-Bohrpfähle

	Spitzendruck			Mantelreibung
	$q_{b,k0,2}$	$q_{b,k0,3}$	$q_{b,k1,0}$	$q_{s,k}$
	MN/m ²	MN/m ²	MN/m ²	MN/m ²
Auffüllungen	0	0	0	0
Auelehm	0	0	0	0
Talkies	0	0	0	0,04
Keuper	2,0	2,0	2,0	0,14

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

$$k_{s,k} = E_{s,k} / D_s$$

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

Für die Aueablagerungen ergibt sich damit der Wert $k_{s,k} = E_{s,k} / D_s = 5/D_s$.

Die Bodenplatte spannt frei zwischen den Pfahlköpfen.

Es wird empfohlen, unter der Bodenplatte eine kapillarbrechende Kiesschicht mit der Stärke $d = 15$ cm und der Körnung 16/32 zum Schutz gegen aufsteigende Bodenfeuchte einzubauen.

5.3 Parkhaus

Die Fußbodenebene des Parkhauses liegt etwa geländegleich.

Es wird vorgeschlagen, das Parkhaus – wie die Kommissionierung – auf eine Pfahlgründung zu setzen.

Für die Bemessung von Ortbeton-Bohrpfählen, hergestellt nach den Richtlinien DIN 1054 EN 1536, ist die Tabelle 6 unter dem Abschnitt 5.2 Kommissionierung anzuwenden; ebenso der Bettungsmodul für die Aufnahme von Horizontalkräften.

Die Bodenplatte des Parkhauses kann zwischen den Pfählen frei auf einem Teilbodenersatz von $d = 1,0$ m Schichtdicke abgesetzt werden, so daß nur das Tragwerk des Parkhauses pfahlgegründet ist.

Der Teilbodenersatz besteht aus frostsicherem Kiessand der Bodengruppe GW (Frostschutzkies), der Körnung 0/100, max. 3 % Feinteile < 0,06 mm, mindestens 25 % Sandanteil.

Die frostsichere Einbindetiefe beträgt 1,2 m.



Bezüglich der Verdichtung gelten die Anforderungen analog zu Abschnitt 5.1: Schüttlagen 30 cm, Verdichtung auf 100 % der einfachen Proctordichte, oberste Schüttlage $E_{v2} > 100 \text{ MN/m}^2$, auf mittleren Schüttlagen 80 MN/m^2 , $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$ Verdichtungskontrolle mit Plattendruckversuchen.

Der Bodenersatzkörper ist über die Plattenränder entsprechend seiner Höhe hinauszuziehen.

Für die Vorbemessung der Bodenplatte kann ein Bettungsmodul von

$$k_s = 15.000 \text{ bis } 20.000 \text{ kN/m}^3$$

in Ansatz gebracht werden. Anhand der tatsächlichen Sohlpressungen ist der angegebene Wert zu überprüfen.

Es empfiehlt sich, das Parkhaus mit einer Ringdränage zu umgeben, um Sickerwasser aus dem Bodenersatzkörper abzuführen.

5.4 Verkehrsflächen

Für die Verkehrsflächen ist der Oberbau nach den RStO12 in Abhängigkeit der vorgesehenen Bauweise (Asphalt-, Beton- oder Pflasterdecke) zu dimensionieren und herzustellen.

Der Untergrund ist witterungs- und frostempfindlich, so dass ein Regelaufbau unter den Verkehrsflächen mit mindestens 0,6 m Frostschutzkies erforderlich wird. Der E_{v2} -Modul $> 45 \text{ MN/m}^2$ wird auf den Aueablagerungen nicht erreicht werden, so dass eine Baugrundverbesserung mit ca. 30 cm trennvliesunterlegtem Kiessandauftrag zusätzlich notwendig sein wird.

Entsprechend der Frostzonenkarte zu den RStO 12 liegt Reichenbach in der Frosteinwirkungszone I. Die maximal zu erwartende Frosteindringtiefe bei voller Frostsicherung beträgt in dieser Zone 1,20 m.



6 Planungs- und baubegleitende Hinweise

Es ist in bautechnischer und wirtschaftlicher Hinsicht die Pfahlgründung für alle 3 Baukörper Hochregallager, Kommissionierung, Parkhaus zu überprüfen.

Für das tiefliegende Hochregallager entfiele damit das Massenrisiko des Bodenersatzes, einhergehend mit der zumindest lokal zu vertiefenden Baugrube. Ein weiterer Vorteil kann darin bestehen, daß keine Baugrubenvertiefungen ins Grundwasser reichen und damit die Wasserhaltung entfällt. Der wasserrechtliche Genehmigungsantrag beschränkt sich dann auf die Pfahlgründung.

Aus Sicht des Unterzeichners wird der Pfahlgründung aller 3 Gebäude der Vorzug gegeben.

Die Pfahlgründung bedarf einer technischen Bearbeitung, ebenso die Baugrubensicherung, vor allem im Anschluß an die bestehenden Gebäude.

Für die Versickerung bietet sich ein Standort bei der Bohrung BK1/18, neben dem Parkhaus, z. B. in Form einer Rigolenversickerung, an.

Dr.-Ing. G. Ulrich
Geotechnik GmbH

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

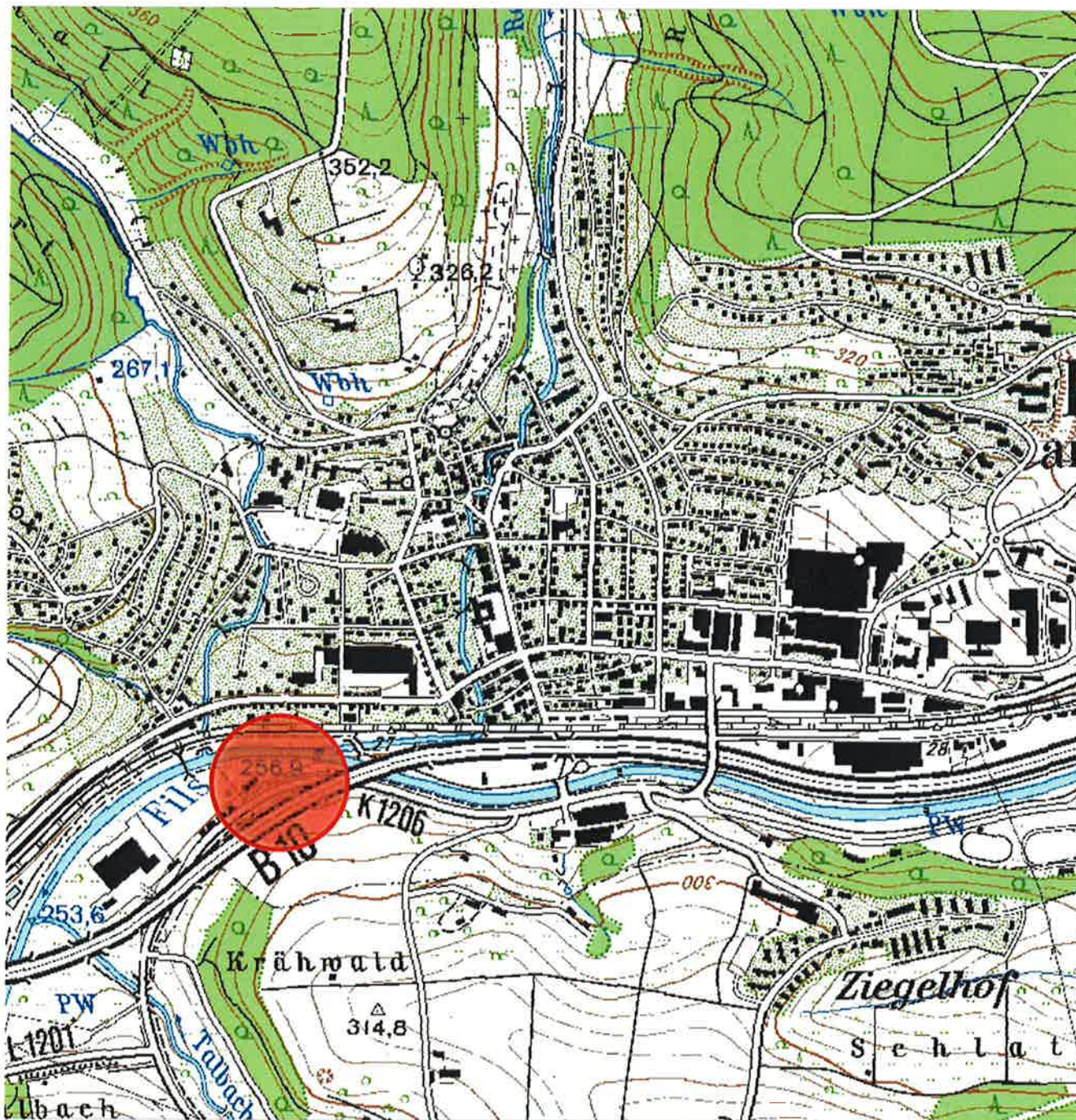
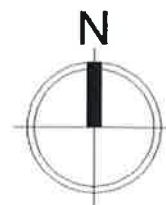
Erweiterung Betriebsgebäude
Nagel Reichenbach
Übersichtslageplan M1:25000

AZ
1711170GEO

Gezeichnet
Lw

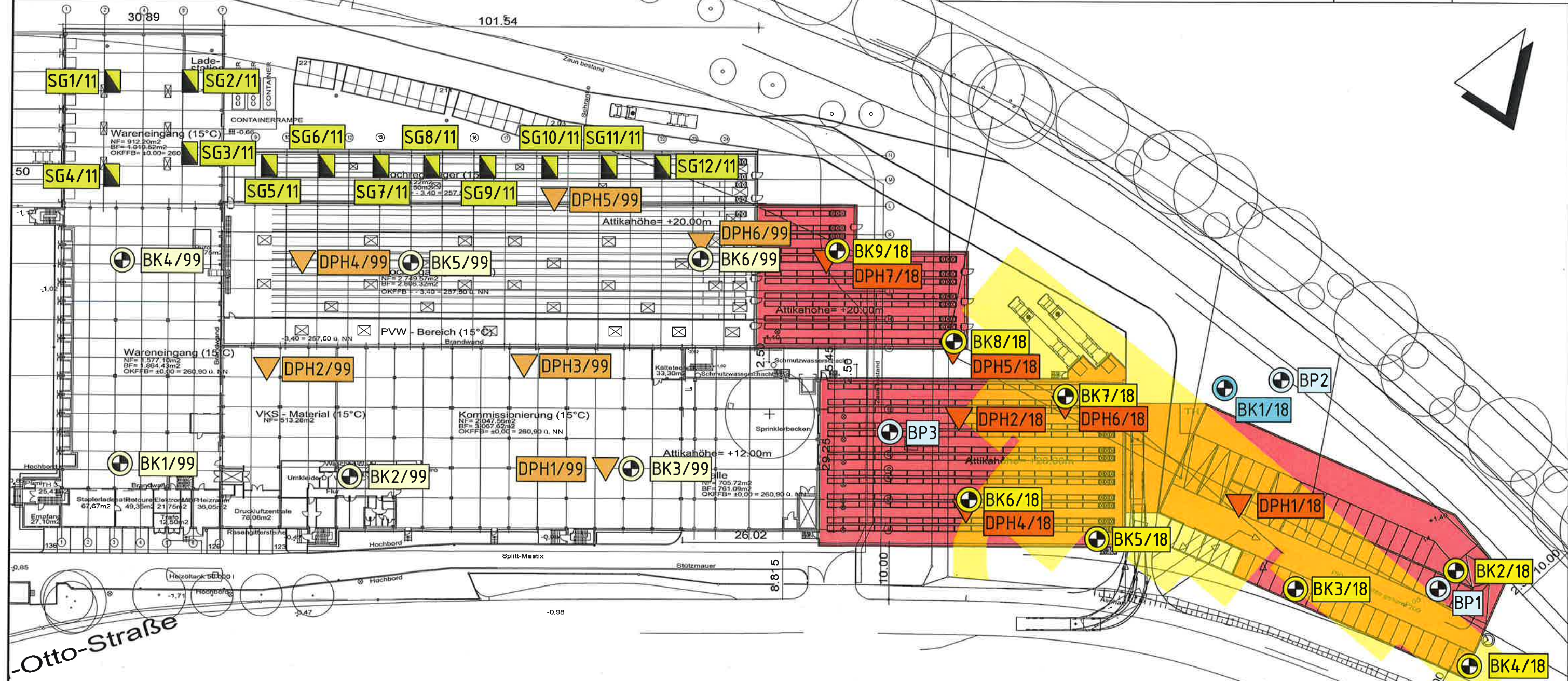
Anlage Nr.
1.1

Sachbearbeiter
Ul





Bauvorhaben: Nagel Reichenbach	Maßstab: 1:750	Aktenzeichen: 1711170GEO
Planinhalt: Baugrundaufschlüsse	Plandatum: 09.01.2018	gezeichnet: Br
Planungsstand: Lageplan	Index: B	Plannummer: 1.2
Darstellungsart: Draufsicht		



LEGENDE

-  **BK** Rammkernbohrung 2018 mit Pegelausbau
  **DPH** Schwere Rammsondierung 2018
  **BP** Bestandspegel
 **BK** Rammkernbohrung 2018
  **DPH** Schwere Rammsondierung 1999
 **BK** Rammkernbohrung 1999
  **SG** Schürfgrube 2011

GPS-Messungen

Erweiterung Betriebsgebäude Nagel

Reichenbach

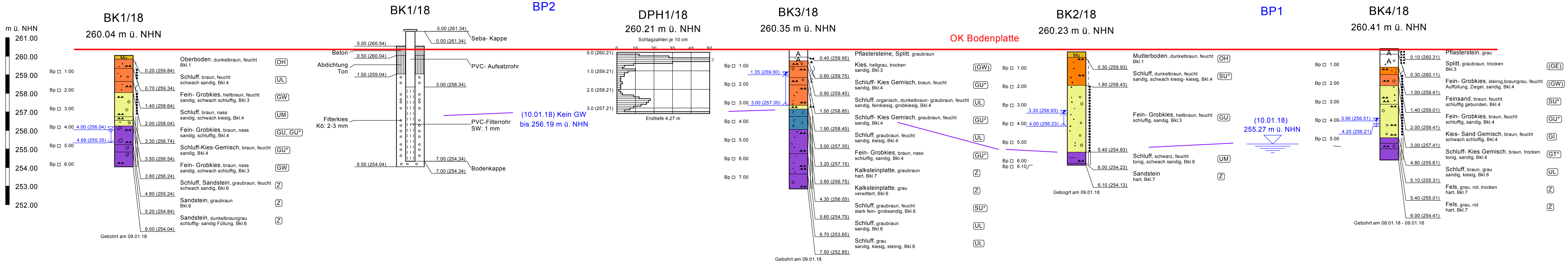


AZ1711170GEO

Anlage 1.3

	Rechtswert	Hochwert	m ü. NHN
BK1	3533609,99	5396736,79	260,04
BK2	3533665,88	5396737,92	260,23
BK3	3533644,71	5396715,94	260,35
BK4	3533679,38	5396725,46	260,41
BK5	3533609,55	5396699,31	260,58
BK6	3533585,30	5396687,07	260,60
BK7	3533587,65	5396716,28	260,11
BK8	3533567,12	5396710,16	260,25
BK9	3533535,45	5396708,83	260,24
DPH1	3533626,03	5396721,52	260,21
DPH2	3533574,47	5396700,42	260,41
DPH3	3533609,55	5396699,31	260,58
DPH4	3533586,00	5396687,19	260,66
DPH5	3533566,50	5396710,40	260,24
DPH6	3533587,88	5396716,34	260,11
DPH7	3533536,00	5396706,89	260,23
BP1	3533665,46	5396733,31	260,32
BP2	3533617,32	5396744,90	259,99
BP3	3533566,51	5396689,94	260,42

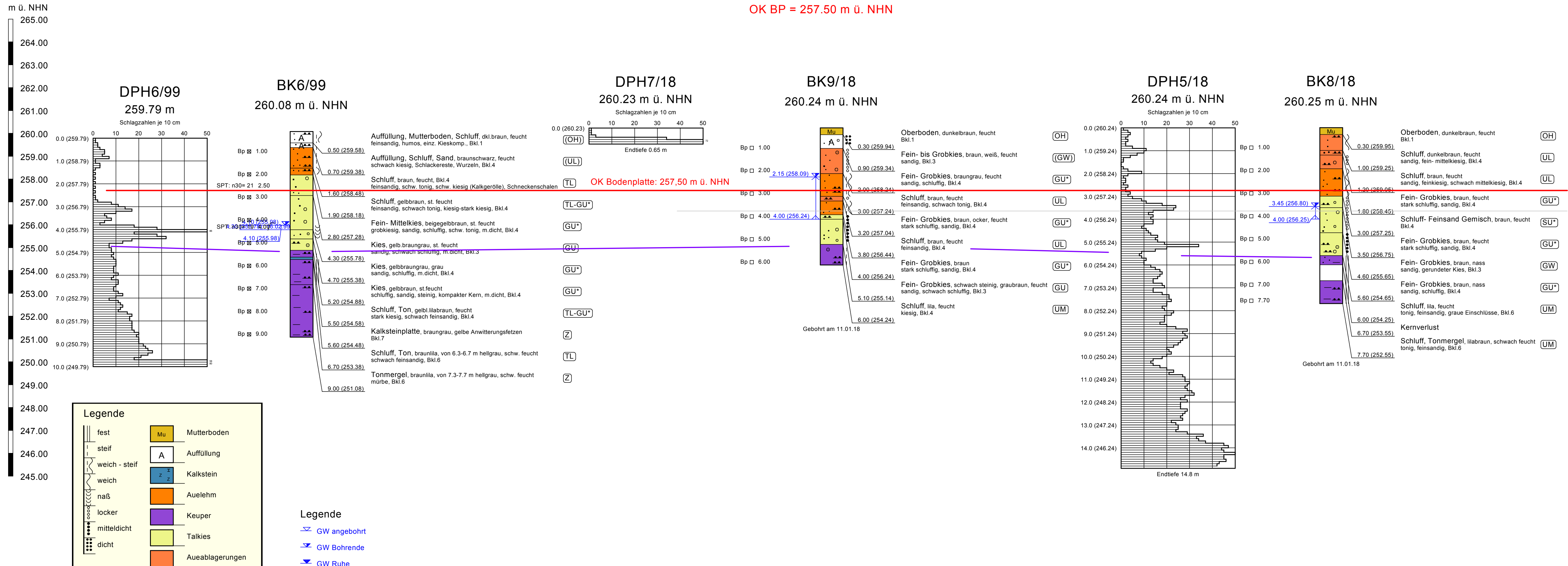
Profil Parkplatz
OK BP ~ geländegleich





Profil Hochregallager

OK BP = 257.50 m ü. NHN





Anlage: 3.1

Laboratoriumsbefund Nr.:

AZ1711170GEO

Bestimmung des Wassergehaltes DIN 18 121

Projekt: Erweiterung Betriebsgebäude

Nagel Reichenbach

Sachbearbeiter: Lw

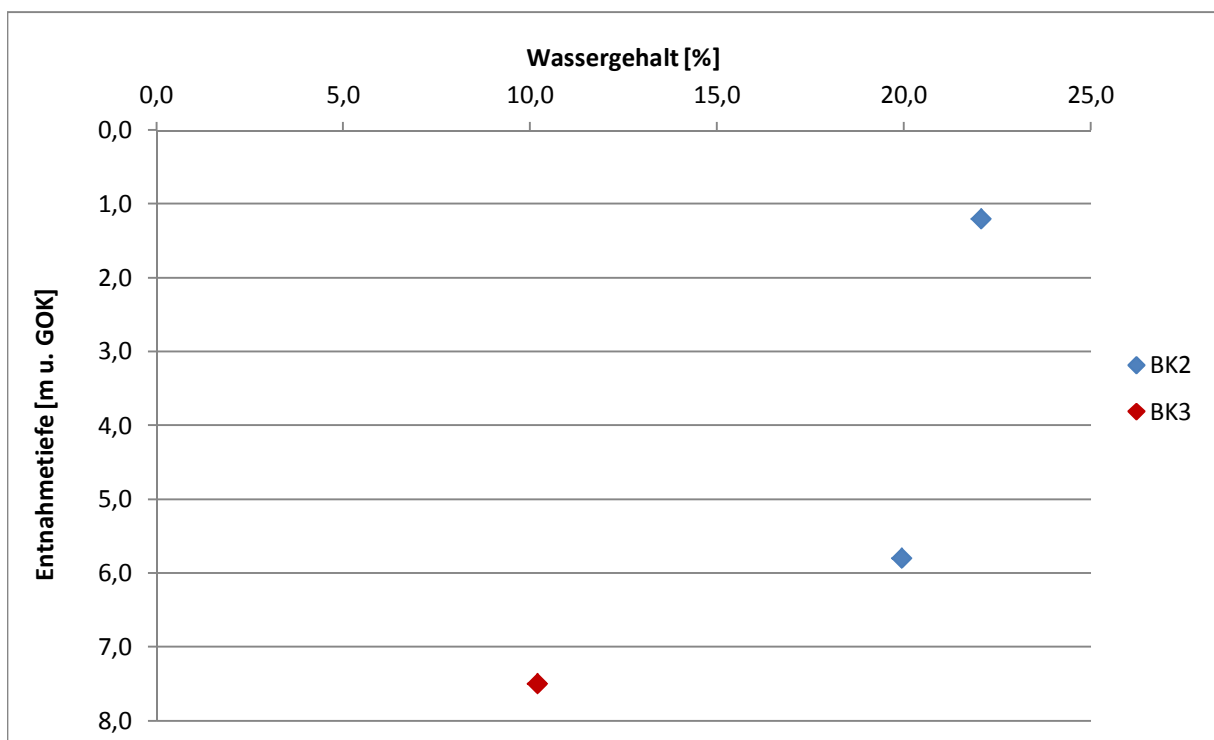
Entnahmedatum:

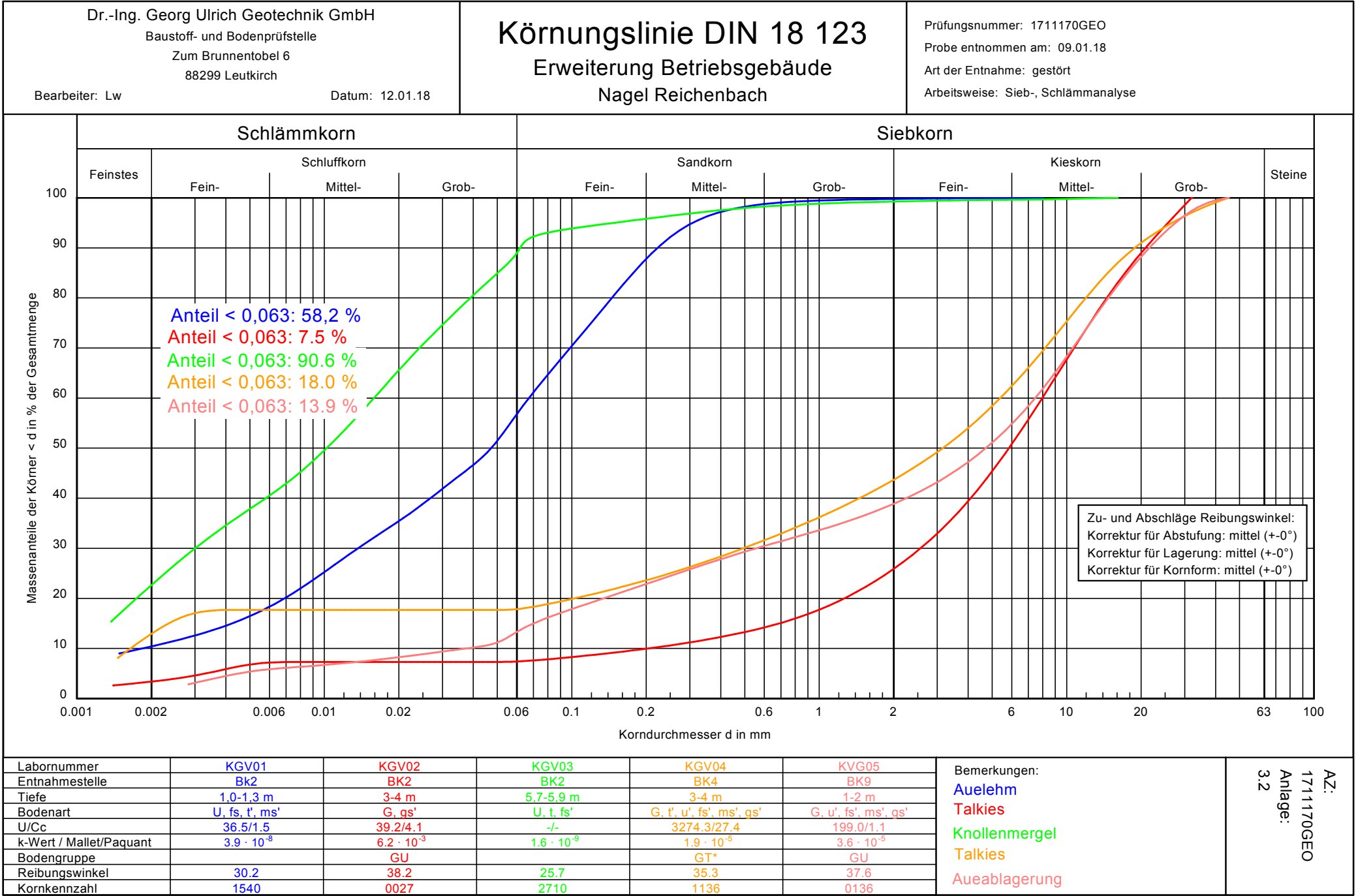
09.01.2018

Bearbeitungsdatum:

11.01.2018

Entnahme- stelle	Entnahme- tiefe [m]	Wasser- gehalt [%]	Bodenart	geologische Zuordnung
BK2	1,2	22,1	U, s, g'	Auelehm
BK2	5,8	19,9	U, s, t'	Knollenmergel
BK3	7,5	10,2	U, s, g	Knollenmergel







Anlage: 3.3

Laboratoriumsbefund Nr.

AZ1711170GEO

Bestimmung der Wichte nach DIN 18125

Projekt: Erweiterung Betriebsgebäude
Nagel Reichenbach
Entnahmestelle: BK2+BK3

Datum: 11.01.2018

Sachbearbeiter: LW

Entnahmestelle		BK2	BK2	BK3
Tiefe	m	1,3m	5,9m	7,5m
Bodenart		U, s, g'	U, t, s'	U, s, g
nat. Wassergehalt	%	22,1	19,9	10,2
Feuchtraumwichte	kN/m³	19,79	20,64	21,85
Trockenraumwichte	kN/m³	16,20	17,21	19,83
Auftriebsraumwichte	kN/m³	10,16	10,79	12,43
Kornwichte¹	kN/m³	26,8	26,8	26,8
Porenanteil	n	0,395	0,358	0,260
Sättigungszahl	%	90,6	95,7	77,8

1: Korndichte laut Angaben Fachliteratur!

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Erweiterung Betriebsgebäude

Nagel Reichenbach

Bearbeiter: Lw

Datum: 16.01.2018

Prüfungsnummer: 1711170GEO

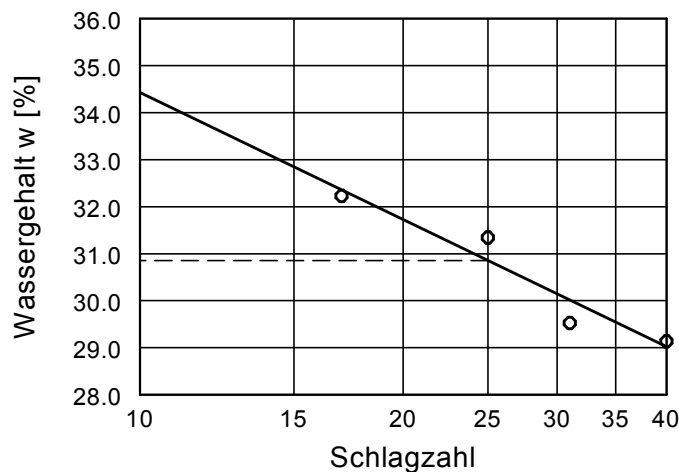
Entnahmestelle: BK2

Tiefe: 1-1,3m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Auelehm

Probe entnommen am: 09.01.2018



Wassergehalt $w = 22.1 \%$

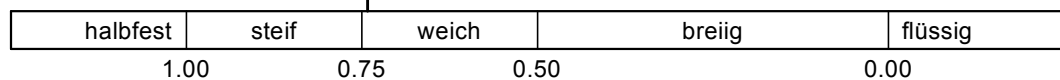
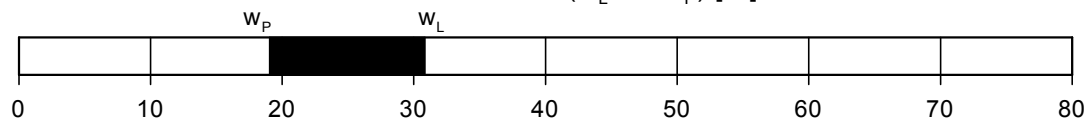
Fließgrenze $w_L = 30.9 \%$

Ausrollgrenze $w_p = 19.1 \%$

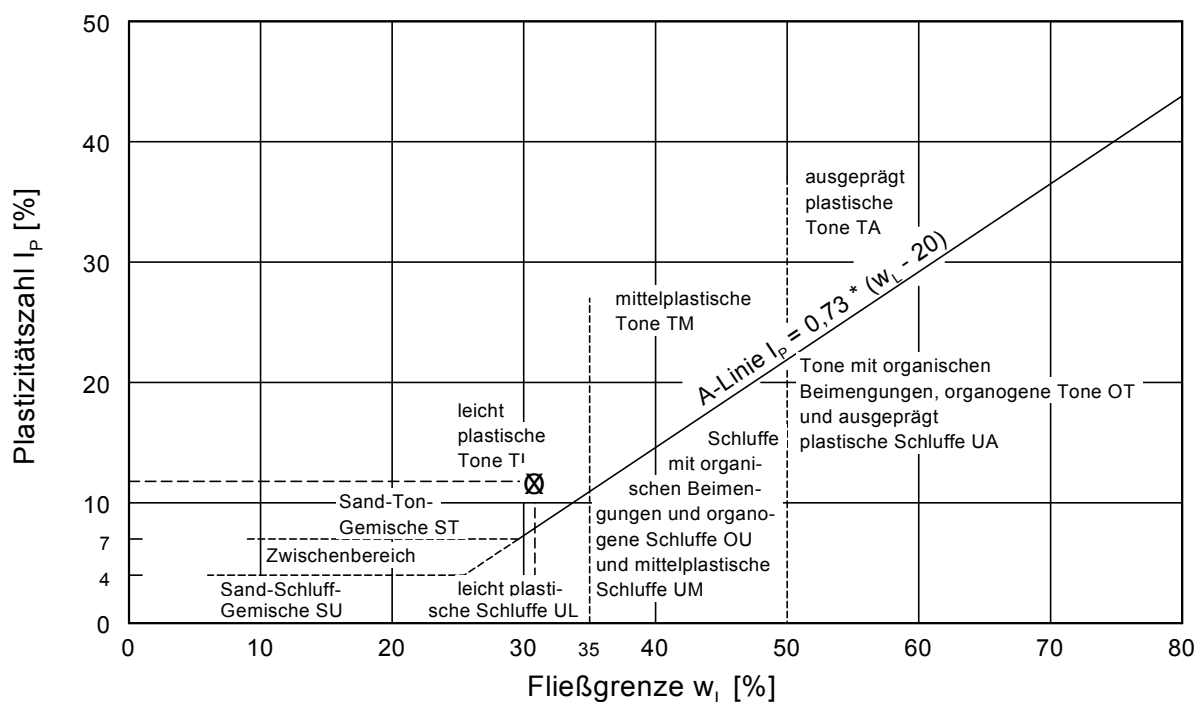
Plastizitätszahl $I_p = 11.8 \%$

Konsistenzzahl $I_C = 0.74$

Zustandsform

$$I_C = 0.74$$
Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]

Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Erweiterung Betriebsgebäude Nagel Reichenbach

Bearbeiter: Lw

Datum: 16.01.2018

Prüfungsnummer: 1711170GEO

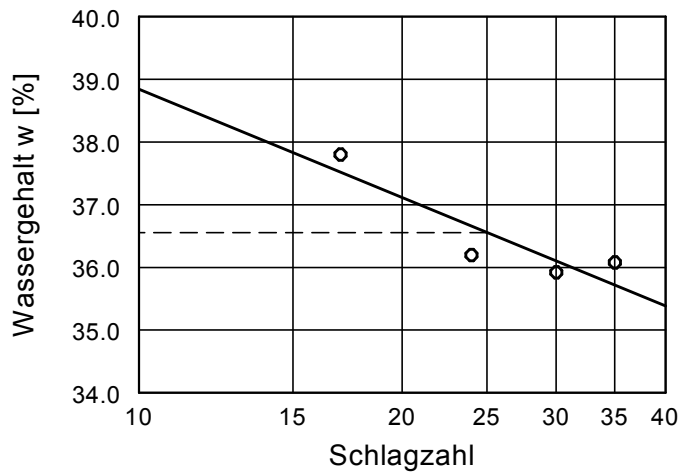
Entnahmestelle: BK2

Tiefe: 5,7-5,9m

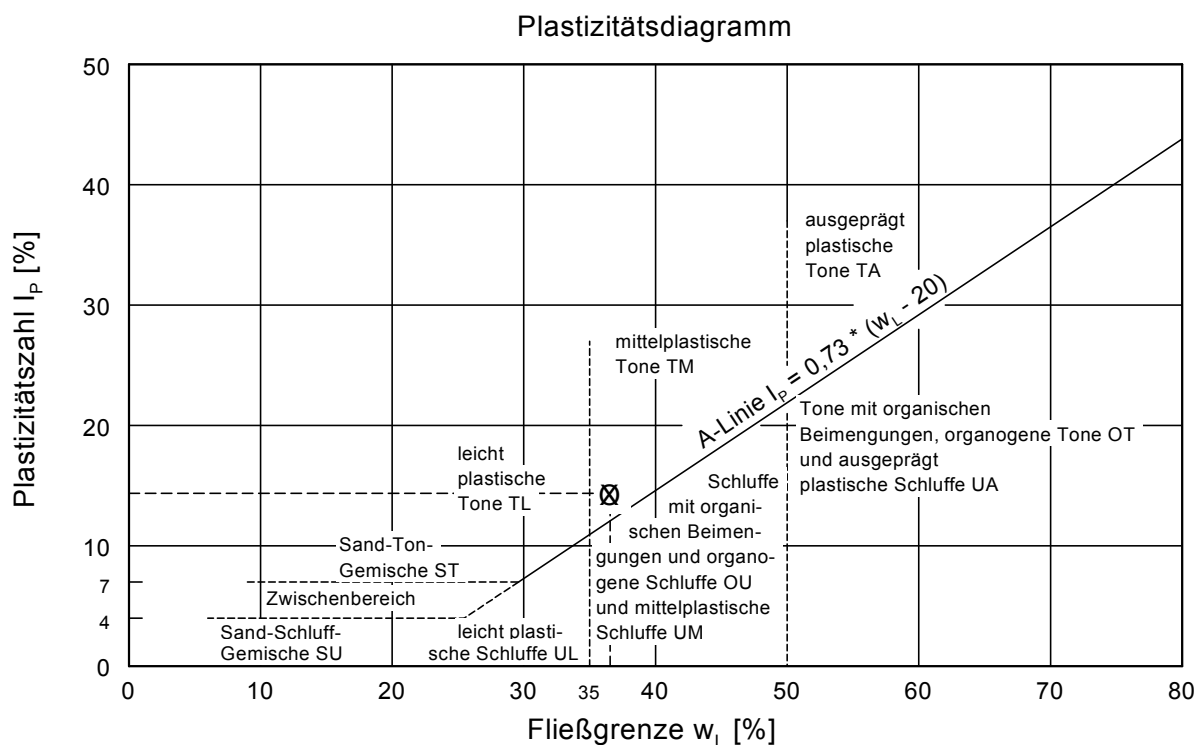
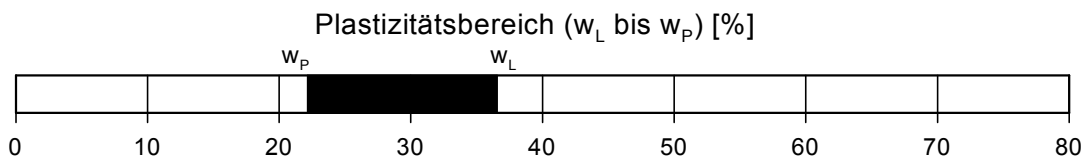
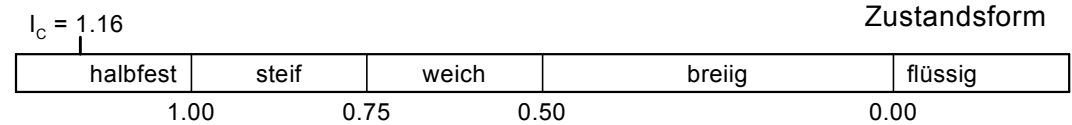
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Knollenmergel

Probe entnommen am: 09.01.2018



Wassergehalt $w = 19.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 36.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 22.2 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 14.4$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.16$



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Erweiterung Betriebsgebäude
Nagel Reichenbach
Fotodokumentation

AZ
1711170GEO

Gezeichnet
LW

Anlage Nr.
4.1

Sachbearbeiter
UI

BK1: 0.0 – 6.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Erweiterung Betriebsgebäude
Nagel Reichenbach
Fotodokumentation

AZ
1711170GEO

Anlage Nr.
4.2

Gezeichnet
Lw

Sachbearbeiter
UI

BK2: 0.0 – 6.1 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m



6.0 – 6.1 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Erweiterung Betriebsgebäude
Nagel Reichenbach
Fotodokumentation

AZ
1711170GEO

Anlage Nr.
4.3

Gezeichnet
Lw

Sachbearbeiter
UI

BK3: 0.0 – 7.5 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

6.0 – 7.0 m

7.0 – 7.5 m

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Erweiterung Betriebsgebäude
Nagel Reichenbach
Fotodokumentation

AZ
1711170GEO

Anlage Nr.
4.4

Gezeichnet
Lw

Sachbearbeiter
UI

BK4: 0.0 – 6.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

BK5: 0.0 – 6.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

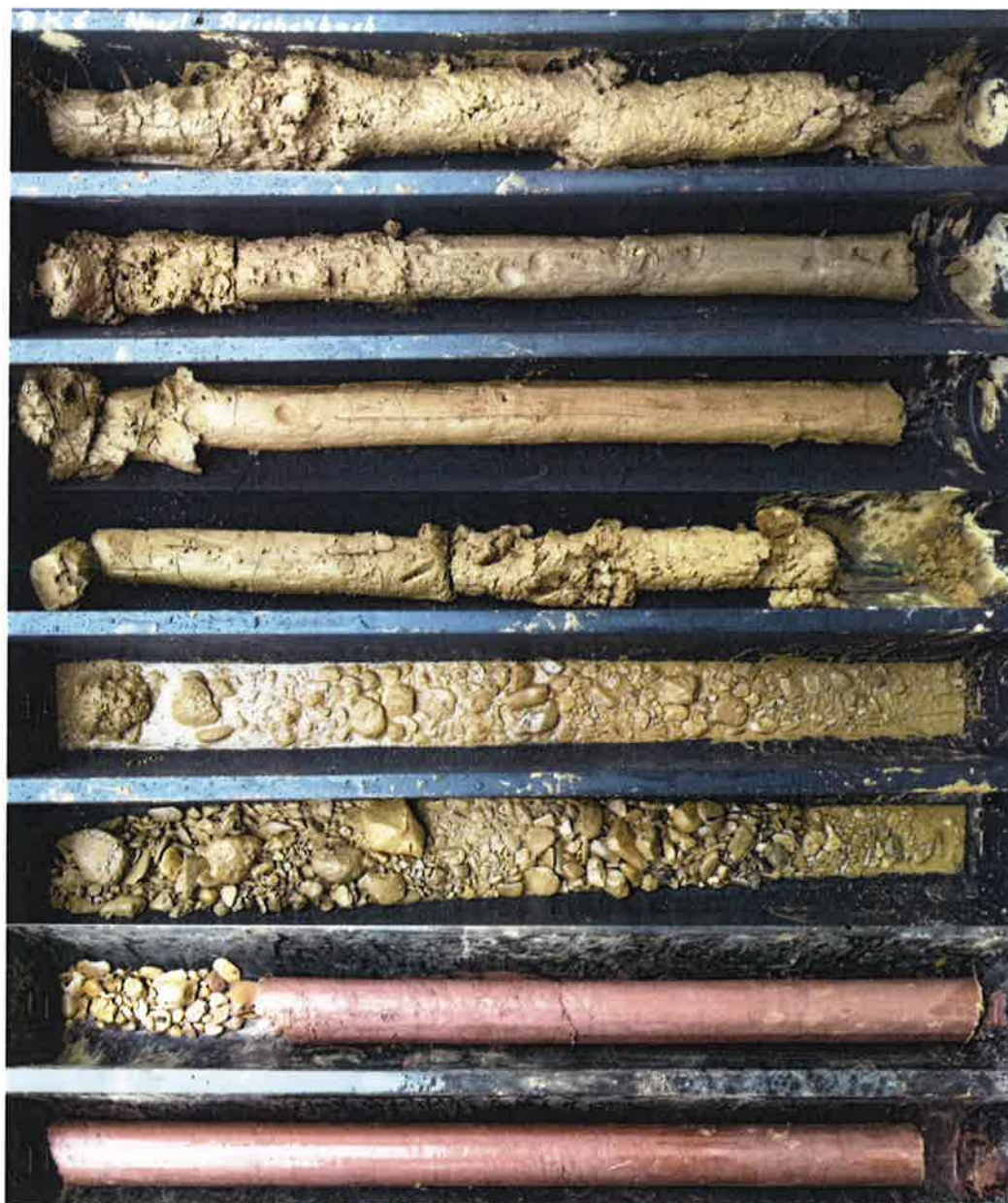
2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

BK6: 0.0 – 8.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

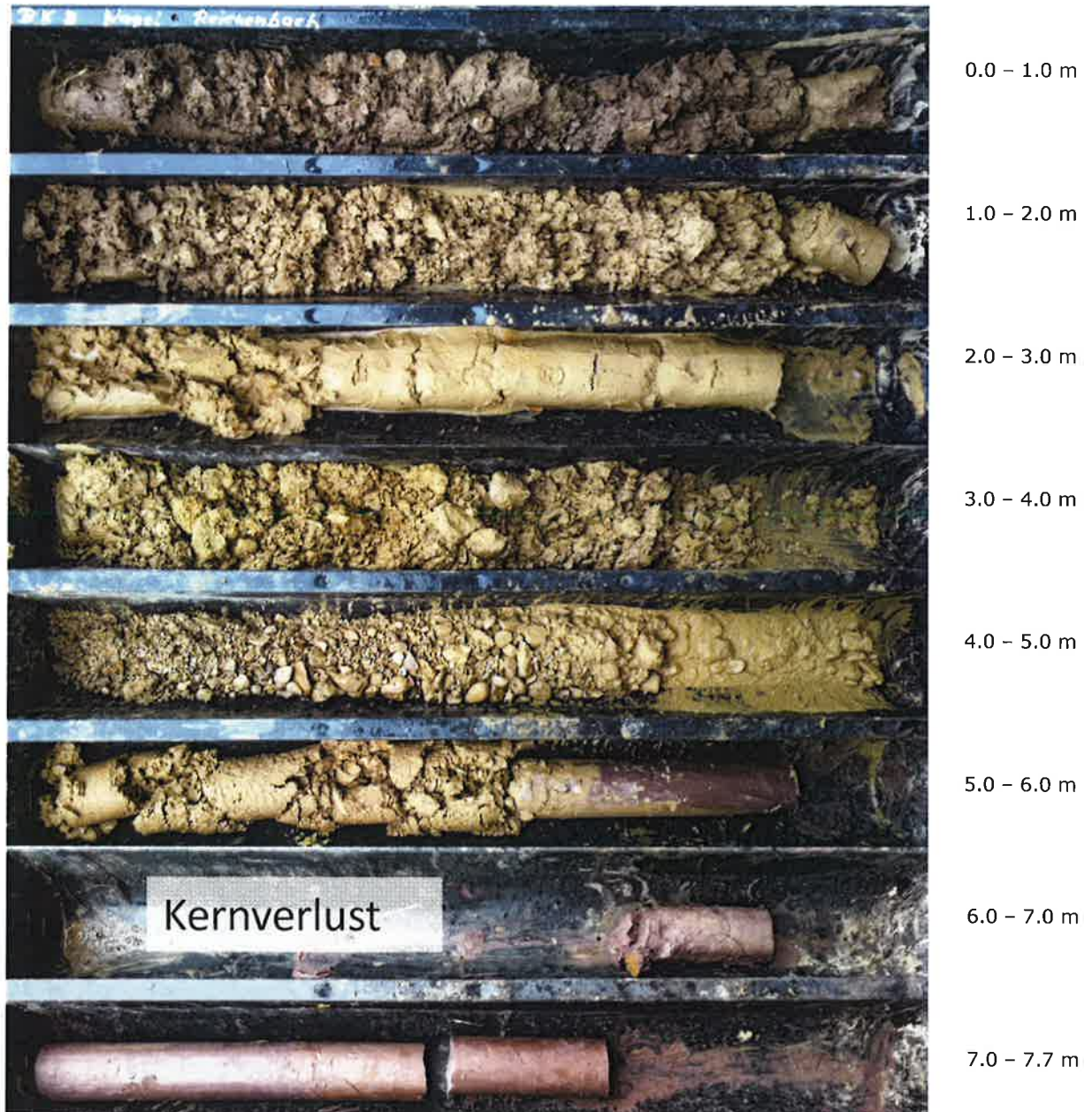
6.0 – 7.0 m

7.0 – 8.0 m

BK7: 0.0 – 8.0 m



BK8: 0.0 – 7.7 m



Dr.-Ing. Georg Ulrich
Geotechnik GmbH
Baugrundlabor
Leutkirch

Erweiterung Betriebsgebäude
Nagel Reichenbach
Fotodokumentation

AZ
1711170GEO

Gezeichnet
LW

Anlage Nr.
4.9

Sachbearbeiter
UI

BK9: 0.0 – 6.0 m



0.0 – 1.0 m

1.0 – 2.0 m

2.0 – 3.0 m

3.0 – 4.0 m

4.0 – 5.0 m

5.0 – 6.0 m

Eurofins Umwelt West GmbH (Online-Labor) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 - Wesseling

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

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 71800081
Prüfberichtsnummer: AR-18-WS-000060-01
Auftragsbezeichnung: AZ1711170geo Erweiterung Betriebsgelände Nagel Rei
Anzahl Proben: 1
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 15.01.2018
Probenehmer: Auftraggeber
Probeneingangsdatum: 16.01.2018
Prüfzeitraum: 16.01.2018 - 18.01.2018

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Mark Christjani
Prüfleiter
Tel. +49 2236 897 0

Digital signiert, 18.01.2018
Dr. Thomas Hochmuth
Prüfleitung



Eurofins Umwelt West GmbH (Online-Labor) Tel. +49 2236 897 0
Vorgebirgsstrasse 20 Fax +49 2236 897 555
50389 Wesseling

www.eurofins.de/umwelt

GF: Dr. Tilman Burggraef, Dr. Thomas Henk
Dr. Hartmut Jäger, Veronika Kutscher
Amtsgericht Köln HRB 44724
USt.-ID.Nr. DE 121 85 3679

Bankverbindung: NORD LB
BLZ 250 500 00
Kto 199 977 984
IBAN DE23 250 500 00 0199 977 984
BIC/SWIFT NOLA DE 2HXXX

				Probenbezeichnung		MP1
				Probenahmedatum/ -zeit		15.01.2018
				Probennummer		718000145
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
Probenvorbereitung Feststoffe						
Probenmenge inkl. Verpackung	WS	LG004	DIN 19747:2009-07		kg	5,8
Fremdstoffe (Art)	WS	LG004	DIN 19747:2009-07			nein
Fremdstoffe (Menge)	WS	LG004	DIN 19747:2009-07		g	0,0
Siebrückstand > 10mm	WS	LG004	DIN 19747:2009-07			nein
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz						
Trockenmasse	WS	LG004	DIN EN 14346	0,1	Ma.-%	77,3
Anionen aus der Originalsubstanz						
Cyanide, gesamt	WS	LG004	DIN EN ISO 17380	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657						
Arsen (As)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,8	mg/kg TS	15,1
Blei (Pb)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS	22
Cadmium (Cd)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Chrom (Cr)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	24
Kupfer (Cu)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	15
Nickel (Ni)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	27
Quecksilber (Hg)	WS	LG004	DIN EN ISO 12846	0,07	mg/kg TS	0,08
Thallium (Tl)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Zink (Zn)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	52
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz						
EOX	WS	LG004	DIN 38414-S17	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	WS	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	WS	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz						
Benzol	WS	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Toluol	WS	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Ethylbenzol	WS	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05
m-/p-Xylol	WS	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05
o-Xylol	WS	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe BTEX	WS	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
LHKW aus der Originalsubstanz						
Dichlormethan	WS	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	WS	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	WS	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	WS	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	WS	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlormethan	WS	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Trichlorethen	WS	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlorethen	WS	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1-Dichlorethen	WS	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,2-Dichlorethan	WS	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	WS	LG004	DIN EN ISO 22155		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

				Probenbezeichnung		MP1
				Probenahmedatum/ -zeit		15.01.2018
				Probennummer		718000145
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
PAK aus der Originalsubstanz						
Naphthalin	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthylen	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthen	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoren	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Phenanthren	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Anthracen	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoranthren	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	0,10
Pyren	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	0,08
Benzo[a]anthracen	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chrysen	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	0,08
Benzo[k]fluoranthren	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[ghi]perylene	WS	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	WS	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	0,26
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	WS	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	0,26

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	WS	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 52	WS	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 101	WS	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	WS	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 138	WS	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 180	WS	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	WS	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	WS	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	WS	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

pH-Wert	WS	LG004	DIN 38404-C5			8,4
Temperatur pH-Wert	WS	LG004	DIN 38404-C4		°C	21,8
Leitfähigkeit bei 25°C	WS	LG004	DIN EN 27888	5	µS/cm	126

Anionen aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4

Chlorid (Cl)	WS	LG004	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/l	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	WS	LG004	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/l	< 1,0
Cyanide, gesamt	WS	LG004	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/l	< 0,005

				Probenbezeichnung		MP1
				Probenahmedatum/ -zeit		15.01.2018
				Probennummer		718000145
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
Elemente aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4						
Arsen (As)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Blei (Pb)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	0,005
Cadmium (Cd)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,0003	mg/l	< 0,0003
Chrom (Cr)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Kupfer (Cu)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,005	mg/l	< 0,005
Nickel (Ni)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001
Quecksilber (Hg)	WS	LG004	DIN EN ISO 12846	0,0002	mg/l	< 0,0002
Zink (Zn)	WS	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,01	mg/l	< 0,01
Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelleuat nach DIN EN 12457-4						
Phenolindex, wasserdampfllüchtig	WS	LG004	DIN EN ISO 14402	0,010	mg/l	< 0,010

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit WS gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Online-Labor) (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/9 21-0
Fax 083 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de
Anlage 5.5

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

Analysenbericht Nr.:	385/0442	Datum:	17.01.2018
-----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Dr.-Ing. Georg Ulrich		
Herkunft der Probe	: Erweiterung Betriebsgelände Nagel Reichenbach		
Projekt	: Erweiterung Betriebsgelände Nagel Reichenbach		
Art der Probe	: Grundwasser	Entnahmestelle	: ohne Angaben
Originalbezeichnung	: GW	Entnahmedatum	: 12.01.2018
Probennehmer	: von Seiten des Auftraggebers	Probeneingang	: 15.01.2018
Bearbeitungszeitraum	: 15.01.2018 – 17.01.2018		

2 Untersuchungsergebnisse

Bezeichnung	Einheit	Messwert	Betonaggressivität			Methode
			schwach	stark	sehr stark	
pH-Wert	-	7,43	6,5–5,5	5,5–4,5	<4,5	DIN 38 404 - C5
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	737				EN 27 888
Säurekapazität (pH 4,3)	[mmol/l]	3,27				DIN 38409-H 7
NH ₄ -N	[mg / l]	0,05	15-30	30-60	>60	DIN 38 406 E 5
Chlorid	[mg / l]	21				DIN 38 405 D 19
NO ₃ -N	[mg / l]	3				DIN 38 405 D 19
Sulfat	[mg / l]	20	200-600	600-3000	>3000	DIN 38 405 D 19
Calcium	[mg / l]	92				EN ISO 11885
Magnesium	[mg / l]	6	300-1000	1000-3000	>3000	EN ISO 11885
Kalium	[mg / l]	4				EN ISO 11885
Natrium	[mg / l]	8				EN ISO 11885
Kalkaggr. Kohlensäure	[mg / l]	7	15-40	40-100	>100	DIN 38 404 C10

Markt Rettenbach, den 17.01.2018

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dr. rer. nat. P. Schmieder

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

Analysenbericht Nr.:	385/0440	Datum:	17.01.2018
-----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Dr.-Ing. Georg Ulrich		
Herkunft der Probe	: Erweiterung Betriebsgelände Nagel Reichenbach		
Art der Probe	: Grundwasser		
Projekt	: Erweiterung Betriebsgebäude Nagel Reichenbach		
Originalbezeichnung	: BK 1	Entnahmestelle	: ohne Angaben
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers	Entnahmedatum	: 12.01.2018
Probeneingang	: 15.01.2018		
Bearbeitungszeitraum	: 15.01.2018 – 17.01.2018		

2 Untersuchungsergebnisse

Originalbezeichnung	Einheit	Messwert	Methode
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	738	EN 27 888
pH-Wert	[-]	7,48	DIN 38 404 - C5
Phenolindex	[mg/l]	< 0,005	DIN EN ISO 14402
MKW	[mg/l]	< 0,10	DIN EN ISO 9377 T 2
Ammonium	[mg/l]	0,12	DIN 38406-E5-1

2.1 Untersuchung auf LHKW

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Vinylchlorid	[µg/l]	< 1	DIN 38 413-P 2
Dichlormethan	[µg/l]	< 1	DIN EN ISO 10301-2
1,1-Dichlorethan	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
1,2-Dichlorethan	[µg/l]	< 1	DIN EN ISO 10301-2
trans-1,2-Dichlorethen	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
cis-1,2-Dichlorethen	[µg/l]	< 1	DIN EN ISO 10301-2
Trichlormethan	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
1,1,1-Trichlorethan	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
Tetrachlormethan	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
Trichlorethen	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
Tetrachlorethen	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
Summe LHKW	[µg/l]	n.n.	

2.2 Untersuchung auf AKW und PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Benzol	[µg/l]	< 0,5	
Toluol	[µg/l]	< 0,5	
Ethylbenzol	[µg/l]	< 1	
m,p-Xylol	[µg/l]	< 0,5	
o-Xylol	[µg/l]	< 0,5	
Iso-Propylbenzol	[µg/l]	< 0,5	
n-Propylbenzol	[µg/l]	< 0,5	
1,3,5-Trimethylbenzol	[µg/l]	< 0,5	
1,2,4-Trimethylbenzol	[µg/l]	< 1	
1,2,3-Trimethylbenzol	[µg/l]	< 2	
1,3-Diethylbenzol	[µg/l]	< 2	
1,4-Diethylbenzol	[µg/l]	< 2	
1,2-Diethylbenzol	[µg/l]	< 2	
m,p-Ethyltoluol	[µg/l]	< 0,5	
o-Ethyltoluol	[µg/l]	< 1	
1,2,4,5-Tetramethylbenzol	[µg/l]	< 2	
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	[µg/l]	< 2	
1,2,3,4-Tetramethylbenzol	[µg/l]	< 2	
Aromaten Gesamt:	[µg/l]	n.n.	DIN 38 407 F9
Naphthalin	[µg/l]	< 0,005	
Acenaphthen	[µg/l]	< 0,005	
Acenaphthylen	[µg/l]	< 0,005	
Fluoren	[µg/l]	< 0,005	
Phenanthren	[µg/l]	< 0,005	
Anthracen	[µg/l]	< 0,005	
Fluoranthren	[µg/l]	< 0,005	
Pyren	[µg/l]	< 0,005	
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	< 0,005	
Chrysen	[µg/l]	< 0,005	
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005	
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005	
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005	
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005	
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005	
Σ PAK¹⁾ (EPA Liste):	[µg/l]	n.n.	DIN 38 407-F 39

Markt Rettenbach, den 17.01.2018

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dr. rer. nat. P. Schmieder

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

Analysenbericht Nr.:	385/0441	Datum:	17.01.2018
-----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Dr.-Ing. Georg Ulrich		
Herkunft der Probe	: Erweiterung Betriebsgelände Nagel Reichenbach		
Art der Probe	: Grundwasser		
Projekt	: Erweiterung Betriebsgebäude Nagel Reichenbach		
Originalbezeichnung	: BK 3	Entnahmestelle	: ohne Angaben
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers	Entnahmedatum	: 12.01.2018
Probeneingang	: 15.01.2018		
Bearbeitungszeitraum	: 15.01.2018 – 17.01.2018		

2 Untersuchungsergebnisse

Originalbezeichnung	Einheit	Messwert	Methode
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	294	EN 27 888
pH-Wert	[-]	8,33	DIN 38 404 - C5
Phenolindex	[mg/l]	< 0,005	DIN EN ISO 14402
MKW	[mg/l]	< 0,10	DIN EN ISO 9377 T 2
Ammonium	[mg/l]	< 0,02	DIN 38406-E5-1

2.1 Untersuchung auf LHKW

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Vinylchlorid	[µg/l]	< 1	DIN 38 413-P 2
Dichlormethan	[µg/l]	< 1	DIN EN ISO 10301-2
1,1-Dichlorethan	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
1,2-Dichlorethan	[µg/l]	< 1	DIN EN ISO 10301-2
trans-1,2-Dichlorethen	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
cis-1,2-Dichlorethen	[µg/l]	< 1	DIN EN ISO 10301-2
Trichlormethan	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
1,1,1-Trichlorethan	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
Tetrachlormethan	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
Trichlorethen	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
Tetrachlorethen	[µg/l]	< 0,5	DIN EN ISO 10301-2
Summe LHKW	[µg/l]	n.n.	

2.2 Untersuchung auf AKW und PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Benzol	[µg/l]	< 0,5	DIN 38 407 F9
Toluol	[µg/l]	< 0,5	DIN 38 407 F9
Ethylbenzol	[µg/l]	< 1	DIN 38 407 F9
m,p-Xylol	[µg/l]	< 0,5	DIN 38 407 F9
o-Xylol	[µg/l]	< 0,5	DIN 38 407 F9
Iso-Propylbenzol	[µg/l]	< 0,5	DIN 38 407 F9
n-Propylbenzol	[µg/l]	< 0,5	DIN 38 407 F9
1,3,5-Trimethylbenzol	[µg/l]	< 0,5	DIN 38 407 F9
1,2,4-Trimethylbenzol	[µg/l]	< 1	DIN 38 407 F9
1,2,3-Trimethylbenzol	[µg/l]	< 2	DIN 38 407 F9
1,3-Diethylbenzol	[µg/l]	< 2	DIN 38 407 F9
1,4-Diethylbenzol	[µg/l]	< 2	DIN 38 407 F9
1,2-Diethylbenzol	[µg/l]	< 2	DIN 38 407 F9
m,p-Ethyltoluol	[µg/l]	< 0,5	DIN 38 407 F9
o-Ethyltoluol	[µg/l]	< 1	DIN 38 407 F9
1,2,4,5-Tetramethylbenzol	[µg/l]	< 2	DIN 38 407 F9
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	[µg/l]	< 2	DIN 38 407 F9
1,2,3,4-Tetramethylbenzol	[µg/l]	< 2	DIN 38 407 F9
Aromaten Gesamt:	[µg/l]	n.n.	
Naphthalin	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Acenaphthen	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Acenaphthylen	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Fluoren	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Phenanthren	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Anthracen	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Fluoranthren	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Pyren	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Chrysen	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005	DIN 38 407-F 39
Σ PAK¹⁾ (EPA Liste):	[µg/l]	n.n.	

Markt Rettenbach, den 17.01.2018

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dr. rer. nat. P. Schmieder



Abfalltechnische Untersuchung

Erweiterung Betriebsgebäude Nagel Reichenbach

Projekt-Nr.: 1711170GEO

Bewertung der Feststoff-Untersuchungen nach VwV Boden Tab. 6-1

Parameter	Einheit	Zuordnungswerte										MP1	parameter- bezogene Einstufung
		Z 0 Sand	Z 0 Lehm/Schluff	Z 0 Ton	Z 0* III A	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2				
TS	Gew. %	-										77,3	
Arsen	mg/kg	10	15	20	15/20 ³			45	150		15,1	Z 1.1	
Blei	mg/kg	40	70	100	100	140	210			700	22,0	Z 0	
Cadmium	mg/kg	0,4	1	1,5	1			3	10		< 0,2	Z 0	
Chrom (ges.)	mg/kg	30	60	100	100	120	180			600	24	Z 0	
Kupfer	mg/kg	20	40	60	60	80	120			400	15,0	Z 0	
Nickel	mg/kg	15	50	70	70	100	150			500	27	Z 0	
Quecksilber	mg/kg	0,1	0,5	1	1			1,5	5		0,08	Z 0	
Thallium	mg/kg	0,4	0,7	1	0,7			2,1	7		< 0,2	Z 0	
Zink	mg/kg	60	150	200	200	300	450			1.500	52	Z 0	
EOX	mg/kg	1	1	1	1			3	10		< 1,0	Z 0	
KW ⁴	mg/kg	100	100	100	100	200 (400)	300 (600)	300 (2.000)	1.000 (2.000)		< 40	Z 0	
											< 40	Z 0	
Cyanide ges.	mg/kg	-	-	-	-	-	3		10		< 0,5	Z 0	
PCB ₆	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15		0,5		n.b.	Z 0	
BTEX	mg/kg	1	1	1	1			1	1		n.b.	Z 0	
LHKW	mg/kg	1	1	1	1			1	1		n.b.	Z 0	
PAK ₁₆	mg/kg	3	3	3	3			3	9	30	0,26	Z 0	
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9		3		< 0,05	Z 0	
Einstufung nach VwV Boden Tab. 6-1 (Feststoff)													Z 1.1

n.b.: nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Werte > Bestimmungsgrenze verwendet werden

³ Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

⁴ Die angegebenen Zuordnungswerte ohne Klammer gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22, diejenigen in der Klammer für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C40.



Abfalltechnische Untersuchung

Erweiterung Betriebsgebäude Nagel Reichenbach

Projekt-Nr.: 1711170GEO

Bewertung der S4-Eluat-Untersuchungen nach VwV Boden Tab. 6-1

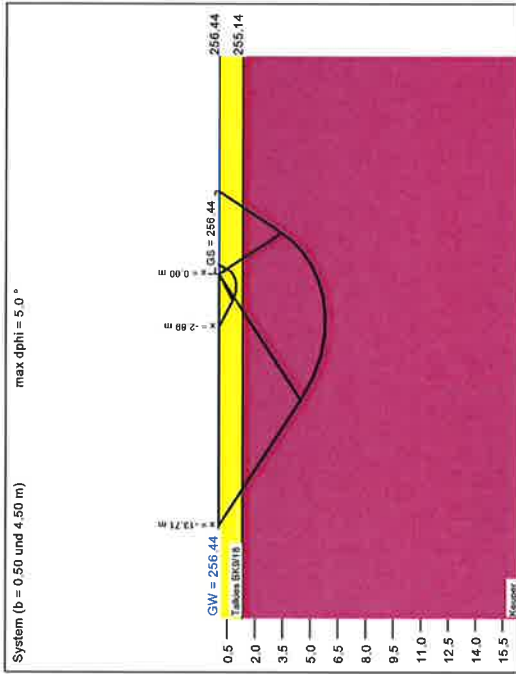
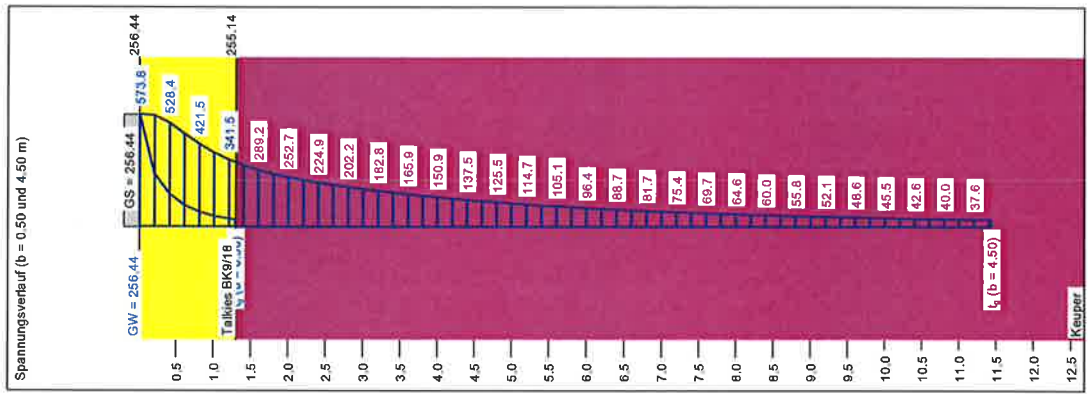
Parameter	Einheit	Zuordnungswerte							MP1	parameter- bezogene Einstufung	
		Z 0 Sand	Z 0 Lehm/Schluff	Z 0 Ton	Z 0* III A	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2			
pH-Wert ¹	-	6,5 - 9,5							8,4	Z 0	
Leitfähigkeit ¹	µS/cm	250							1.500	2.000	Z 0
Arsen	µg/l	-	-	-	-	14	-	20	60	Z 0	
Blei	µg/l	-	-	-	-	40	-	80	200	Z 0	
Cadmium	µg/l	-	-	-	-	1,5	-	3	6	Z 0	
Chrom (ges.)	µg/l	-	-	-	-	12,5	-	25	60	Z 0	
Kupfer	µg/l	-	-	-	-	20	-	60	100	Z 0	
Nickel	µg/l	-	-	-	-	15	-	20	70	Z 0	
Quecksilber	µg/l	-	-	-	-	0,5	-	1	2	Z 0	
Zink	µg/l	-	-	-	-	150	-	200	600	Z 0	
Phenolindex	µg/l	20							40	100	Z 0
Cyanide ges.	µg/l	5							10	20	Z 0
Chlorid	mg/l	30							50	100	Z 0
Sulfat ²	mg/l	50							100	150	Z 0
Einstufung nach VwV Boden Tab. 6-1 (Eluat)										Z 0	

¹ Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium.

² Auf die Öffnungsklausel in Nr. 6.3 wird besonders hingewiesen. Bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterialien mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte im Grundwasser grundwasserbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen.

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	255.14	20.0	10.0	35.0	0.0	40.0	Talkies BK9/18
	<255.14	22.0	12.0	22.5	30.0	70.0	Keuper
Oberkante Gelände = 256.44 m							

Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_S$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
Oberkante Gelände = 256.44 m
Gründungssohle = 256.44 m
Grundwasser = 256.44 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen

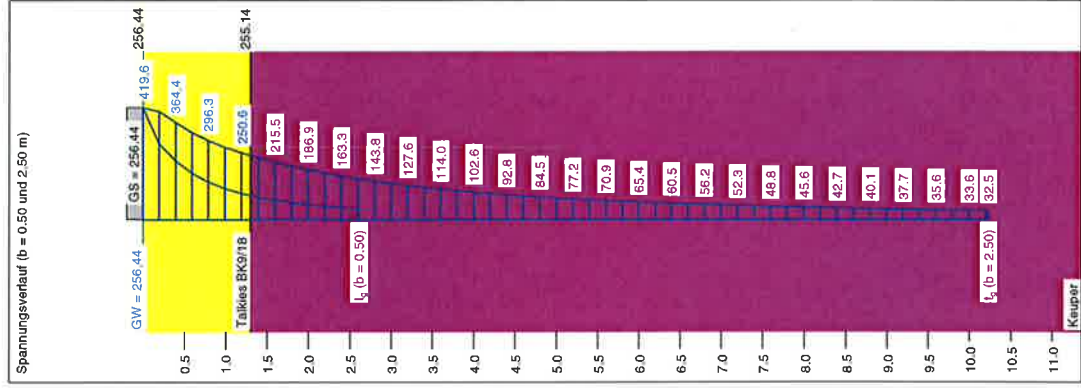
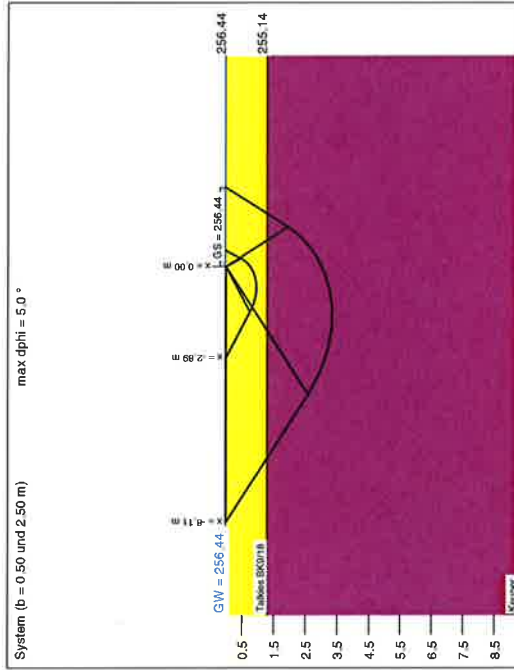


a	b	$\sigma_{v,0}$	$R_{v,0}$	$\sigma_{v,1}$	s	cal ϕ	cal ϵ	γ_2	$\sigma_{v,2}$	t_p	UKLS
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]
0.50	0.50	56.5	14.1	41.9	0.04	35.0	0.00	10.00	0.00	1.29	0.95
1.00	1.00	245.5	245.5	181.9	0.29	27.5*	7.97	10.07	0.00	3.28	1.45
1.50	1.50	486.9	1050.5	345.8	0.79	27.2*	15.99	10.50	0.00	5.29	2.17
2.00	2.00	485.1	1940.6	359.4	1.03	25.6*	18.92	10.75	0.00	6.45	2.75
2.50	2.50	506.6	3166.3	375.3	1.29	24.8*	20.90	10.94	0.00	7.54	3.35
3.00	3.00	525.8	4732.6	389.5	1.55	24.3*	22.30	11.08	0.00	8.58	3.96
3.50	3.50	543.5	6658.3	402.6	1.81	24.0*	23.33	11.19	0.00	9.57	4.57
4.00	4.00	558.5	8936.3	413.7	2.07	23.8*	24.12	11.28	0.00	10.51	5.19
4.50	4.50	573.8	11620.1	425.1	2.33	23.6*	24.75	11.35	0.00	11.43	5.81

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{v,k} = \sigma_{v,0} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{v,0} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{v,0} / 1.89$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) $\epsilon = 0.00$

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	255.14	20.0	10.0	35.0	0.0	40.0	Talkies BK9/18
	<255.14	22.0	12.0	22.5	30.0	70.0	Keuper

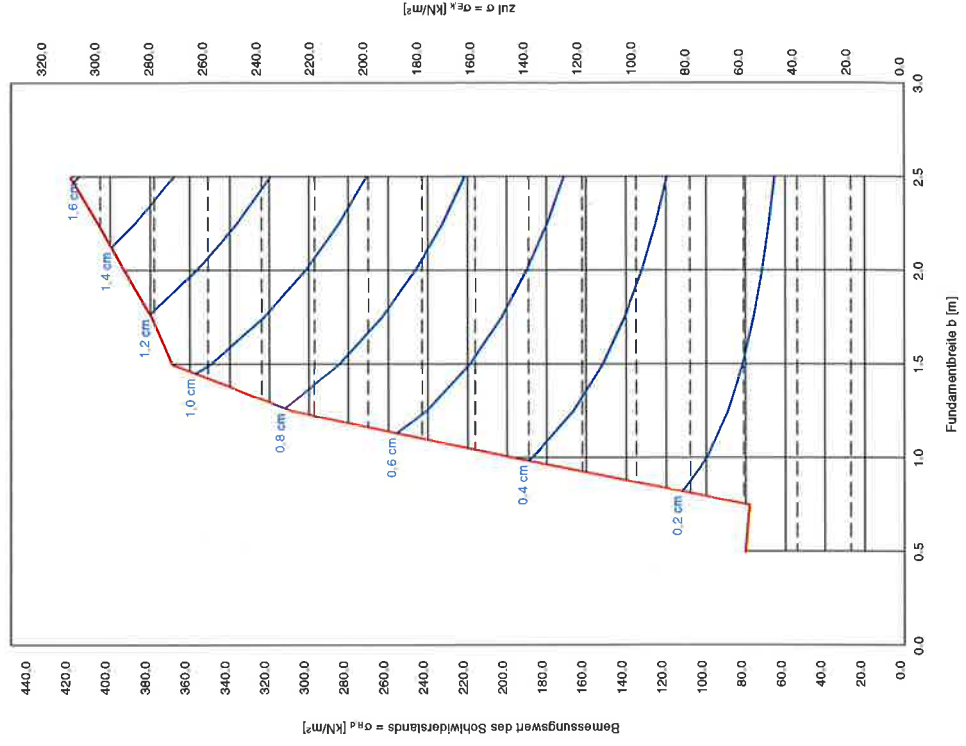
Oberkante Gelände = 256.44 m



a	b	$\sigma_{s,d}$	$R_{s,d}$	$\sigma_{s,k}$	s	cal ϕ	cal c	γ_2	σ_0	t_y	UKLS
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]
10.00	0.50	79.6	39.8	59.9	0.10	35.0	0.00	10.00	0.00	2.61	0.95
10.00	0.75	77.4	58.1	57.3	0.13	32.4*	0.00	10.00	0.00	3.05	1.30
10.00	1.00	195.3	195.3	144.7	0.42	27.5*	7.97	10.07	0.00	5.12	1.45
10.00	1.25	307.9	384.9	228.1	0.78	27.5*	13.21	10.31	0.00	6.83	1.82
10.00	1.50	388.5	552.7	272.9	1.06	27.2*	15.99	10.50	0.00	7.93	2.17
10.00	1.75	378.6	662.6	280.5	1.19	26.3*	17.60	10.63	0.00	8.54	2.45
10.00	2.00	392.5	784.9	290.7	1.33	25.6*	18.92	10.75	0.00	9.13	2.75
10.00	2.25	405.5	912.4	300.4	1.47	25.1*	20.00	10.85	0.00	9.69	3.04
10.00	2.50	419.6	1049.0	310.8	1.62	24.8*	20.90	10.94	0.00	10.23	3.35

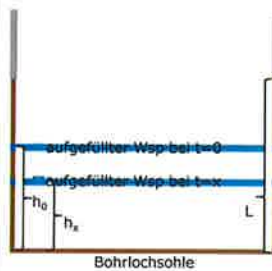
* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{s,k} = \sigma_{s,d} / (\gamma_{p,s} \cdot \gamma_{a,0}) = \sigma_{s,d} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{s,d} / 1.89$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [= 0.00]

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{a,v} = 1.40$
 $\gamma_g = 1.35$
 $\gamma_{G,Q} = 0.000 \cdot \gamma_G + (1 - 0.000) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$
 Oberkante Gelände = 256.44 m
 Gründungssohle = 256.44 m
 Grundwasser = 256.44 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 ———— Söldruck
 ———— Setzungen



Sickerversuch im Bohrloch**BK1****Anlage 8.1**

Projekt: Erweiterung Betriebsgebäude Nagel
Projekt-Nr.: 1711170GEO
Vorgang Nr.: 209089

**Prinzipiskizze****Randbedingungen**

Datum: 12.01.2018
Durchführung: Kantmann
Geologische Formation: Talkies / Knollenmergel

Tiefe: [m] 5,70
Radius: [m] 0,07
Freie Bohrlochstrecke: [m] 4,00

Eingefüllte Wasserm.: [l] 400
Wasserstand bei t_0 : [m ü. GOK] 1,20
Anfangswasserstand: [m ü. Sohle] 4,50
Endwasserstand: [m ü. Sohle] 1,21

Versuchsdurchführung

Zeit [s]	Wasserstand [m ü. Sohle]	Auswertung für $L > 10r$	
		nach $t_{(x)} - t_{(0)}$ k_f [m/s]	nach $t_{(2)} - t_{(1)}$ k_f [m/s]
15	4,28	8,28E-06	8,28E-06
30	4,06	8,50E-06	8,72E-06
60	3,66	8,53E-06	8,57E-06
120	2,65	1,09E-05	1,33E-05
180	2,35	8,94E-06	4,96E-06
240	2,21	7,34E-06	2,54E-06
300	2,10	6,30E-06	2,11E-06
360	1,92	5,86E-06	3,70E-06
Durchschnitt Talkies		8,09E-06	6,53E-06
420	1,80	5,41E-06	2,67E-06
480	1,65	5,18E-06	3,59E-06
540	1,55	4,89E-06	2,58E-06
600	1,50	4,54E-06	1,35E-06
720	1,43	3,95E-06	9,87E-07
840	1,38	3,49E-06	7,35E-07
960	1,33	3,15E-06	7,62E-07
1080	1,30	2,85E-06	4,71E-07
1200	1,27	2,61E-06	4,82E-07
1320	1,24	2,42E-06	4,94E-07
1440	1,21	2,26E-06	5,06E-07
1560	1,19	2,11E-06	3,44E-07
1680	1,16	2,00E-06	5,27E-07
1800	1,14	1,89E-06	3,59E-07
2100	1,11	1,65E-06	2,20E-07
2400	1,08	1,47E-06	2,26E-07
2700	1,05	1,34E-06	2,33E-07
3000	1,04	1,21E-06	7,90E-08
3300	1,03	1,11E-06	7,98E-08
3600	1,21	9,04E-07	2,66E-08
Durchschnitt Knollenmergel		2,72E-06	8,36E-07