



GEOTECHNISCHER BERICHT

Titel: Erschließung Baugebiet „Im Riegel-Nord“ in Neresheim

Auftraggeber: Stadt Neresheim
Stadtbauamt
Hauptstr. 21
73450 Neresheim

Datum: 09. Juni 2020

Az.: 20 242be01 ca/wo

Verteiler: Stadt Neresheim

3-fach + pdf



INHALT

1	Vorbemerkungen	4
2	Lage, geologische und hydrogeologische Situation	4
3	Durchgeführte Untersuchungen	5
4	Untersuchungsergebnisse	6
4.1	Schichtaufbau des Untergrundes	6
4.2	Grundwasserverhältnisse	7
4.3	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	7
4.4	Chemische Laboruntersuchungen	8
4.5	Schichtaufbau, Baugrundmodell	9
4.6	Erdbebenzone	9
4.7	Homogenbereiche, erdstatische Kennwerte, Bodengruppen	10
5	Gründung und Hinweise zur Ausführung	12
5.1	Allgemeines	12
5.2	Böschungsneigung für Baugruben und Kanalgräben	12
5.3	Rohraufleger	13
5.4	Verfüllung von Leitungsgräben	14
5.5	Hinweise zum Straßenbau	15
5.6	Erdarbeiten und Wiederverwendung von Aushubmaterial	18
6	Allgemeine Hinweise zur Errichtung von Bauwerken	19
6.1	Gründung	19
6.2	Wassereinwirkungsklasse	20
7	Versickerung von Niederschlagswasser	22
8	Schlussbemerkungen	223



ANLAGEN

Anlage 1

Pläne

Anlage 1.1

Übersichtslageplan

Anlage 1.2

Lageplan mit Untersuchungspunkten

Anlage 2

Ergebnisse der örtlichen Erkundungen

Anlage 2.1 – 2.7

Profile der Bohrsondierungen und der Schweren Rammsondierungen

Anlage 3

Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anlage 3.1

Natürliche Wassergehalte

Anlage 3.2

Zustandsgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze)

Anlage 4

Ergebnisse der umweltanalytischen Laboruntersuchungen

Boden Schwermetalle Prüfberichte 442/4604 – 442/4605

1 VORBEMERKUNGEN

Die Stadt Neresheim plant die Erschließung des Gewerbegebietes „Im Riegel-Nord“ in Neresheim. Die Lage der Baumaßnahme kann dem Übersichtslageplan in der Anlage 1.1 entnommen werden.

Im Zuge der Planung wurde die Geotechnik Aalen mit Schreiben vom 09.04.2020 von der Stadt Neresheim mit der Erstellung eines geotechnischen Erschließungsgutachtens beauftragt. Grundlage für die Auftragserteilung war unser Kostenangebot vom 08.04.2020.

Zur Bearbeitung standen uns neben unseren Archivunterlagen folgende Unterlagen zur Verfügung:

/1/ Lageplan Entwässerungskonzept, o.M., Ingenieurbüro Junginger + Partner, Heidenheim,
02.12.2019

Des Weiteren wurden von uns im Vorfeld der Außenarbeiten Leitungspläne bei den zuständigen Ver- und Entsorgern erhoben.

Unter Berücksichtigung dieser Unterlagen und mit unseren Untersuchungsergebnissen wurde das vorliegende Gutachten erstellt.

2 LAGE, GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION

Das geplante Erschließungsgebiet „Im Riegel-Nord“ liegt am nordwestlichen Stadtrand von Neresheim. Das Gewerbegebietsgelände wird von der Landesstraße L1084 und dem Gewerbegebiet „Im Riegel“ im Süden, von der Straße „Lichshöfe“ im Osten und der Straße „Am Zehntstadel“ im Westen begrenzt. Das Gelände wird derzeit landwirtschaftlich genutzt.

Das Gelände ist eine von Süden nach Norden und Westen nach Osten abfallende Fläche. Das Gelände besitzt im Nordwesten eine geodätische Höhe von ca. 544,5 m ü. NN und 527,3 m ü. NN im Südosten.

Nach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg im Maßstab 1:25.000, Blatt 7227 Neresheim-West wird der tiefere Untergrund aus den Gesteinen des Zementmergels (tiZk) gebildet. Es handelt sich hierbei um Mergelkalke und plattige Kalksteine des Weißjuras.



Oberflächennah sind die Kalk- bis Mergelsteine von Verwitterungsböden überdeckt. Am Übergang zum Fels handelt es sich hierbei noch um stärker verwitterte Kalksteine der Felsübergangzone. Überdeckt wird diese von einem bindigen Verwitterungsprofil.

Niederschlagabhängiges Schichten-, Stau- bzw. Sickerwasser kann in den bindigen Böden auftreten. Die Kalksteine können in Abhängigkeit von Kluftausbildungen Grundwasser in Form von Kluftwasser führen.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Nach der uns vorliegenden Planung, der Geländetopographie sowie den ermittelten Baugrund- und Grundwasserverhältnissen erfolgt die Einteilung des Bauvorhabens in die geotechnische Kategorie GK2 (mittlerer Schwierigkeitsgrad) nach EC7.

Zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden im Mai 2020 insgesamt 7 Bohrsondierungen (BS 1 bis BS 7) im Rammkernbohrverfahren bis max. 2,7 m u. Gel. ausgeführt.

Die Untersuchungspunkte wurden in Lage und Höhe mit GPS eingemessen. Die Lage der Untersuchungspunkte ist dem Lageplan in der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Der angetroffene Schichtenaufbau wurde ingenieurgeologisch und bodenmechanisch aufgenommen und entsprechend repräsentativ beprobt und dokumentiert. Die Ergebnisse sind als Schichtprofile auf den Anlagen 2.1 bis 2.7 dargestellt.

An den entnommenen Proben fanden bodenmechanische und umweltgeologische Laboruntersuchungen statt.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

Der erkundete Schichtenaufbau lässt sich wie folgt darstellen:

Ackerboden/Mutterboden

Die gesamte Fläche des Erschließungsgebietes wurde bisher als Ackerfläche genutzt. Daher wurde in allen Aufschlusspunkten ein Mutterboden angetroffen. Dieser weist eine Mächtigkeit von 0,3 m bis 0,4 m auf. An der Basis des Mutterbodens in der Bohrung BS 7 wurden Ziegelreste beobachtet.

Künstliche Auffüllungen

In den Bohrsondierungen BS 1 und BS 3 wurde unterhalb des Mutterbodens bis jeweils zur Tiefe von 0,60 m unter der Geländeoberfläche eine künstliche Auffüllung erbohrt.

Bei den künstlichen Auffüllungen handelt es sich nach den Erkundungsergebnissen überwiegend um bindige Erdstoffe (Schluff/Ton). Die Schluff-Ton-Gemische sind feinsandig. Wenn vorhanden, wird die Kiesfraktion von Kalksteinen gebildet. Darüber hinaus sind Ziegelreste enthalten. Weitere Fremdbestandteile wurden nicht erkundet.

Verwitterungslehm

Die oberste Schicht der natürlich gewachsenen Böden, mit Ausnahme der Bohrsondierungen BS 1 und BS 3, bilden Schluff/Tone, die den Verwitterungslehmen zuzuordnen sind. Die Konsistenz ist nach der Bestimmung vor Ort in der Regel halbfest, lokal auch steif-halbfest bzw. halbfest-fest.

Felsverwitterungszone

In den Bohrungen BS 1 und BS 2 wurde unterhalb der künstlichen Auffüllungen die Felsverwitterungszone aufgeschlossen. Ebenso in der Bohrsondierung BS 7; hier jedoch ab 1,0 m unter Gelände unterhalb des Verwitterungslehms. Es handelt es sich noch um stärker verwitterte Bereiche des Kalksteins (Zementmergel), die durch die Bohrsondierung zu sandigen „Kiesen“ mit geringem Feinkornanteil zerbohrt wurde. Die Kiesfraktion wird durch braune bis graue Kalksteinstücke mit geringem Feinkornanteil gebildet.

In keiner Bohrung wurde der Kalksteinfels des Zementmergels aufgeschlossen. Aufgrund fehlenden Bohrfortschrittes kamen alle Bohrsondierungen vor dem Erreichen der geplanten Bohrendtiefen zum Stehen.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Im Zuge der Erkundungen im Mai 2020 wurde kein Grundwasser angetroffen.

Angaben über höchstmögliche Grundwasserstände liegen uns nicht vor und können nur über langjährige Pegelmessungen erkundet werden.

Jahreszeitlich – und witterungsbedingt können Schicht-, Stau- und Sickerwasserführungen in den angetroffenen Auffüllungen und Böden nicht ausgeschlossen werden.

Der Kalksteinfels kann entlang von Klüften Schichtwasser führen.

4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur genaueren Bestimmung repräsentativer Bodenproben wurden in unserem bodenmechanischen Labor klassifizierende Laboruntersuchungen vorgenommen.

Die Protokolle der Laboruntersuchungen sind in den Anlagen 3.1 bis 3.2 enthalten.

Natürliche Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und die natürlichen Wassergehalte der anstehenden Böden bestimmt. Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen sind auf der Anlage 3.1 zusammengestellt.

In den Auffüllungen wurden Wassergehalte von $w_n = 25,15 \%$ bis $w_n = 19,08 \%$ ermittelt, die im Feldversuch als steifplastisch bzw. halbfestplastisch angesprochen wurden.

Die Verwitterungslehme weisen natürliche Wassergehalte zwischen $w_n = 12,1 \%$ und $w_n = 18,6 \%$ auf, was den überwiegend im Feld als halbfestplastisch angesprochenen Konsistenzen entspricht.

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Für repräsentative Proben wurden zur Ermittlung der Zustandsform die Atterberg'schen Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) bestimmt. Hierbei wurden folgende Zustandsformen und Bodengruppen nach DIN 18196 ermittelt:



Probe	Stratigraphische Einteilung	Konsistenzzahl I_c	Zustandsform	Bodengruppe nach DIN 18196
2/1	Verwitterungslehm	0,89	steif	TL/TM
5/1	Verwitterungslehm	1,06	halbfest	TL

[Tab. 1: Konsistenzgrenzen]

Die Protokolle sind den Anlagen 3.2 zu entnehmen.

4.4 Chemische Laboruntersuchungen

Die natürlich anstehenden Böden wurden im Hinblick auf eine mögliche geogene Belastung auf Schwermetalle im Feststoff und im Eluat untersucht, welche i. d. R. maßgebend für die Einstufung nach VwV-Boden sind.

Die Beurteilung der Analyseergebnisse erfolgt anhand der Zuordnungswerte der VwV-Boden.

Bei den anstehenden Erdstoffen handelt es sich um natürlich anstehende Böden ohne Fremdbestandteile. Ein Hinweis auf einen Eintrag von umweltgefährdenden Stoffen ergab sich nicht.

Die untersuchten Bodenproben 4/1 und 4/2 aus der Bohrsondierung BS 4 sowie die Probe 6/1 aus der Bohrsondierung BS 6 zeigten bei den Schwermetallen keine Überschreitungen der Zuordnungswerte Z0 der VwV-Boden. Alle Schwermetall-Konzentrationen in Feststoff und Eluat dieser Proben liegen im Bereich Z0 Lehm/Schluff der Zuordnungswerte der VwV- Boden.

Die Prüfberichte können den Anlagen 4 entnommen werden.

Wir weisen darauf hin, dass es sich bei der Analytik um eine orientierende Beprobung der anstehenden Böden und nicht um eine Deklarationsanalytik handelt. Zur Bestimmung der endgültigen Verwertung bzw. Entsorgung sind bei Aushub entsprechende Haufwerke zu bilden und gem. LAGA PN 98 zu untersuchen. Hierzu sind entsprechender Platzbedarf, ggf. Zwischentransporte und -lagerung sowie die notwendige Zeit für die Analysen vom Bauablauf her zu beachten. Da die hier vorliegenden Analyseergebnisse letztendlich nur für die Untersuchungspunkte und das tatsächlich beprobte Material gelten können, sind Abweichungen nicht auszuschließen.



4.5 Schichtaufbau, Baugrundmodell

Lokal (Bohrsondierungen BS 1 und BS 3) wurden im Untersuchungsgebiet geringmächtige Auffüllungen erbohrt. Als natürlich gewachsenen Untergrund wurde das Verwitterungsprofil des Zementmergels aufgeschlossen.

Die Verwitterungslehme von mindestens steif-halbfester Konsistenz sind zur Aufnahme von geringen Lasten geeignet, weisen aber Setzungspotential auf. Die „kiesigen“ Verwitterungsschichten bzw. die Felsverwitterungszone stellen einen ausreichend bis gut tragfähigen Baugrund dar. Im Fels, der nicht direkt aufgeschlossen wurde, ist zur Aufnahme hoher Lasten geeignet.

4.6 Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998:2010-12 (EC 8, Abs. 3.2.1) „*müssen die nationalen Territorien von den nationalen Behörden je nach örtlicher seismischer Gefährdung in Erdbebenzonen unterteilt werden*“. Gem. DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (Nationaler Anhang zum EC 8) gelten diesbezüglich die im Bild NA.1 dargestellten Erdbebenzonen. Eine ortsgenaue Zuordnung der Erdbebenzone kann zudem beim Helmholtz-Zentrum (Deutsches GeoForschungszentrum Potsdam) abgefragt werden. Diese Angabe bezieht sich jeweils auf die Ortsmitte, was den Angaben im EC 8 („*Definitionsgemäß wird die Gefährdung innerhalb jeder Zone als konstant angenommen.*“) entspricht.

Das hier betrachtete Baufeld am nordwestlichen Rand von Neresheim (PLZ 73450) liegt in der Erdbebenzone 1. Es ist nach Tab. NA.3 demzufolge ein Intensitätsintervall von $6,5 \leq I < 7$ zu berücksichtigen. Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g beträgt in dieser Erdbebenzone $0,4 \text{ m/s}^2$. Entsprechend Bild NA.2 ist der Standort der Baumaßnahme der Geologischen Untergrundklasse R zuzuordnen. Der Bereich wird aufgrund der Untersuchungsergebnisse in die Baugrundklasse C mit Übergang zu Baugrundklasse B eingestuft.



4.7 Homogenbereiche, erdstatische Kennwerte, Bodengruppen

Auf der Grundlage der Feldansprache und der klassifizierenden Laboruntersuchungen werden den anstehenden Böden/Auffüllungen folgende Bodengruppen nach DIN 18 196 zugeordnet:

Schichtbereich	Bodengruppe [DIN 18 196]
Mutterboden	OU
Auffüllungen	TL/TM
Verwitterungsprofil Zementmergel	TL/TM GU
Verwitterungslehm	
Felsverwitterungszone	
Kalkstein (Zementmergel) ^{*)}	--

[Tab. 2: Bodengruppen] ^{*)} nicht direkt aufgeschlossen

Folgende Homogenbereiche (H I - H IV) werden für die Schichten gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten festgelegt.

Homogenbereich

H I: bindige Auffüllungen, Verwitterungslehm

H II: Verwitterungsprofil Zementmergel

H III: Kalkstein (Zementmergel)

	H I	H II	H III ¹⁾
Korngrößenverteilung (Feinkornanteil)	50 - 90 Gew.-%	10 - 30 %	--
Massenanteil Steine, Blöcke	(nicht erkundet)	(nicht erkundet)	--
Dichte	19 - 21 kN/m ³	19 - 21 kN/m ³	23 kN/m ³
undränierete Scherfestigkeit [c _u]	--	--	--
Wassergehalt [w _n]	10 - 25 %	5 - 15 %	--
Plastizitätszahl [I _p]	5 - 30 %	--	--
Konsistenzzahl [I _c]	1,0 – 1,5	---	--
Lagerungsdichte [I _D]	--	0,5 – 0,7	--



	H I	H II	H III ¹⁾
organischer Anteil	< 3 %	< 3 %	--
Verwitterung/Veränderlichkeit	--	--	mäßig verwittert / nicht veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit	--	--	≥ 50 N/mm ²
Trennflächenabstand	--	--	mittel- bis weitständig

[Tab. 3: Homogenbereiche I bis III]

¹⁾ Genauere Angaben nur mit Großaufschluss bzw. Kernbohrungen möglich.

Den bautechnisch relevanten Schichten können unter Berücksichtigung der DIN 1055 sowie nach der Erfahrung die nachfolgenden, charakteristischen erdstatischen Kennwerte zugewiesen werden:

Schichtbereich	Wichte [kN/m ³]		Rei- bungs- winkel [°]	Kohäsion [kN/m ²]	Steifemo- dul [MN/m ²]
	γ	γ'	φ'_k	c'_k	$E_{s,k}$
Bindige Auffüllungen ¹⁾	21	11	30 - 32,5	0	
Verwitterungsprofil Zementmergel					
Schluff/Ton, steif – halbfest	19	9	22,5	5 - 10	5 - 10
Schluff/Ton, halbfest - fest	20	10	22,5	10 - 15	10 - 20
Kies, sandig, schwach schluffig (Felsverwitterungszone, kiesig)	22	12	37,5	0 - 5	30 - 60
Kalkstein (Zementmergel) ²⁾	23	13	40	≥ 25	>150

[Tab. 4: charakteristische erdstatische Kennwerte]

¹⁾: gilt nur für aufgeschlossene Bereiche. Abweichungen sind grundsätzlich möglich.

²⁾: nicht direkt aufgeschlossen, schwankt in weiten Bereichen in Abhängigkeit der Klüftung, Schichtung und Beanspruchungsrichtung; die Annahme eines Wertes von $c' = 25 \text{ kN/m}^2$ liegt auf der sicheren Seite.



5 GRÜNDUNG UND HINWEISE ZUR AUSFÜHRUNG

5.1 Allgemeines

Für den Kanalbau liegt derzeit keine detaillierte Planung vor. Die Kanalsohle kann sowohl in den bindigen als auch kiesigen Verwitterungsböden zu liegen kommen. Je nach Tiefenlage ist auch das Einbinden in das Festgestein des Zementmergels möglich.

5.2 Böschungsneigung für Baugruben und Kanalgräben

Bei ausreichenden Platzverhältnissen, nicht durchströmten Böschungen und keinerlei Beeinflussung der Böschungsstandsicherheit durch Verkehr und/oder Erschütterungen können nach DIN 4124 freie Baugrubenböschungen angelegt werden, wobei die nachfolgend genannten, maximal zulässigen Böschungsneigungen (β) nicht überschritten werden dürfen. Für Baugrubenböschungen mit einer Höhe > 5,0 m ist nach DIN 4124 ein statischer Nachweis der Standsicherheit zu bringen oder die Böschung zu sichern.

Schicht	maximal zulässige Böschungsneigung (β) nach DIN 4124
Künstliche Auffüllungen	45°
Verwitterungslehm mindestens steifplastisch	60°
Kiesige Verwitterungsböden (Verwitterungszone)	45°
Kalkstein (Zementmergel)	80°

[Tab. 6: Böschungsneigungen]

Alternativ sind z.B. Verbaukästen oder sogenannte Schleppboxen zur Grabensicherung einzusetzen, um auch die Aushubmassen zu begrenzen.

Bei Auftreten von aufgeweichten Bereichen oder Wasserzutritt sind die Böschungen gegebenenfalls abzuflachen.

Böschungskronen sämtlicher Baugrubenböschungen sind auf einer Breite von mindestens 1,0 m von sämtlichen Stapellasten (Container, Schalungsteile, Betonfertigteile usw.) freizuhalten. Bei Baustellenverkehr durch LKW's, Bagger usw. neben der Baugrubenböschung sind folgende Mindestabstände einzuhalten:

Gesamtgewicht < 12 t:	1,0 m
Gesamtgewicht \geq 12 t bis 40 t:	2,0 m

Des Weiteren sind alle nicht genannten Punkte der DIN 4124 und DIN 4123 sorgfältig zu beachten.

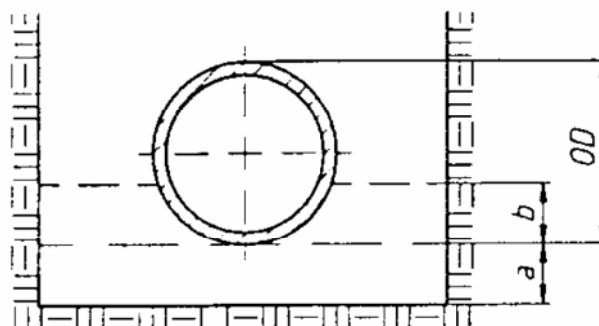
Bei Böschungen in Nähe der Bahnanlagen sind ggf. weitere Vorgaben zu berücksichtigen.

5.3 Rohraufleger

Im Hinblick auf die Auflagerung und Einbettung von Rohren empfehlen wir, die Anwendung der DIN-EN 1610 und im vorliegenden Fall entlang der gesamten Kanaltrasse den Einbau einer Schutzschicht bzw. eines Rohrauflegers nach DIN 1610 Typ 1 herzustellen. Die Dicke der unteren Bettungsschicht (a) beträgt hierbei üblicherweise mind. 10 cm.

Bei festgelagerten Böden oder Fels ist die Dicke der Bettung auf mindestens 20 cm zu erhöhen, um Spitzendrücke auf die Rohre zu vermeiden.

Die Dicke b der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung entsprechen.



Gemäß DIN EN 1610 sind Rohrgräben während des Rohreinbaus und des Verdichtens wasserfrei zu halten und die Sohle vor Aufweichungen zu schützen. Wir weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass die anstehenden Erdstoffe wasserempfindlich sind und bei Wasserzutritt aufwei-



chen und verbreiten können. Aufgeweichte Bereiche sind auszubauen und durch die Bettungsschicht zu ersetzen.

Für die Rohrbettung kommen alle grobkörnigen Mineralstoff-Gemische in Frage, die den Anforderungen nach DIN-EN 1610, Abschnitt 5.3 entsprechen und deren Größtkorn 40 mm bei Rohrdurchmessern $DN > 200$ mm bis $DN \leq 600$ nicht überschreitet. Eine Auswahl derartiger Baustoffe findet sich in Anhang B der DIN-EN 1610. Die Mindestabdeckungen über den Rohrleitungen sind entsprechend DIN 1610 einzuhalten. Des Weiteren wird auf die Vorgaben des Rohrherstellers verwiesen.

5.4 Verfüllung von Leitungsgräben

Die erforderliche Qualität der Verfüllung der Rohrgräben richtet sich nach den späteren Anforderungen an die Oberfläche. In Verkehrsbereichen kommt es auf eine verformungsarme Verfüllung an. Im Bereich der Rohrbettung und Rohrumhüllung sind die Vorgaben der DIN-EN 1610 zu berücksichtigen. Darüber muss bis UK Tragschicht/OK Planum der Leitungsgraben (Verfüllzone) mit einem gut verdichtbaren, abgestuften Mineral- oder Bodengemisch unter lagenweiser Verdichtung verfüllt werden. Gemäß DIN EN 1610 und ZTVA-StB sollten für die Hauptverfüllung entweder die natürlich anstehenden Böden (verdichtbar, frei von rohrschädigenden Materialien) oder angelieferte Baustoffe eingesetzt werden. Auch unter ökologischer und wirtschaftlicher Betrachtung sollte grundsätzlich eine fachgerechte Wiederverwendung der Aushubmassen angestrebt werden.

Die Wiederverwendung des Aushubmaterials ist im Abschnitt 5.6 beschrieben.

Für Liefermassen sind in DIN EN 1610, Anhang B die Anforderungen (Korngrößenverteilungen etc.) näher definiert.

Bezüglich des erforderlichen Verdichtungsgrads (D_{pr}) wird in Abhängigkeit von Bodenart und Grabentiefe auf die ZTVA-StB und ZTVE-StB verwiesen.

Im Hinblick auf die üblichen Eigen- und Fremdüberwachungsmaßnahmen verweisen wir auf die ZTVE-StB, wobei sich fortlaufende Prüfungen als vorteilhaft erwiesen haben.

Stark aufgelockerte oder in anderer Weise entfestigte Zonen in den Endaushubebenen sind sorgfältig zu entfernen und durch Austauschboden oder Mineralgemisch zu ersetzen. Aushubbedingte Auflockerungen sind ebenfalls zu beseitigen oder wieder zu verdichten. Bei Bodenaustauschmaßnahmen ohne Beton ist grundsätzlich ein seitlicher Überstand in Schichtstärke zur Berücksichtigung der Lastausbreitung im Boden einzuhalten.



Der Einbau von Boden (Erdbaustoffen) sowie die Herstellung des Erdplanums sollte in Anlehnung an die Vorgaben der ZTVA-StB und ZTVE-StB erfolgen und ist witterungsabhängig. Um die ausreichende Verdichtung zu gewährleisten, kann der Wiedereinbau lagenweise nach ZTVA-StB, Anhang 1, erfolgen.

Wir empfehlen dabei unverdichtete Schütthöhen aus geeignetem Material von ca. 25 - 30 cm grundsätzlich nicht zu überschreiten. Dies gilt insbesondere für die Verfüllung der Kanalgräben, bei der oftmals nur kleine Verdichtungsgeräte eingesetzt werden können. Der Wiedereinbau muss mit geeigneten Verdichtungsgeräten und auf die verwendeten Geräte abgestimmten Schütthöhen erfolgen. Weiche oder sehr nasse Materialien dürfen nicht eingebaut werden. Die nächste Schüttlage darf erst dann eingebaut werden, wenn die vorherige vollständig und vollflächig verdichtet wurde. Nach einer Tagesleistung, vor dem Wochenende und vor allem bei Niederschlagsrisiko ist die verdichtete Fläche zu schließen, um sie vor einer Aufweichung und zu starken Durchfeuchtung zu schützen. Bei starken, lang andauernden Niederschlägen empfehlen wir Erdbau- und Verdichtungsarbeiten generell zu unterbrechen.

Die Verdichtung von witterungsempfindlichen, bindigen Erdbaustoffen sollte mit Schafffußwalzen mit Vibration erfolgen. Beim Einbau sind die Schütfflächen mit einem Quergefälle anzulegen. Jede Lage ist unmittelbar nach dem Schütten zu verdichten. Bei unklaren Witterungsverhältnissen sind am Ende des Arbeitstages alle Einbauflächen glatt abzuwalzen, um ein Eindringen von Regenwasser zu verhindern. Der Einbau des Bodens sowie die Herstellung des Erdplanums sollten nach den Vorgaben der ZTVE-StB erfolgen.

Die Verdichtung ist durch entsprechende Versuche z. B. durch statische Plattendruckversuche nach DIN 18134, Densitometer, etc. nachzuweisen.

5.5 Hinweise zum Straßenbau

Straßen und Verkehrsflächen sind im Allgemeinen auf Boden zu gründen (Planum), der die Anforderungen nach ZTVE-StB erfüllt bzw. der sich auf die entsprechenden Werte (Verdichtungsgrad D_{pr}) verdichten lässt und der die entsprechende Tragfähigkeit (Verformungsmodul E_{v2}) besitzt. Dadurch sollen auftretende Setzungen minimiert werden, so dass keine relevanten Verformungen in der Oberflächenbefestigung verursacht werden und die Funktionsfähigkeit der Straße nicht gefährdet wird.



Nach dem Ergebnis der Baugrunduntersuchung stehen unter Beachtung der geplanten Geländeregulierung im Bereich der neuen Erschließungsstraße auf Planumshöhe sowohl natürlich gewachsene Erdstoffe als auch künstlich aufgefüllte Erdstoffe an.

In der Höhe des Planums herrschen halbfestplastische Konsistenzen vor. Es ist eine ausreichende Frostsicherheit nach ZTVE-StB und RStO 12 zu gewährleisten. Die angetroffenen bindigen Auffüllungen und Verwitterungslehme sind sehr frostempfindlich und entsprechen der Frostempfindlichkeitsklasse F3. Für die kiesige Verwitterungszone kann die Frostempfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittel frostempfindlich) angesetzt werden.

Die Verkehrsflächen sind nach den Ausführungen der RStO 12 zu planen und zu bauen. Nach Angabe der Bundesanstalt für Strassenwesen (BAST) liegt das Untersuchungsgebiet in der Frosteinwirkungszone II. Angaben zur Belastungsklasse möglichen Wege- und Verkehrsflächen liegen uns nicht vor. Gewerbestraßen entsprechen der Belastungsklasse Bk 1,8. Bei den Nachfolgenden Betrachtungen gehen wir von der Annahme der Belastungsklasse Bk 1,8 aus.

Um die Verkehrsflächen vor Frostschäden zu schützen, ist ein frostsicherer Oberbau einzubauen. Die Dicke des frostsicheren Oberbaus richtet sich, neben der Frostempfindlichkeitsklasse, nach den zu erwartenden Verkehrsbelastungen sowie Mehr- oder Minderdicken, die von klimatischen Bedingungen und Untergrundverhältnissen abhängen. Nach Tabelle 7 der RStO 12 und unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeitsklasse der angetroffenen Schichten (vgl. ZTVE-StB 09, Tabelle 1), ist für den Trassenverlauf, in dem das Planum auf den derzeit vorhandenen bindigen Böden liegt ein frostsicherer Mindestaufbau von 60 cm vorzusehen.

Der überwiegend erforderliche frostsichere Gesamtaufbau ergibt sich aus Tabelle 7 der RStO 12 (Mehr- oder Minderdicken aufgrund örtlicher Verhältnisse) wie folgt:

Örtliche Verhältnisse:	BK 1,8
Frostsicherer Aufbau nach Tabelle 6	0,60 m
wegen Frosteinwirkungszone II (vgl. Bild 6 RStO 12)	± 0,05 m
kleinräumiges Klima (keine besonderen Einflüsse)	± 0,00 m
Grundwasserverhältnisse (kein GW bis 1,5 m u. Gel.)	± 0,00 m
Lage der Gradienten	± 0,00 m
Fahrbahntwässerung (Rinnen, Einläufe, Rohrleitungen)	- 0,05 m
frostsicherer Gesamtaufbau	0,60 m



Für Verkehrsflächen die im östlichen Untersuchungsgebiet liegen und deren Planum auf den kiesigen Verwitterungsböden liegt, ist von einem Mindestaufbau von 0,5 m auszugehen.

Örtliche Verhältnisse:	BK 1,8
Frostsicherer Aufbau nach Tabelle 6	0,50 m
wegen Frosteinwirkungszone II (vgl. Bild 6 RStO 12)	± 0,05 m
kleinräumiges Klima (keine besonderen Einflüsse)	± 0,00 m
Grundwasserverhältnisse (kein GW bis 1,5 m u. Gel.)	± 0,00 m
Lage der Gradiente	± 0,00 m
<u>Fahrbahmentwässerung (Rinnen, Einläufe, Rohrleitungen)</u>	<u>- 0,05 m</u>
frostsicherer Gesamtaufbau	0,50 m

Die Tragfähigkeiten des Planums und der Tragschicht sind mit statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 im Rahmen einer Fremd- und Eigenüberwachung lagenweise zu überprüfen.

Auf Höhe des Planums ist gemäß ZTVE-StB ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Dieser Wert wird auf steif-halbfesten Böden in der Regel nicht erreicht. Es werden Maßnahmen zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Planums notwendig. Bei einem Bodenaustausch mit verdichtungswilligem Fremdmaterial muss die Mächtigkeit des Bodenaustausches erfahrungsgemäß rd. 40 cm betragen. Alternativ kann eine Bodenverbesserung erfolgen.

Bei einer Verwendung von bindigen Erdstoffe in Bereichen mit Verformungsgrenzen und zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Erdplanums im Straßenbau kann eine Bodenverbesserung mit einem Bindemittel (Weißfeinkalk / Zement- Mischungen) ausgeführt werden.

Hierbei ist zu beachten, dass bei entsprechenden windigen Bedingungen eine Verwehung von Bindemittelstaub möglich ist. Zur Minimierung der Staubentwicklung in unmittelbarer Nähe zu Verkehrsanlagen kann staubreduziertes Bindemittel Verwendung finden.

Es wird ein Bindemittel mit einem Zement-/Kalkanteil im Verhältnis 50:50 vorgeschlagen. Erfahrungsgemäß wird eine Bindemittelmenge von etwa 50 bis 55 kg/m³ notwendig. Dies entspricht bei 45 cm Schichtdicke rd. 22,5 bis 25 kg/m².

Es wird zunächst eine Verbesserung mit einer Bindemittelzugabemenge von ca. 22,5 kg/m² vorgeschlagen, um die Böden nicht zu „verbrennen“. Bei Bedarf kann dann mit geringen Zugabemengen nachgestreut werden. Diese Bindemittelmenge sollte allerdings auch nicht unterschritten werden um



die Dauerhaftigkeit der Verbesserung zu gewährleisten. D.h. wenn bei trockener Witterung verbessert wird, kann sogar die Zuführung von Wasser erforderlich werden. Die Dosierung der erforderlichen Bindemittelzugabemenge und die Zusammensetzung des Bindemittels (Weißfeinkalk / Zement Anteil) hängt im Wesentlichen von den Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Ausführung ab. Probefelder zu Beginn der Arbeiten und eine örtliche Beurteilung durch einen Gutachter sind daher möglicherweise erforderlich und hilfreich. Bei schlechter Witterung und starker Durchfeuchtung kann eine Erhöhung der Ausstreumenge notwendig werden.

Bei der Bodenverbesserung ist darauf zu achten, dass nach dem Ausstreuen des Bindemittels der Boden mindestens 2-fach gefräst wird. Der Boden sollte feinkrümelig sein, eine homogene Färbung annehmen und das Bindemittel vollständig untergefräst sein. Es ist dabei eine ausreichend dimensionierte Bodenfräse mit mind. 45 cm Tiefgang einzusetzen. Die Verdichtung des Boden-Bindemittel-Gemisches ist mit ca. 3 - 4 dynamischen Übergängen mit einem Schafffußwalzenzug durchzuführen. Danach ist die Fläche mit einer Walze mit Glattmantelbandage abzuwalzen. Bei der Profilierung des Erdplanums ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Querneigung bzw. Längsneigung zur Entwässerung gem. Planung vorhanden ist.

Die Verdichtung ist durch entsprechende Versuche z. B. durch statische Plattendruckversuche nach DIN 18134, Densitometer, etc. nachzuweisen.

5.6 Erdarbeiten und Wiederverwendung von Aushubmaterial

Die Erdarbeiten sind generell unter Berücksichtigung der Vorgaben der ZTV E-StB durchzuführen und sollten nicht vor einer länger zu erwartenden Regen- oder Frostperiode beginnen.

Die Verwitterungslehme (Schluff/Ton) sind nach Tabelle 4 der DIN 18 196 stark witterungs- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Die im Osten aufgeschlossenen kiesigen Verwitterungsschichten entsprechen der Frostempfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittel frostempfindlich). Die bindigen Böden neigen bei Wasserzutritt in Verbindung mit dem Baubetrieb zum Aufweichen und Verbreiten. Auf gefrorenem Boden darf nicht gegründet werden.

Bei den Aushubarbeiten fällt, mit Ausnahme der bindigen Auffüllungen, das Verwitterungsprofil (bindig bis gemischtkörnig) und Fels an. Unterhalb der Bohrendteufen ist, in Abhängigkeit der Verlegtiefe, der Aushub von Kalkstein erforderlich.



Die „kiesigen“ Verwitterungsschichten (Felsverwitterungszone) lassen sich erfahrungsgemäß noch gut lösen und eignen sich im erdfeuchten Zustand in der Regel zum Wiedereinbau. Eventuell auftretende größere Steine sind auszusortieren.

Der Aushub des Kalksteins wird erfahrungsgemäß ebenfalls als größere Steine und Blöcke anfallen. Hier ist mit Zusatzaufwendungen, d.h. mit dem Einsatz von Meißelarbeiten bzw. einer Felsfräse zu rechnen. Durch das Lösen kann ein Mehraushub bzw. ein sich daraus ergebendes Überprofil von ca. 10 - 20 % möglich sein.

Der Kalkstein wird nach dem Lösen groß- und grobstückig vorliegen. Um ein verdichtbares Mineralgemisch zu erhalten und einbauen zu können ist eine Aufbereitung (z. B. in einer Brecheranlage) notwendig. Ohne Aufbereitung sind mögliche langfristige Setzungen oder Sackungen zu befürchten.

6 ALLGEMEINE HINWEISE ZUR ERRICHTUNG VON BAUWERKEN

6.1 Gründung

Für die vorgesehenen Gebäude im Baugebiet liegen noch keine detaillierten Planungen vor. Im Folgenden werden allgemeine Hinweise zu den Gründungsmöglichkeiten ausgeführt. Für die einzelnen Bauwerke sind nach Vorliegen der Planung Einzelgutachten auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse und weiterführender Aufschlüssen zu erstellen.

Allgemein können die anstehenden Schichten hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit grundsätzlich wie folgt beurteilt werden:

- Der Oberboden und organische Schichten sind flächendeckend abzutragen.
- Die anstehenden bindigen Böden von steifer-halbfester Konsistenz sind als setzungsfähiges Material anzusehen und nur zur Aufnahme geringerer Bauwerkslasten geeignet.
- In den halbfesten bzw. halbfesten-festen Böden verringert sich das Setzungspotential weiter. Diese stellen einen grundsätzlich geeigneten Gründungshorizont dar.
- Die kiesigen, nicht mehr verlehmtten Verwitterungsböden des Massenkalks bilden einen gut tragfähigen Baugrund. In der Regel können Bauwerkslasten hier gut abgetragen werden.
- Auf der OK Kalkstein können auch höhere Einzellasten mit vergleichsweise geringen Setzungen sehr gut aufgenommen werden.



Fundamente müssen mindestens frostfrei, d.h. 1,00 m u. Gel. gegründet werden. Bei nicht unterkellter Bauweise und Gründung innerhalb der bindigen Böden empfehlen wir auf Grund von möglichen Setzungen durch Austrocknungs- und Befeuchtungswechsel die Fundamente bis in eine Tiefe von mind. 1,50 m u. Gel. zu führen.

Generell empfehlen wir eine Gründung auf mindestens halbfesten, bindigen Böden bzw. auf dem kiesigen Verwitterungshorizont.

Je nach Tiefenlage der Gründungssohle kann dort bereits fester Fels anstehen, so dass Zusatzaufwendungen notwendig werden. Je nach Tiefenlage der Felsoberkante können die Fundamente ggf. in den Fels tiefergeführt werden. Mögliche Unterkellerungen sind uns derzeit nicht bekannt.

Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (**EC7**) für die Streifen- und Einzelfundamente können von uns im Zuge der weiteren Planungen angegeben werden.

Alternativ sind bei ausgesteiften Bauwerken und leichter Bauweise **Flächengründungen auf einer tragenden lastverteilenden Bodenplatte** möglich. Die üblicherweise vom Tragwerksplaner für die Bodenplattenberechnung nach dem Bettungsmodulverfahren erforderliche Federsteifigkeit (Bettungsmodul k_s) ist keine Bodenkonstante, sondern hängt von der Belastungsgröße sowie Ausdehnung und der sich daraus ergebenden örtlichen Untergrundsetzung ab. Erfahrungsgemäß wird sich bei den bindigen Verwitterungsböden ein relativ geringer Bettungsmodul ergeben. Detaillierte Angaben zum Bettungsmodul können von uns nach Vorliegen der Bauwerkslasten erarbeitet werden.

6.2 Wassereinwirkungsklasse

Im Zuge der Erkundungen wurden Böden angetroffenen, die keine Durchlässigkeiten $k_f > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s aufweisen. Somit kann sich z.B. durch einlaufendes Oberflächenwasser in die Arbeitsräume Wasser einstauen. Durch diesen sog. „Badewanneneffekt“ ist theoretisch ein geländegleicher Wasserstand in der Baugrube möglich. Hieraus folgt ein Bemessungswasserstand in Höhe Geländeoberkante. In Verbindung mit Dränagen nach DIN 4095 kann der Bemessungswasserstand auf Höhe der Dränage angegeben werden.

Die Abdichtung der erdberührten Bauteile in Kombination mit einer Dränage nach DIN 4095 mit rückstaufreier Ableitung des anfallenden Dränagewassers und der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung) nach DIN 18533-1 erfolgen.



Direkt unterhalb der Bodenplatte ist hier zum Schutz vor Bodenfeuchte eine mindestens 20 cm dicke kapillarbrechende Sohlfilterschicht anzuordnen. Als Material kommen hierzu alle raumbeständigen Mineralstoff-Gemische in Frage, die keine Kornanteile < 2 mm besitzen (ohne Sandanteile und ohne bindige Beimengungen). Insbesondere kommen hierzu Schotter-Splitt-Gemisch (z.B. 2/45 mm oder 2/56 mm) und Kiesgemische (z.B. 2/32 mm) in Frage. Vor dem Betonieren der Bodenplatte muss die Sohlfilterschicht mit einer Folie abgedeckt werden, um sie vor einem Zusetzen mit Betonschlämme zu schützen.

Ist eine Dränung nicht möglich, kann eine Abdichtung aller erdberührten Bauteile mit der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe) nach DIN 18533-1 erfolgen. Als Bemessungswasserstand ist spätere Geländeneiveau anzunehmen.

Bei unterkellierter Bauweise entsteht durch Herstellung der Baugruben ein sog. Badewanneneffekt, d.h. anfallendes Oberflächen- und Niederschlagswasser, welches durch die Arbeitsraumverfüllungen einsickert, kann in den Schichten des Zementmergels nach unten und zur Seite nur langsam versickern und wird am Gebäude gestaut.

Alternativ zu der o.g. Norm kann die Ausführung des Untergeschosses in WU-Beton als sogenannte „Weiße Wanne“ nach DIN 1045 erfolgen. Hier ist die WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton zu berücksichtigen. Die Ausbildung von Kellerräumen als dichte Baukörper aus wasserundurchlässigem Stahlbeton kann eine Berücksichtigung des besonderen bauphysikalischen Verhaltens des wasserundurchlässigen Betons insbesondere hinsichtlich seiner Wasserdampfdiffusion erfordern. Durch kapillaren Wasserdurchgang der Betonbauteile ist die relative Luftfeuchte der Innenräume beeinflusst. Es können besondere Maßnahmen zur Regelung der Feuchte für Räume mit entsprechender Nutzung notwendig werden (z.B. Be- und Entlüftung oder dampfdichte Beschichtung). Bei der Planung und Ausführung der vorgenannten Stahlbetonbauteile sind zudem die besonderen betontechnologischen Maßnahmen und die Erfordernisse der Bauausführung hinsichtlich der Vermeidung von Rissbildungen und die Gewährleistung von geeigneten Betoneigenschaften zu beachten.

Lichtschächte, Rohrdurchführungen usw. sind in das Abdichtungskonzept mit einzubeziehen.

Das unmittelbar um die Gebäude liegende Gelände ist mit bauwerksabgewandtem Gefälle auszubilden, um einen oberirdischen Zulauf von Wasser an das Gebäude auszuschließen.



7 VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist nur möglich, wenn in Anlehnung an das DWA-Arbeitsblatt A 138 (April 2005) der Untergrund, der für eine Versickerung vorgesehen ist, Durchlässigkeiten $k_f > 1 \cdot 10^{-6}$ m/s aufweist. Dies ist bei den angetroffenen bindigen Böden nicht der Fall. Diese Böden können Wasser nur sehr langsam aufnehmen und wirken wasserstauend. In den kiesigen Verwitterungsböden des Massenkalks, die in den Bohrsondierungen BS 1, BS 2 und BS 7 angetroffen wurden, kann je nach Feinkornanteil (Korngröße $d < 0,063$ mm) eine Versickerung möglich sein. Hier ist die Versickerung neben dem Feinkornanteil von der Mächtigkeit des Aufwitterungsbodens und der Ausbildung (Klüftigkeit des unterlagernden Festgesteins) abhängig. Wir empfehlen daher, sofern eine Versickerungsanlage geplant ist, am Standort einen Versickerungsversuch durchzuführen, bei dem die Schürfgrube in den Aufwitterungshorizont des Weißjura einbinden muss. Nach Durchführung des Versickerungsversuches ist die weitere Vorgehensweise abzustimmen.

Alternativ ist Niederschlagswasser entweder in einer Zisterne mit einem Notüberlauf zu sammeln oder rückstaufrei in den Kanal abzuleiten. Eine Einleitung in den Kanal ist genehmigungspflichtig und mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Kann das Wasser nicht versickert werden, ist das Wasser entsprechend zu fassen und dauerhaft rückstaufrei abzuleiten. Eine Einleitung in den Kanal ist genehmigungspflichtig.

8 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untergrundverhältnisse im Baufeld wurden durch 7 Sondierbohrungen erkundet und unter Hinzuziehung der örtlichen Kenntnisse der geologischen Verhältnisse beschrieben und beurteilt. Wir weisen darauf hin, dass es sich bei den Untersuchungen um punktuelle Aufschlüsse handelt und Abweichungen vom hier beschriebenen Befund nicht ausgeschlossen werden können. Eine ständige und sorgfältige Kontrolle der bei den Erdarbeiten angetroffenen Verhältnisse und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten sind daher unerlässlich.

Sollten nach den endgültigen Planung die Kanalsohlen wesentlich tiefer liegen, als die hier erreichten Bohrtiefen liegen, schlagen wir ergänzende Baggerschürfe vor. Diese sollten vor der Ausschreibung der Baumaßnahme ausgeführt werden. Evtl. können ergänzende Schürfe mit den genannten Schluckversuchen im Bereich der Versickerungsanlagen verbunden werden.

Nach EC 7 ist spätestens bei Baubeginn vom Baugrundsachverständigen die Übereinstimmung der tatsächlichen Baugrundverhältnisse mit den Angaben des Gutachtens im Rahmen einer Sohlabnahme zu prüfen.

Für einzelne Bauwerke sind objektspezifische Gründungsgutachten anzufertigen.

Für die Geotechnik Aalen



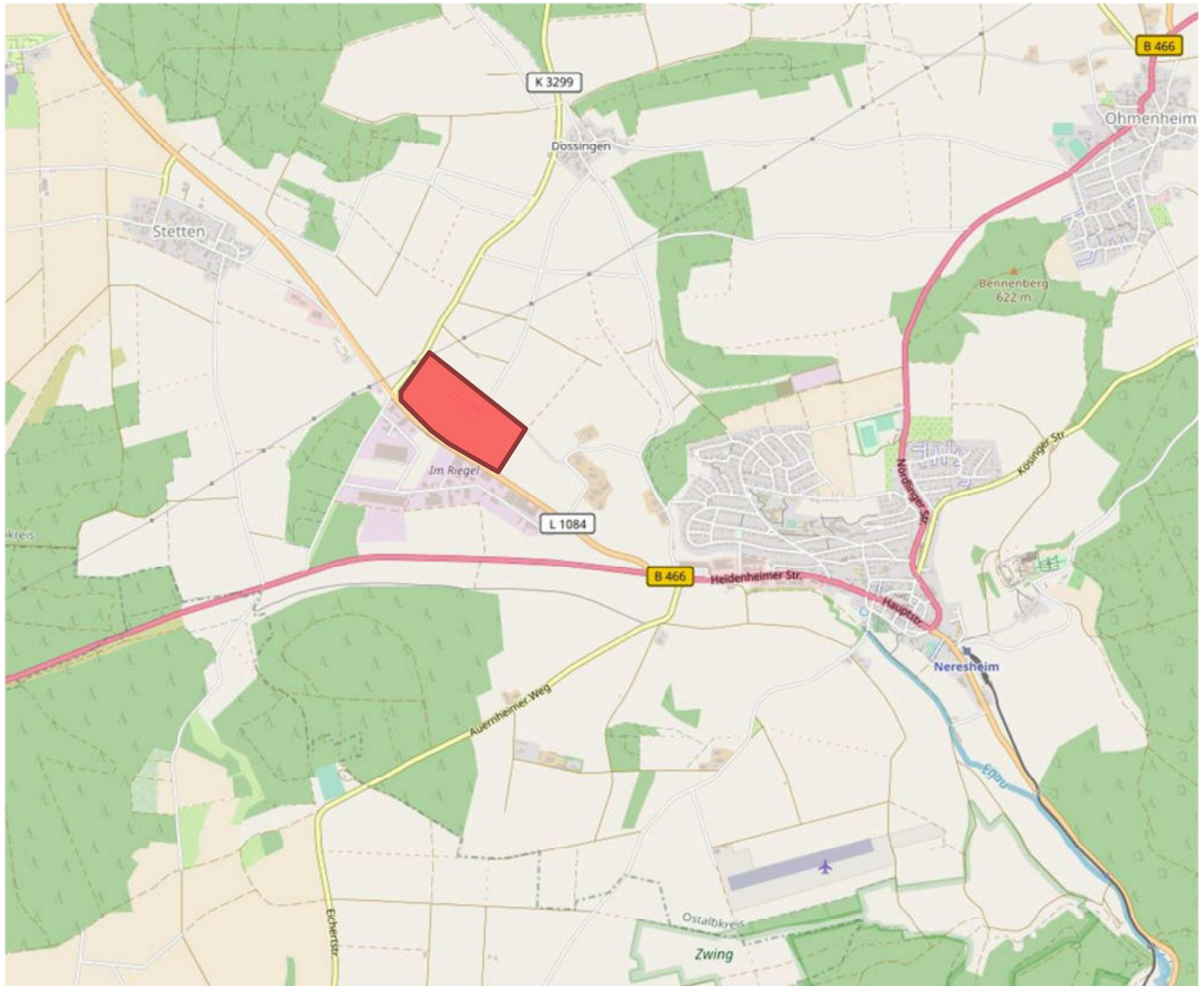
Dipl.- Geol. W. Höffner

Sachbearbeiter:


Dipl. - Ing. (FH) R. Wolter

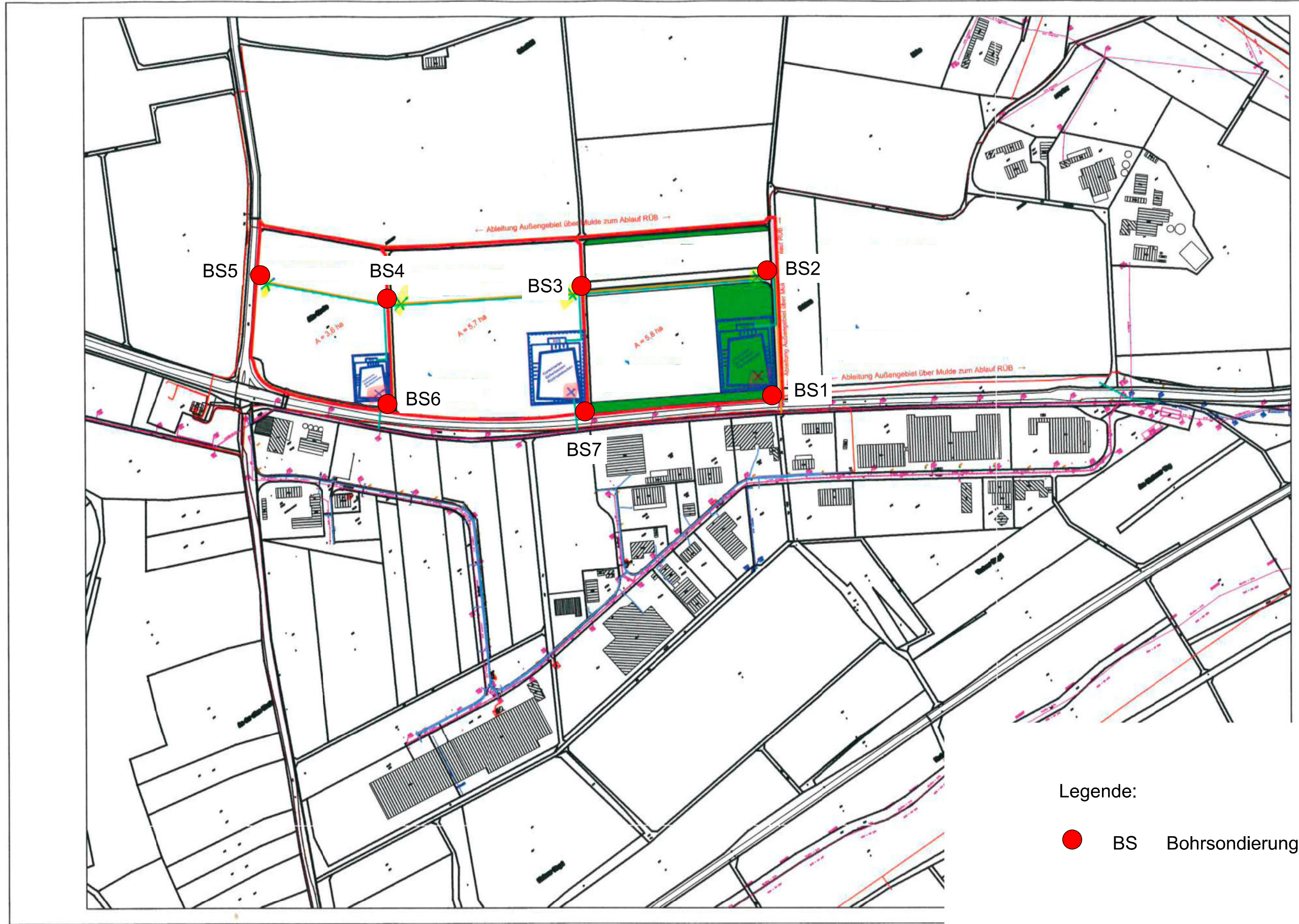
ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: OpenStreetMap
Gewerbegebietserschließung „Im Riegel“ in Neresheim



Legende:

 Untersuchungsgebiet

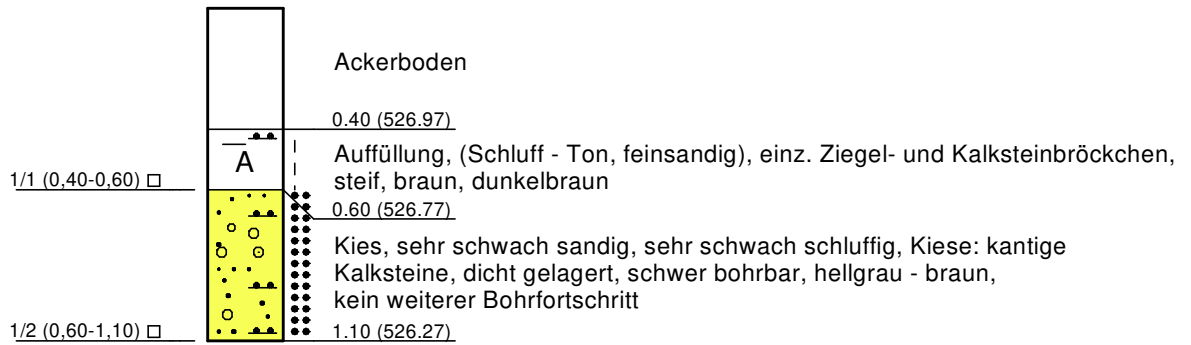


Legende:

● BS Bohrsondierung

BS 1

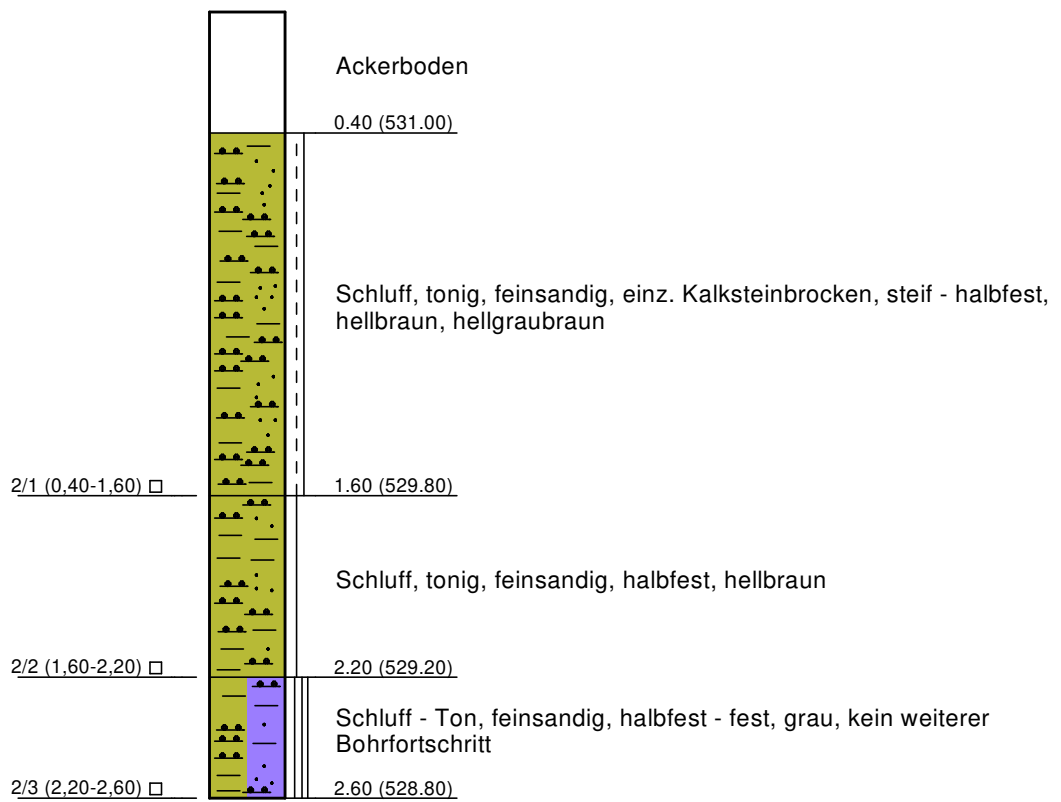
527,37 m NN



18.05.2020/M. Gecek/M 1: 25

BS 2

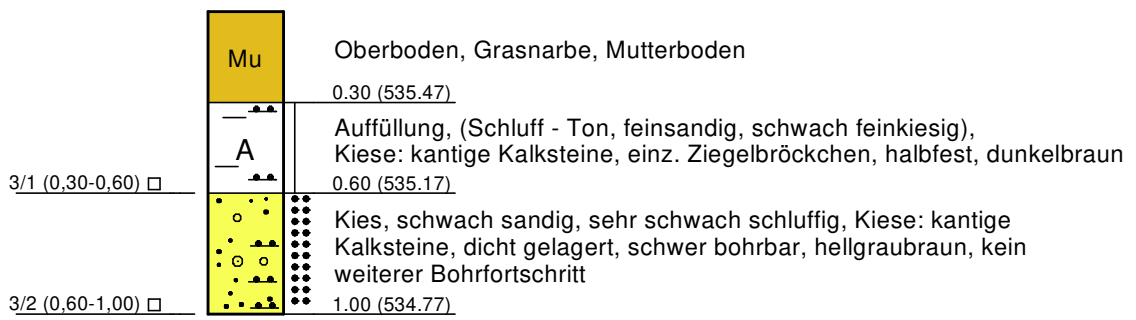
531,40 m NN



18.05.2020/M. Gecek/M 1: 25

BS 3

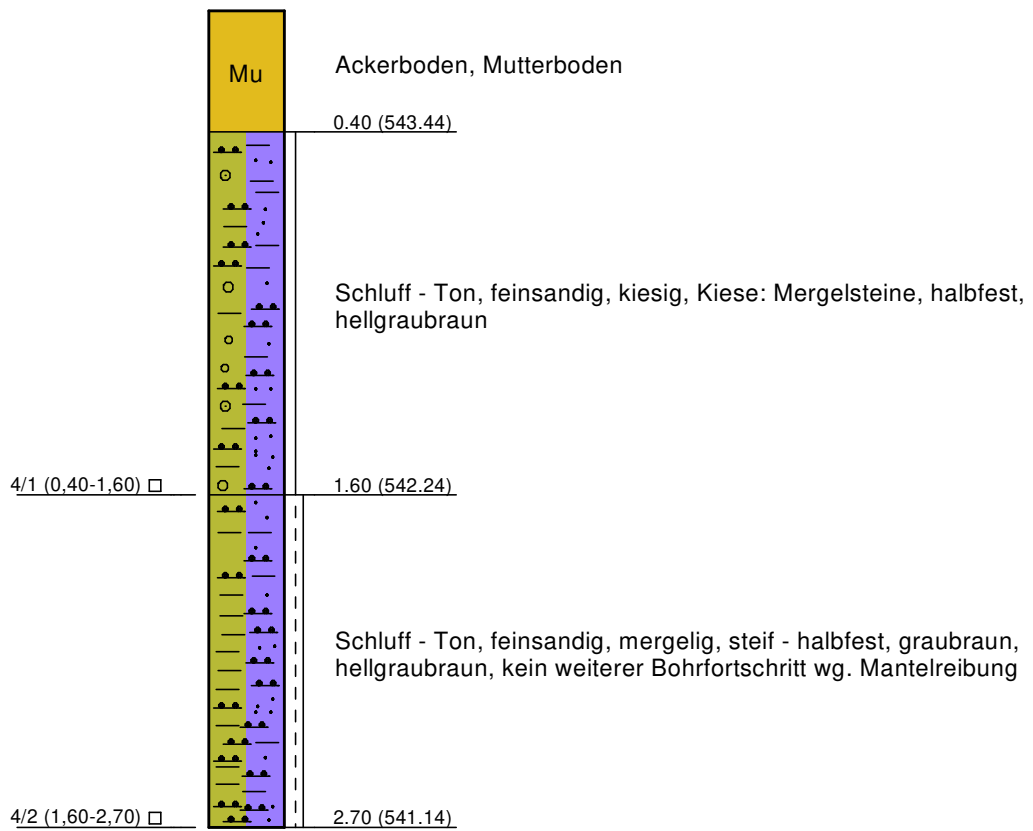
535,77 m NN



18.05.2020/M. Gecek/M 1: 25

BS 4

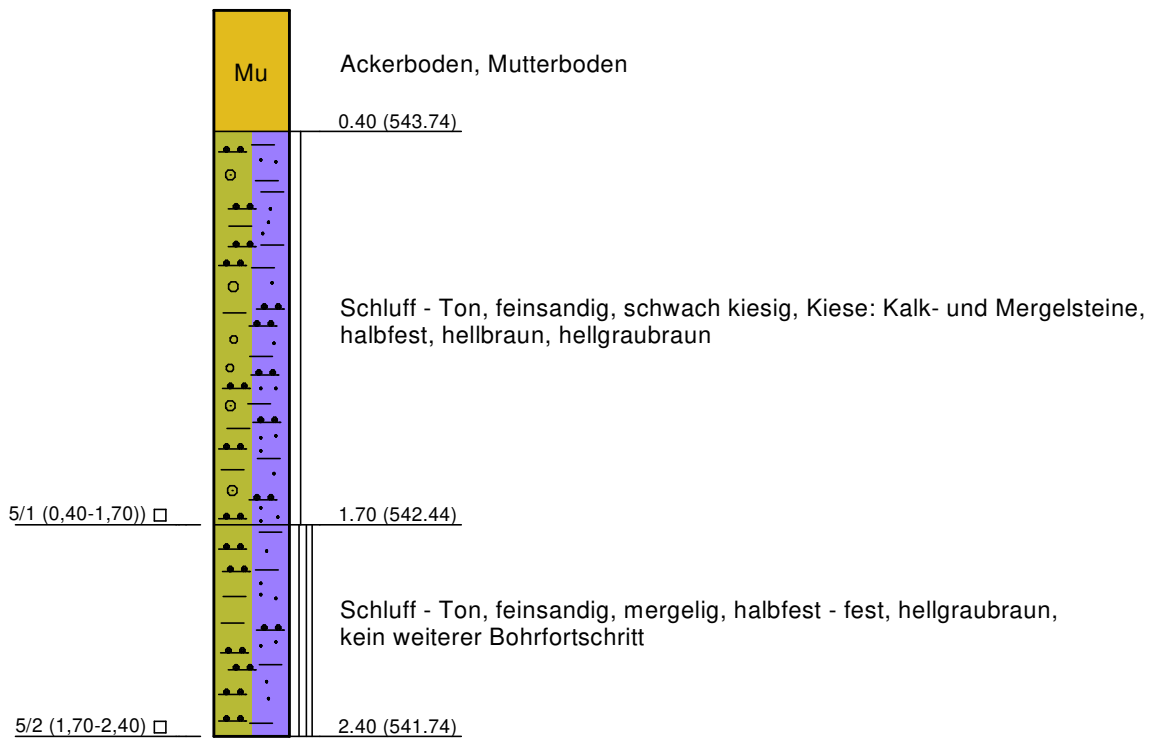
543,84 m NN



18.05.2020/M. Gecek/M 1: 25

BS 5

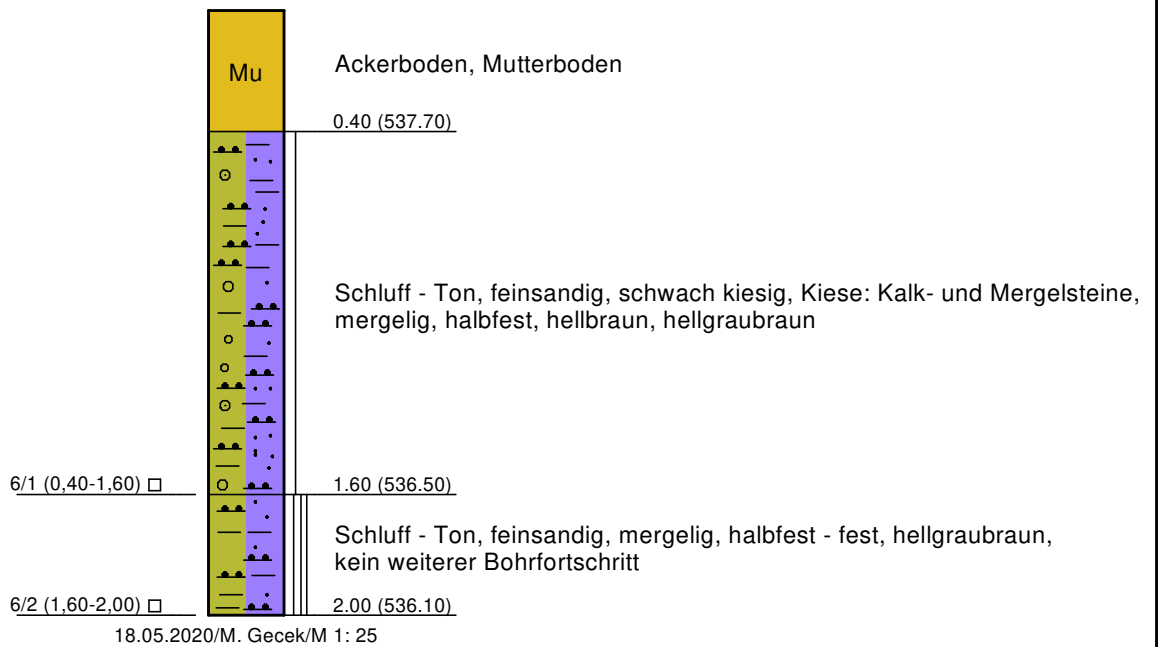
544,14 m NN



18.05.2020/M. Gecek/M 1: 25

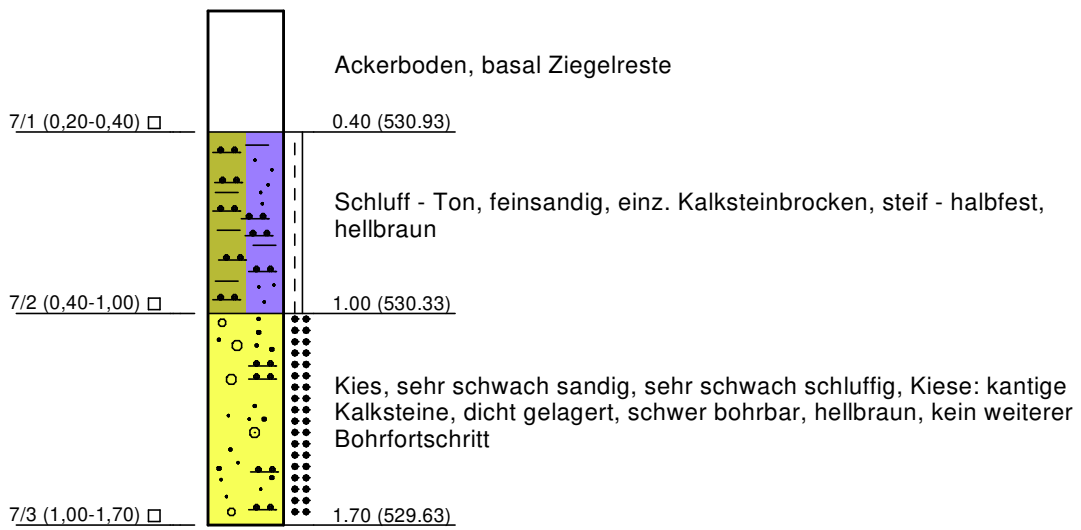
BS 6

538,10 m NN



BS 7

531,33 m NN



18.05.2020/M. Gecek/M 1: 25

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Gewerbegebieterschließung

"Im Riegel" in Neresheim

Bearbeiter: Ho

Datum: 28.05.2020

Prüfungsnummer: 01
 Entnahmestelle: BS 1 - BS 7
 Tiefe: siehe Anlage 2.0
 Bodenart: siehe Anlage 2.0
 Art der Entnahme: gestört
 Entnahme am: 18.05.20 durch Ge

Probenbezeichnung:	1/1	2/1	2/2	2/3	3/1
Feuchte Probe + Behälter [g]:	442.80	624.80	514.90	598.90	453.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	375.90	552.10	462.60	547.80	376.70
Behälter [g]:	109.90	111.00	109.90	123.90	114.30
Porenwasser [g]:	66.90	72.70	52.30	51.10	76.30
Trockene Probe [g]:	266.00	441.10	352.70	423.90	262.40
Wassergehalt [%]	25.15	16.48	14.83	12.05	29.08

Probenbezeichnung:	4/1	4/2	5/1	5/2	6/1
Feuchte Probe + Behälter [g]:	597.40	545.00	458.00	597.70	514.40
Trockene Probe + Behälter [g]:	541.80	477.50	414.90	535.60	461.00
Behälter [g]:	110.00	113.90	120.30	105.00	110.10
Porenwasser [g]:	55.60	67.50	43.10	62.10	53.40
Trockene Probe [g]:	431.80	363.60	294.60	430.60	350.90
Wassergehalt [%]	12.88	18.56	14.63	14.42	15.22

Probenbezeichnung:	6/2	7/1	7/2		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	559.50	512.00	554.00		
Trockene Probe + Behälter [g]:	510.50	435.30	499.00		
Behälter [g]:	115.00	109.60	113.80		
Porenwasser [g]:	49.00	76.70	55.00		
Trockene Probe [g]:	395.50	325.70	385.20		
Wassergehalt [%]	12.39	23.55	14.28		

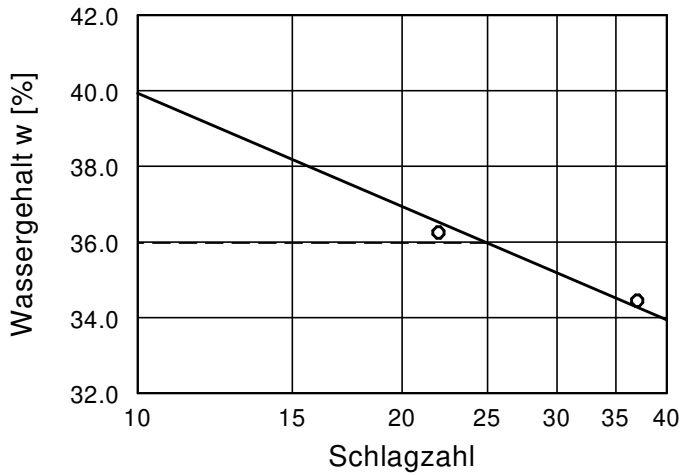
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Gewerbegebieterschließung
 "Im Riegel" in Neresheim

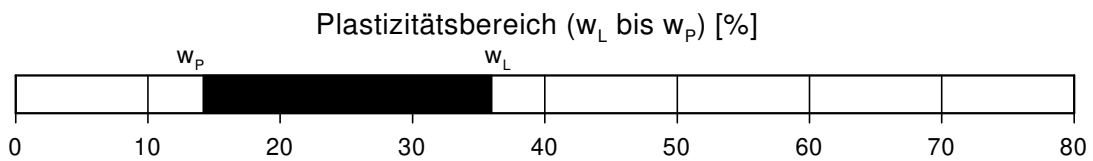
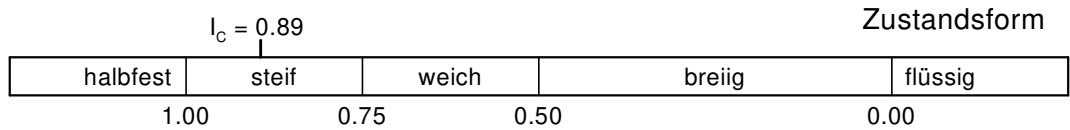
Bearbeiter: Ho

Datum: 29.05.2020

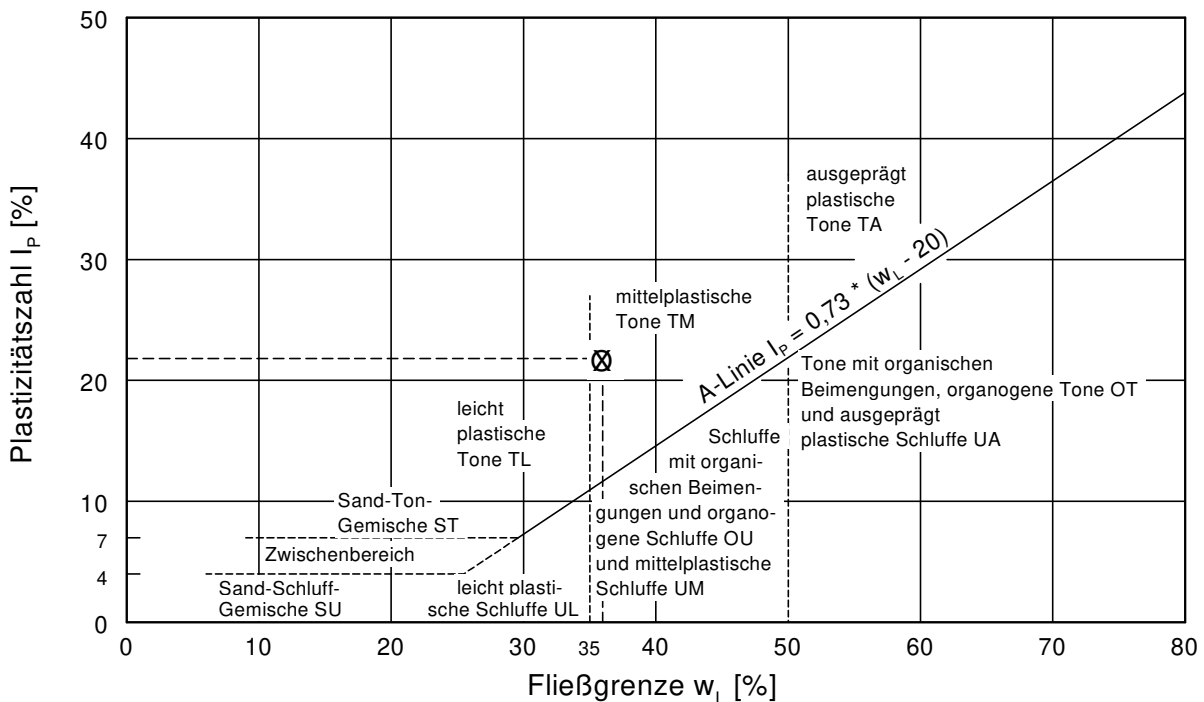
Prüfungsnummer: 2/1
 Entnahmestelle: BS 2
 Tiefe: 0,40 - 1,60 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Schluff, t, g [TL/TM]
 Entnahme: 18.05.2020 durch Ge



Wassergehalt $w = 16.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 36.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 14.2 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 21.8 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.89$



Plastizitätsdiagramm



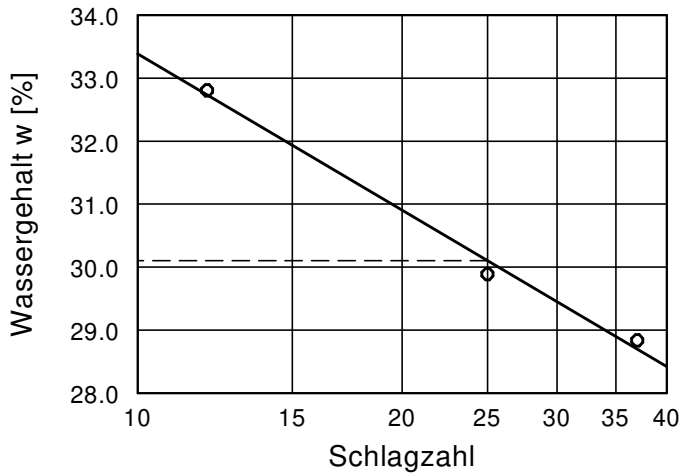
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Gewerbegebieterschließung
 "Im Riegel" in Neresheim

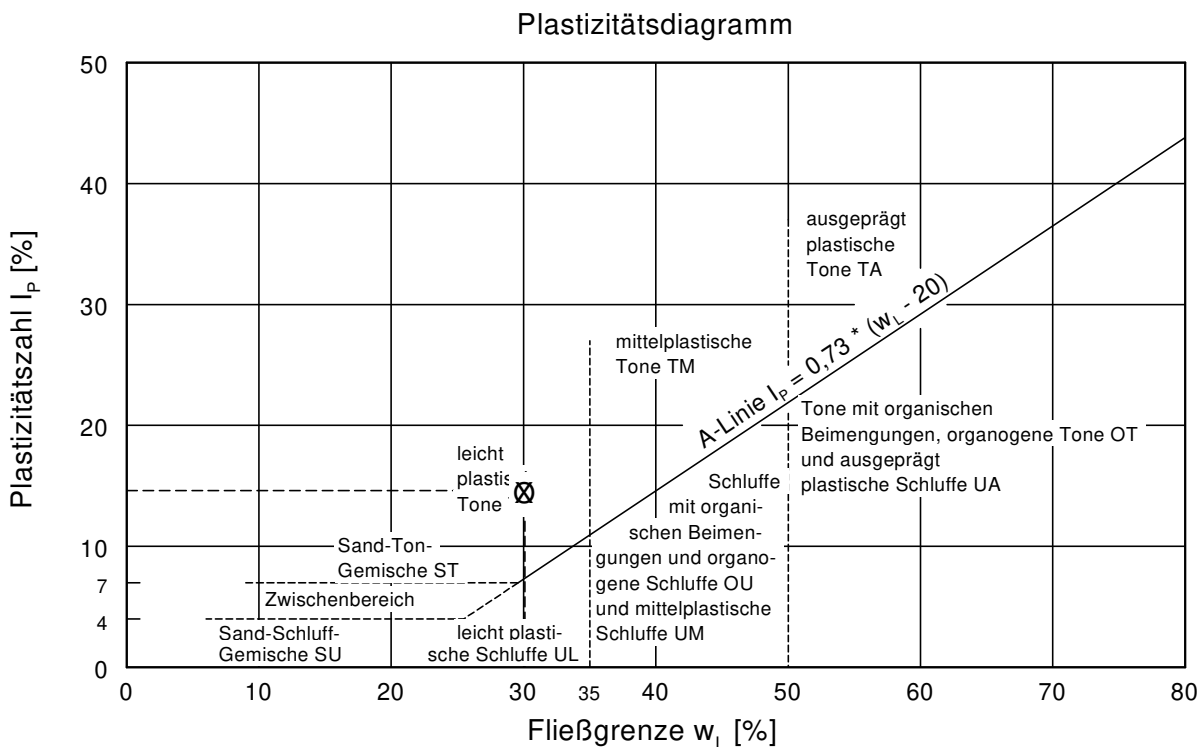
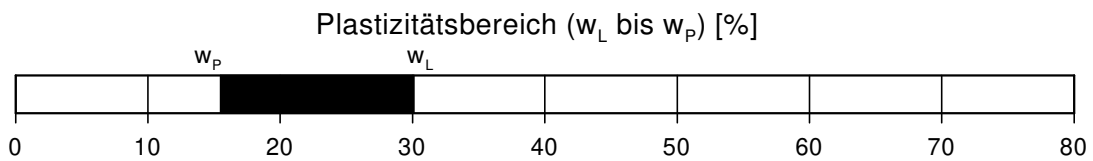
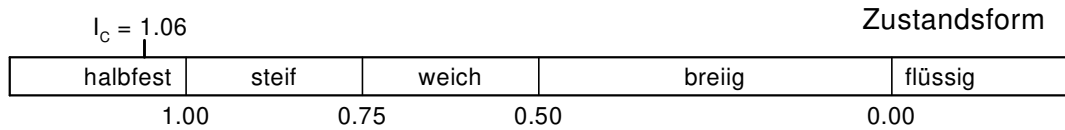
Bearbeiter: Ho

Datum: 29.05.2020

Prüfungsnummer: 5/1
 Entnahmestelle: BS 5
 Tiefe: 0,40 - 1,70 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Schluff-Ton, s, g [TL]
 Entnahme: 18.05.2020 durch Ge



Wassergehalt w =	14.6 %
Fließgrenze w_L =	30.1 %
Ausrollgrenze w_p =	15.5 %
Plastizitätszahl I_p =	14.6 %
Konsistenzzahl I_c =	1.06



BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

 Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bv@bv-analytik.de

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

 Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/4604	Datum:	03.06.2020
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG		
Projekt	: BG Im Riegel Neresheim		
Projekt-Nr.	: 20242		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Bohrung
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 18.05.2020	Probeneingang	: 28.05.2020
Originalbezeich.	: BS 4/1	Probenbezeich.	: 442/4604
Untersuch.-zeitraum	: 28.05.2020 – 03.06.2020		

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	89,5	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	3,3	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	4,2	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,15	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	21	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	5,6	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	13	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	14	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,95		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	50		DIN EN 27 888 : 1993
Metalle				
Arsen	[μ g/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[μ g/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Markt Rettenbach, den 03.06.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/4605	Datum:	03.06.2020
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt : BG Im Riegel Neresheim
 Projekt-Nr. : 20242
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Bohrung
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 18.05.2020 Probeneingang : 28.05.2020
 Originalbezeich. : BS 4/2 Probenbezeich. : 442/4605
 Untersuch.-zeitraum : 28.05.2020 – 03.06.2020

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	87,3	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	4,5	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	5,8	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,15	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	26	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	8,4	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	22	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	17	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,60		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	60		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[μ g/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[μ g/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Markt Rettenbach, den 03.06.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/4606	Datum:	03.06.2020
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt : BG Im Riegel Neresheim
 Projekt-Nr. : 20242
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Bohrung
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 18.05.2020 Probeneingang : 28.05.2020
 Originalbezeich. : BS 6/1 Probenbezeich. : 442/4606
 Untersuch.-zeitraum : 28.05.2020 – 03.06.2020

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	88,6	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	4	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	5,2	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,15	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	23	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	7,2	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	20	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	19	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,52		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	58		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[μ g/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[μ g/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

Markt Rettenbach, den 03.06.2020

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)



AKTENVERMERK NR. 01

Datum: 28.01.2021

Bearbeiter: W. Höffner, Dipl.-Geol. / Dipl.- Geol. M. Droll

Projekt: 20 242
Gewerbegebieterschließung „Im Riegel“ in Neresheim

Anlass: Ermittlung der wassergesättigten Durchlässigkeit der anstehenden Böden

Verteiler: Stadt Neresheim (Bernd.Wengert@neresheim.de)

VORGANG

Die Stadt Neresheim plant Niederschlagswässer vor Ort in einem Versickerungsbecken schadlos zu beseitigen. Die in die Versickerungsbecken eingeleitete Niederschlagswässer sollen über eine 0,3 m mächtige Oberbodenzone gereinigt und flächig über die Aushubsohle versickert werden.

Für die Dimensionierung der Versickerungsanlage müssen die Durchlässigkeiten der anstehenden Schichten ermittelt werden. Die Geotechnik Aalen wurde beauftragt, die oben aufgeführten Leistungen durchzuführen.

ERGEBNISSE

Zur direkten Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 20.01.2021 drei Schurfgruben angelegt. Die Endtiefe der Schurfgruben orientierte sich an der geplanten Sohlentiefe der Versickerungsanlage.

Der angetroffene Schichtenaufbau wurde ingenieurgeologisch und bodenmechanisch aufgenommen und entsprechend dokumentiert. Die erstellten Schichtenverzeichnisse sind dem Aktenvermerk in Anlage 2 beigefügt.

Schichtenaufbau

Im Einzelnen lässt sich der Schichtenaufbau folgendermaßen zusammenfassen:

Tabelle 1: Schichtenaufbau

Untersuchungspunkte	SCH 1	SCH 2	SCH 3
Geländehöhe	527,28	527,79	520,78
	Lage der Schichtunterkante in m unter Gelände		
Mutterboden bzw. Oberboden	0,30	0,30	0,20
Schluffig tonig, steif. Hanglehm	0,60*	0,60	-
Auffüllung: Schluff, tonig, kiesig, bindige Anteile steif	-	-	0,70
Kalkstein des Weißen Jura, plattig, klüftig Entfestigungsbereich der klüftigen Kalksteine	1,20*	1,20*	1,10*
* Bei den Erkundungsarbeiten erzielte Endtiefe. Entspricht nicht der Schichtunterkante.			

Nach den Ergebnissen der Tabelle 1 wird der Untergrund im Untersuchungsgebiet an den SCH 1 und SCH 2 durch oberflächennahe bindige Hanglehme aufgebaut, die vom Verwitterungsprofil des Weißen Jura unterlagert werden (vgl. Schichtenprofile in Anlage 2 und Fotodokumentation in Anlage 5). An SCH 3 lagern Auffüllungen auf dem Verwitterungsprofil des Weißen Jura.

Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten wurde in den Schurfgruben kein Grundwasser angetroffen.

Versickerungsversuche

Am 20.01.2021 wurde an den Schurfgruben SCH 1 bzw. SCH 2 in 12 bzw. 15 Minuten jeweils rd. 3.500 Liter Wasser eingefüllt, um wassergesättigte Verhältnisse in den anstehenden Böden zu erreichen. Nach 40 bzw. 34 Minuten war das eingeleitete Wasser vollständig versickert.

Über den Versickerungszeitraum wurde an SCH 1 bzw. an SCH 2 eine wassergesättigte Durchlässigkeit von $3,3 \cdot 10^{-4}$ m/s bzw. $3,4 \cdot 10^{-4}$ m/s berechnet (vgl. Anlage 5). Diese Durchlässigkeit gilt für



den Verwitterungsbereich der Kalksteine des Weißen Jura. Die bindigen Hanglehme weisen eine deutlich geringere Durchlässigkeit auf.

An SCH 3 wurde innerhalb von 15 Minuten rd. 3.500 Liter Wasser eingefüllt. Der Versickerungsversuch wurde nach rd. 60 Minuten Versickerung beendet. Nach Abschluß der Messungen wurde die Schurfgrube entleert und wieder verschlossen. Für den Verwitterungsbereich der Kalksteine des Weißen Jura wurde die wasserungesättigte Durchlässigkeit mit $2,1 \cdot 10^{-4}$ m/s berechnet (vgl. Anlage 5).

BEWERTUNG

Nach DWA-A 138 sollten die wassergesättigten Durchlässigkeiten der für die Versickerung vorgesehenen Böden zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Während die qualitative Bewertung der Niederschläge von nichtmetallischen Dachflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten als unbedenklich eingestuft wird, werden Niederschlagsabflüsse von Dachflächen in sonstigen Gewerbe- und Industriegebieten als tolerierbar angesehen. Tolerierbare Niederschlagsabflüsse können nach geeigneter Vorbehandlung oder unter Ausnutzung der natürlichen Reinigungsprozesse in die Versickerungsanlage eingespeist werden. Dies bedeutet, dass die Niederschlagswässer nach geeigneter Vorbehandlung oder unter Ausnutzung der natürlichen Reinigungsprozesse versickert werden können.

Die Versickerungsanlage wäre mit einem wassergesättigten Durchlässigkeitsbeiwert für den Verwitterungsbereich der Kalksteine des Weißen Jura von

$$2,9 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

zu dimensionieren.



Die DWA-A 138 gibt für die Belebt-Boden-Passage eine Durchlässigkeit von $\geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s vor. Damit ist die wassergesättigte Durchlässigkeit der Belebt-Boden-Passage limitierend für die Versickerungsleistung im Verwitterungsbereich der Kalksteine des Weißen Jura.

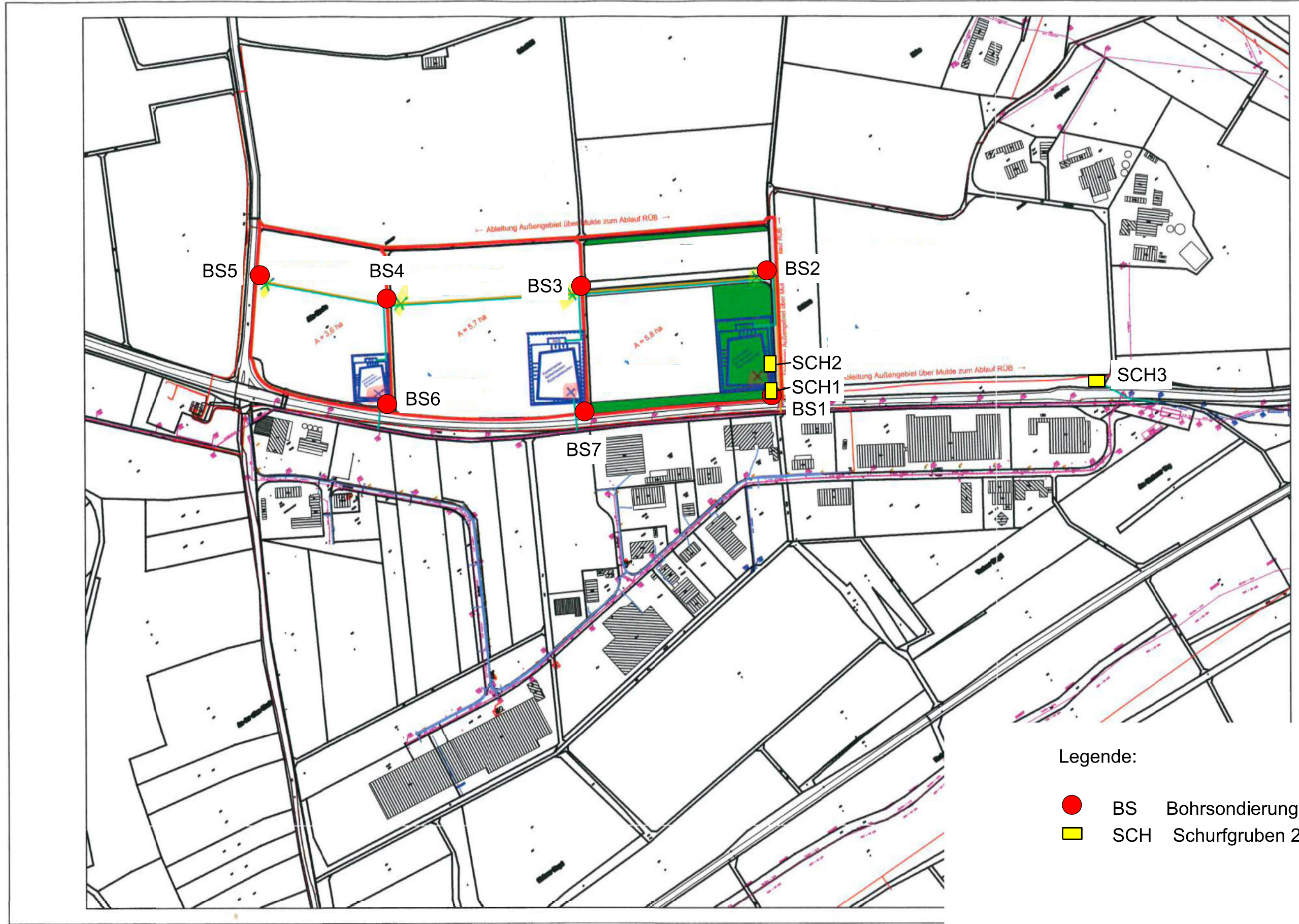
Für die Geotechnik Aalen:

Dipl.-Geol. W. Höffner

Sachbearbeiter:

Dipl.-Geol. M. Droll

- Anlage:
1. Lageplan (1 Seite)
 2. Schichtenprofil (3 Seiten)
 3. Ganglinien (3 Seite)
 4. Auswertung Schluckversuch (3 Seite)
 5. Fotodokumentation (2 Seiten)

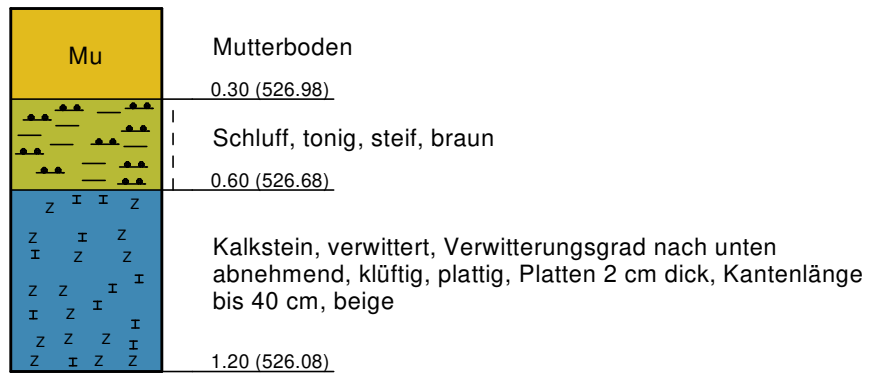


Legende:

- BS Bohrsondierung
- SCH Schurfgruben 2021

SCH 1

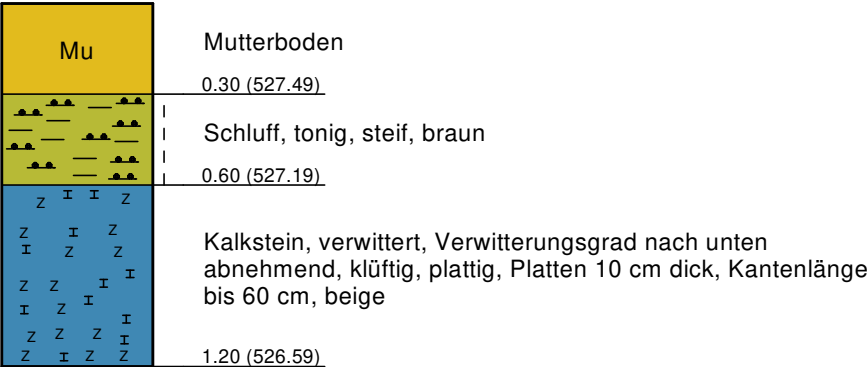
527,28 m NN



20.01.2021/M. Droll/M 1: 25

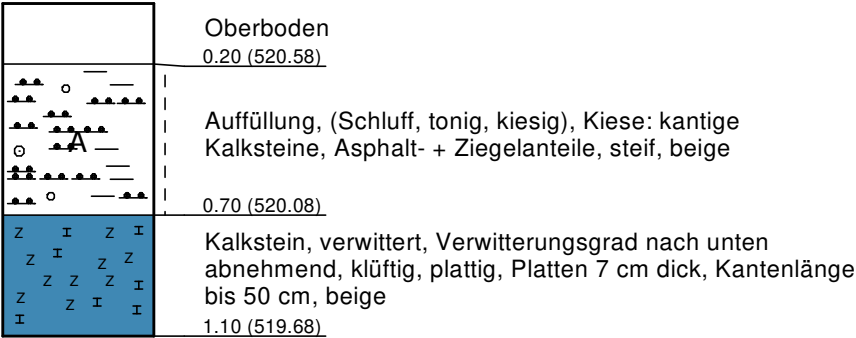
SCH 2

527,79 m NN

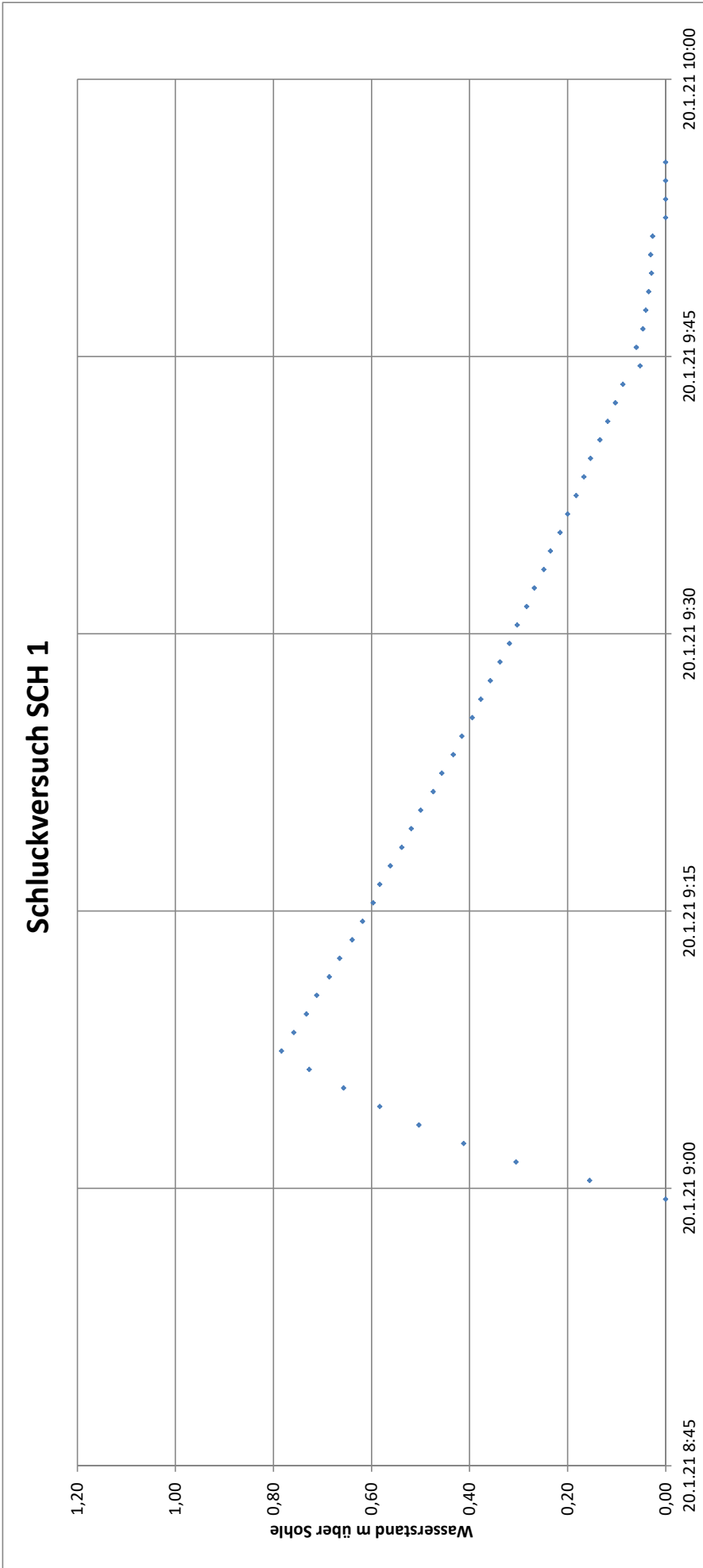


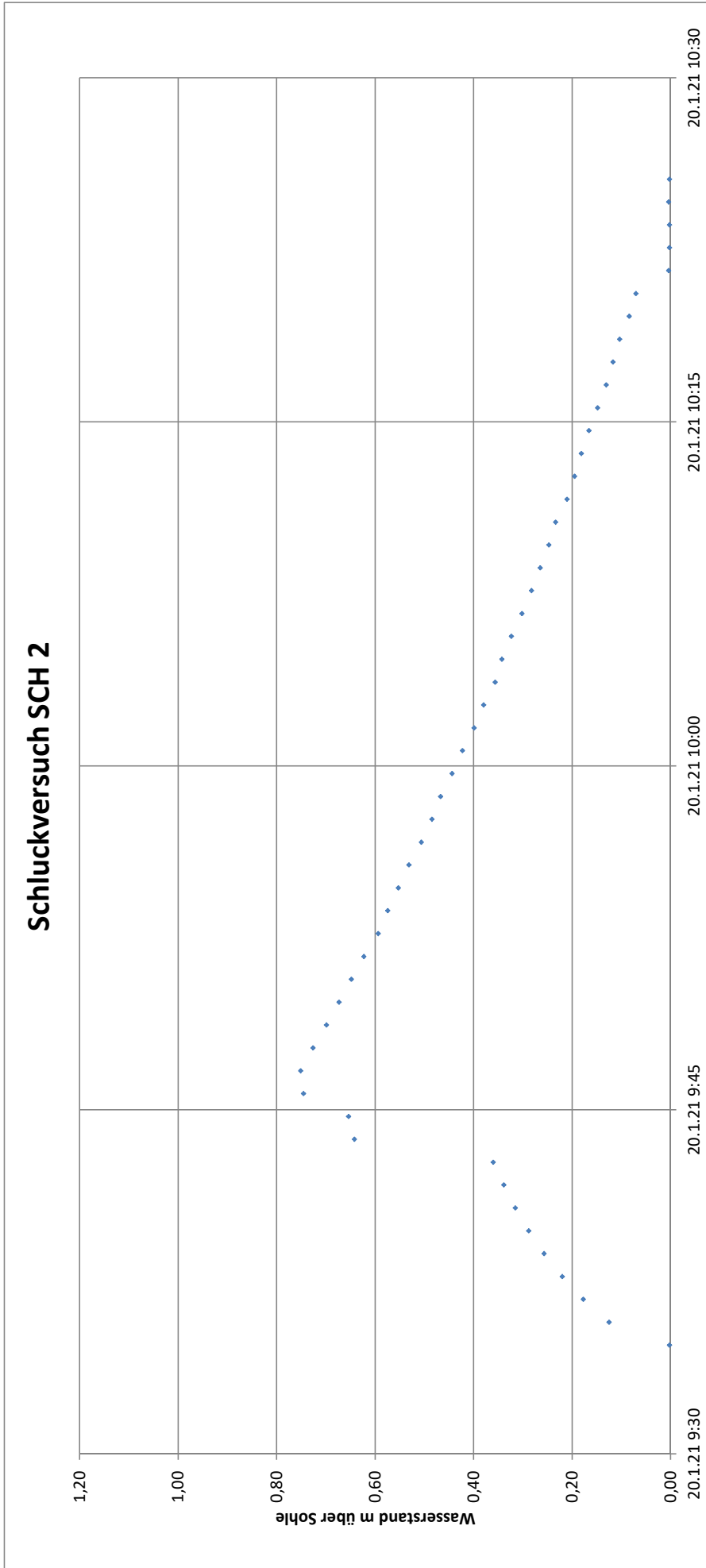
SCH 3

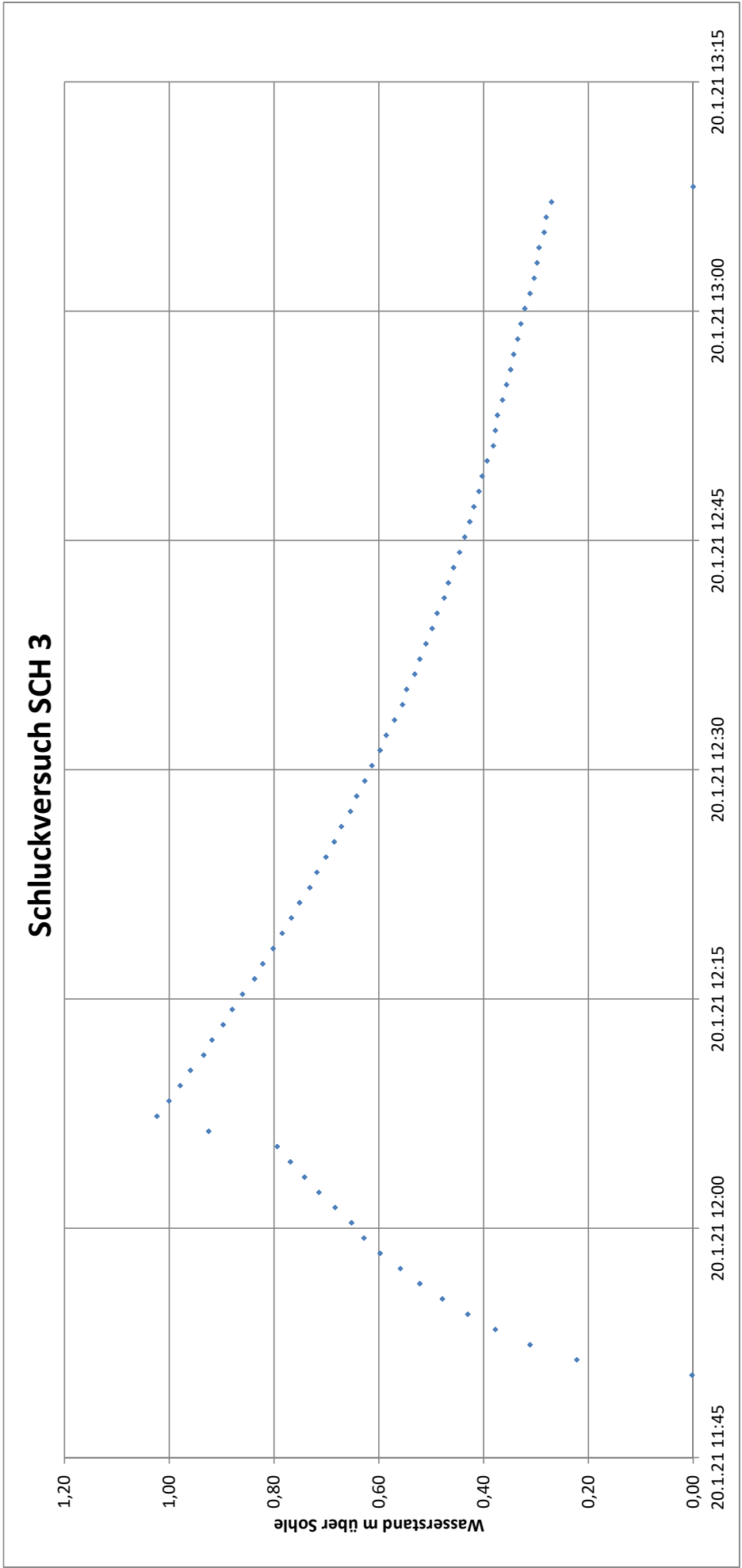
520,78 m NN



20.01.2021/M. Droll/M 1: 25









Durchführung eines Sickerstests bei oberflächiger Versickerung

Antragsteller: Stadt Neresheim _____

Fl.Nr.: 597, 599 _____ Gemarkung: Neresheim _____

Lage der Schürfgrube (ggf. Handskizze): vgl. Lageplan SCH 1 _____

Abmessungen der Schürfgrube (Tiefe, Sohlfläche): 1,2 m, ca. 2,6 m² _____

wurde Grundwasser erschlossen: ... nein, ... ja, Tiefe bei _____ m unter GOK

Kurze Beschreibung des Bodens:

... Kies, _____ (grobkörnig, feinkörnig, sandig, tonig)

... Sand, _____ (grobkörnig, feinkörnig, tonig)

... Ton, _____ (ggf. sandig)

... eigene Beschreibung vgl. Schichtenprofil _____


Wasserstand in der Grube zu Beginn der Messung: _____ 0,78 m über Sohle

Ablesung nach	Absenkbetrag	Ablesung nach	Absenkbetrag
15 min	32 cm	15 min	cm
30 min	28 cm	30 min	cm
45 min	leer	45 min	cm
60 min		60 min	cm
Mittlere Absenkung über Versuchszeit		30,0 cm / 15 min	
kf-Wert		3,3*10 ⁻⁴ m/s	

Schlussfolgerung: versickerungsrelevanter Bereich nach DWA A 138 (1*10⁻³ und 1*10⁻⁶ m/s)

ja ... nein

Sickertest veranlasst, überwacht und durchgeführt: Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG, Robert Bosch Str. 59, 73431 Aalen

Aalen, 27.01.2021 _____ 

Ort, Datum

Unterschrift



Durchführung eines Sickerstests bei oberflächiger Versickerung

Antragsteller: Stadt Neresheim _____

Fl.Nr.: 597, 599 _____ Gemarkung: Neresheim _____

Lage der Schürfgrube (ggf. Handskizze): vgl. Lageplan SCH 2 _____

Abmessungen der Schürfgrube (Tiefe, Sohlfläche): 1,2 m, ca. 2,8 m² _____

wurde Grundwasser erschlossen: ... nein, ... ja, Tiefe bei _____ m unter GOK

Kurze Beschreibung des Bodens:

... Kies, _____ (grobkörnig, feinkörnig, sandig, tonig)

... Sand, _____ (grobkörnig, feinkörnig, tonig)

... Ton, _____ (ggf. sandig)

... eigene Beschreibung vgl. Schichtenprofil _____

Wasserstand in der Grube zu Beginn der Messung: _____ 0,75 m über Sohle

Ablesung nach	Absenkbetrag	Ablesung nach	Absenkbetrag
15 min	35 cm	15 min	cm
30 min	27 cm	30 min	cm
45 min	leer	45 min	cm
60 min		60 min	cm
Mittlere Absenkung über Versuchszeit		31,0 cm / 15 min	
kf-Wert		3,4*10 ⁻⁴ m/s	

Schlussfolgerung: versickerungsrelevanter Bereich nach DWA A 138 (1*10⁻³ und 1*10⁻⁶ m/s)

ja ... nein

Sickertest veranlasst, überwacht und durchgeführt: Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG, Robert Bosch Str. 59, 73431 Aalen

Aalen, 27.01.2021 _____ 

Ort, Datum

Unterschrift



Durchführung eines Sickerstests bei oberflächiger Versickerung

Antragsteller: Stadt Neresheim _____

Fl.Nr.: 597, 599 _____ Gemarkung: Neresheim _____

Lage der Schürfgrube (ggf. Handskizze): vgl. Lageplan SCH 3 _____

Abmessungen der Schürfgrube (Tiefe, Sohlfläche): 1,1 m, ca. 2,2 m² _____

wurde Grundwasser erschlossen: ... nein, ... ja, Tiefe bei _____ m unter GOK

Kurze Beschreibung des Bodens:

... Kies, _____ (grobkörnig, feinkörnig, sandig, tonig)

... Sand, _____ (grobkörnig, feinkörnig, tonig)

... Ton, _____ (ggf. sandig)

... eigene Beschreibung vgl. Schichtenprofil _____

Wasserstand in der Grube zu Beginn der Messung: _____ 1,02 m über Sohle

Ableitung nach	Absenkbetrag	Ableitung nach	Absenkbetrag
15 min	29 cm	15 min	cm
30 min	21 cm	30 min	cm
45 min	14 cm	45 min	cm
60 min	11 cm	60 min	cm
Mittlere Absenkung über die Versuchszeit		18,8 cm / 15 min	
kf-Wert		2,1*10 ⁻⁴ m/s	

Schlussfolgerung: versickerungsrelevanter Bereich nach DWA A 138 (1*10⁻³ und 1*10⁻⁶ m/s)

ja ... nein

Sickerstest veranlasst, überwacht und durchgeführt: Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG, Robert Bosch Str. 59, 73431 Aalen

Aalen, 27.01.2021 _____ 

Ort, Datum

Unterschrift



Anlage 5: Fotodokumentation:
Schurfgruben



SCH 1: Schurfgrube



SCH 1: Einleitung von rd. 3.500 Liter in SCH 1



SCH 1: Versickerung nach 30 Minuten



SCH 2: Schurfgrube



SCH 2: Einleitung von rd. 3.500 Liter in SCH 2



SCH 2: Versickerung nach 30 Minuten



SCH 3: Schurfgrube



SCH 3: Nach der Einleitung von rd. 3.500 Liter in SCH 3