

BAUGRUND
GRUNDBAU
UMWELTGEOTECHNIK
SPEZIALTIEFBAU
HYDROGEOLOGIE

**UNTERSUCHUNGSBERICHT
ZUR VERSICKERUNG**

Projekt-Nr. 1234.19

14.04.2021

Bauvorhaben: Denklingen – Erschließung / Baugebiet
„Hinterberg“

Auftraggeber: Gemeinde Denklingen
Rathausplatz 1
86920 Denklingen

Planung: Steinbacher-Consult
Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG
Richard-Wagner-Str. 6
D - 86356 Neusäß

INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines	3
1.1	Vorgang und Veranlassung.....	3
2	Verwendete Unterlagen	3
3	Feld- und Laboruntersuchungen	4
4	Ergebnisse der Untersuchungen.....	6
4.1	Schichtenfolge	6
4.1.1	Schicht 1: Oberboden	6
4.1.2	Schicht 2: Auffüllungen	7
4.1.3	Schicht 3: Quartäre Kiessande.....	7
5	Hydrogeologische Verhältnisse.....	11
6	Bewertung der Ergebnisse	11

ANLAGEN

Anlage 1:	Lagepläne
Anlage 2:	Geotechnischer Profillängsschnitt
Anlage 3:	Bohr- und Schürfprofile, Schichtenverzeichnisse
Anlage 4:	Bodenmechanische Laborversuche
Anlage 5:	Sickerversuche
Anlage 6:	Protokoll Kampfmittelfreimessung

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Bohrungen im Untersuchungsbereich
Tabelle 2:	Baggerschürfe im Untersuchungsbereich
Tabelle 3:	Erkundete Oberböden im Untersuchungsbereich
Tabelle 4:	Erkundete Quartäre Kiessande im Untersuchungsbereich
Tabelle 5:	Siebanalysen der Quartären Kiessande
Tabelle 6:	Durchlässigkeit der Quartären Kiessande

1 Allgemeines

1.1 Vorgang und Veranlassung

Die Gemeinde Denklingen plant die Erschließung des Baugebietes „Hinterberg“ im Westen der Ortschaft Denklingen. Dort soll nördlich der bestehenden Bebauung von Am Vogelherd und der Menhofer Str. eine verkehrsberuhigte Wohnstraße mit beidseitiger Bebauung entstehen und an bestehende Straßen angeschlossen werden.

Unsere Geotechnikum Ingenieurgesellschaft wurde mit Datum vom 11.09.2019 von der Gemeinde Denklingen beauftragt eine Baugrunduntersuchung durchzuführen und in einem geotechnischen Bericht zu den Untergrundverhältnissen und zur hydrogeologischen Situation Stellung zu nehmen.

In Anlehnung an die Empfehlung aus unserem geotechnischen Bericht, im Zuge der weiteren Planungen gezielt die Versickerungsverhältnisse nochmals zu überprüfen, wurden wir am 13.01.2021 von der Gemeinde Denklingen beauftragt, die Versickerungsverhältnisse auf dem Grundstück, entlang der Erschließungsstraße ergänzend zu erkunden. Im Folgenden Bericht liegt somit der wesentliche Inhalt auf der Erkundung der Durchlässigkeitsverhältnisse mittels Feld- und Laborversuchen. Für die bautechnischen Klassifizierungen sowie für die Hinweise und Erläuterungen zu den angetroffenen Schichten wird auf die Ausführungen in [U1] verwiesen.

Zur Untersuchung der Untergrundverhältnisse wurden Bohrungen und Baggerschürfe für Versickerungsversuche durchgeführt. Im vorliegenden Untersuchungsbericht werden die Erkundungsergebnisse dargestellt beschreiben und beurteilt.

2 Verwendete Unterlagen

Für die Erstellung dieses Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

[U1] Geotechnischer Bericht, Geotechnikum Ingenieurgesellschaft mbH, 28.11.2019

3 Feld- und Laboruntersuchungen

Zur ergänzenden Erkundung des Untergrundes wurden im Zeitraum vom 12.02.2021 bis 14.04.2021 die folgenden Untersuchungen durchgeführt.

a) Bohrungen

Art: Aufschlussbohrungen, nach DIN EN 22475-1, Ø 178 mm

Tabelle 1: Bohrungen im Untersuchungsbereich

Bohrung	Ausführung	Höhe Gelände ca. [m NHN]	Tiefe ca. [m]	Bemerkung
B 1	12.02.2021	717,27	10,0	
B 2	16.02.2021	714,19	10,0	

Anzahl: 2 Stück
Bohrprofile und
Schichtenverzeichnisse: siehe Anlage 3
Ansatzpunkte: siehe Anlage 1

b) Schürfe

Art: Baggerschürf

Tabelle 2: Baggerschürfe im Untersuchungsbereich

Schürf	Ausführung	Höhe Gelände ca. [m NHN]	Tiefe ca. [m]	Bemerkung
SCH 1	26.02.2021	718,45	2,5	mit Sickertest
SCH 2	26.02.2021	717,93	2,15	mit Sickertest
SCH 3	26.02.2021	717,22	2,6	mit Sickertest
SCH 4	26.02.2021	716,98	2,9	mit Sickertest
SCH 5	26.02.2021	716,21	3,25	mit Sickertest
SCH 6	26.02.2021	715,72	2,1	mit Sickertest
SCH 7	26.02.2021	714,39	3,1	mit Sickertest
SCH 8	26.02.2021	712,57	1,9	mit Sickertest

Anzahl: 8 Stück
Schürfprofile und
Schichtenverzeichnisse: siehe Anlage 3
Ansatzpunkt: siehe Anlage 1

Das mit Hilfe der Aufschlussbohrungen und Schürfe gewonnene Bohrgut wurde im Feld nach DIN EN 14688 (DIN 4022) angesprochen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bodenansprache wurden aus definierten Teufenabschnitten insgesamt 39 Baugrundproben (38 x 5l Eimer 1 x 1l Becher) gewonnen.

c) Einmessen der Untersuchungspunkte

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden höhenmäßig durch uns eingemessen. Bei der Vermessung wurde ein System zur GNSS-basierten Positionsbestimmung genutzt.

d) Durchgeführte Feld- und Laboruntersuchungen

An den insgesamt 39 entnommenen Bodenproben wurden nachfolgende bodenmechanische Laboruntersuchungen durchgeführt:

Durchgeführte Versuche	Anzahl
------------------------	--------

Bodenmechanische Laborversuche:

Bodenansprache nach DIN EN 14688-1:	39
Siebanalyse (Sieb-Schlämmanalyse) nach DIN 18123	8
Durchlässigkeiten nach SEILER / BEYER	8
Bodenmechanische Laborversuchsergebnisse:	siehe Anlage 4

Feldversuche:

Sickertests in den Schürfen:	8
Ergebnisse der Feldversuche :	siehe Anlage 5

f) Kampfmittelfreimessung

Vor Beginn der Feldarbeiten wurden die Ansatzpunkte auf Kampfmittel untersucht und freigegeben, siehe Anlage 6.

4 Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Schichtenfolge

Der lithologische Aufbau des Untergrundes wurde im Untersuchungsgebiet annähernd wie in [U1] beschreiben festgestellt. Die Schicht 2 (Auffüllungen) wurde bei diesen Untersuchungen nicht angetroffen.

- Schicht 1: Oberboden
 Schicht 2: Auffüllungen (hier nicht angetroffen)
 Schicht 3: Quartäre Kiessande

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die ausgeführten Aufschlüsse nur punktförmig über den Baugrund Aufschluss geben können. Der genaue Umfang mit Klassifizierungen ergibt sich erst im Zuge der Bauarbeiten. Daneben lassen sich allgemeine Schichtober- bzw. Schichtunterkanten nicht angeben, da die Schichtgrenzenverläufe unregelmäßig, entsprechend den Ablagerungsprozessen sind. Genauer lassen sich die Schichtgrenzen nur an den einzelnen Bohrprofilen bestimmen.

4.1.1 Schicht 1: Oberboden

In allen Aufschlüssen wurde eine Oberbodenschicht erkundet. Der nachfolgenden Tabelle kann ihre Unterkante sowie die Mächtigkeit entnommen werden.

Tabelle 3: Erkundete Oberböden im Untersuchungsbereich

Aufschluss- Bez.	Unterkante Oberboden unter Ansatz ca. [m]	Mächtigkeit Oberboden ca. [m]	OK Oberboden ca. [mNHN]	UK Oberboden ca. [mNHN]
B 1	0,3	0,3	717,27	716,0
B 2	0,3	0,3	714,19	713,9
SCH 1	0,2	0,2	718,45	718,2
SCH 2	0,2	0,2	717,93	717,7
SCH 3	0,3	0,3	717,22	716,9
SCH 4	0,2	0,2	716,98	716,8
SCH 5	0,3	0,3	716,21	715,9
SCH 6	0,2	0,2	715,72	715,5
SCH 7	0,2	0,2	714,39	714,2
SCH 8	0,2	0,2	712,57	712,4

Im Gelände wurde dieser Boden nach DIN 4022 meist als schwach sandiger bis sandiger, Schluff mit zum Teil organischen Beimengungen (z.B. Wurzelresten oder Grasnarbe) angesprochen. Die Konsistenz des Oberbodens wurde als überwiegend weich bis steif und steif beschrieben. Nähere Einzelheiten zum Oberboden können den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in Anlage 3 entnommen werden.

4.1.2 Schicht 2: Auffüllungen

Diese Schicht wurde mit den hier ausgeführten Aufschlüssen nicht erkundet

4.1.3 Schicht 3: Quartäre Kiessande

Unterhalb der Schicht 1 wurden die Quartären Kiessande aufgeschlossen. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht der Tiefen und Mächtigkeiten der in den Aufschlüssen erkundeten quartären Kiese im Untersuchungsbereich.

Tabelle 4: Erkundete Quartäre Kiessande im Untersuchungsbereich

Aufschluss	OK quartäre Kiese unter Ansatz ca. [m]	OK quartäre Kiese unter Ansatz ca. [mNHN]	UK quartäre Kiese unter Ansatz ca. [m]	UK quartäre Kiese unter Ansatz ca. [mNHN]	Mächtigkeit ca. [m]
B 1*	0,3	716,0	>10,0	<707,3	>9,7
B 2*	0,3	713,9	>10,0	704,2	>9,7
SCH 1*	0,2	718,2	>2,5	<715,9	>2,3
SCH 2*	0,2	717,7	>2,15	<715,8	>2,2
SCH 3*	0,3	716,9	>2,6	<714,6	>2,3
SCH 4*	0,2	716,8	>2,9	<714,1	>2,7
SCH 5*	0,3	715,9	>3,25	<713,0	>2,9
SCH 6*	0,2	715,5	>2,1	<713,6	>1,9
SCH 7*	0,2	714,2	>3,1	<711,3	>2,9
SCH 9*	0,2	712,4	>1,9	710,7	>1,7

*Unterkannte nicht erreicht

Bei den Quartären Kiessanden handelt es sich nach der fachtechnischen Ansprache nach DIN 4022 um sandige und schwach schluffige bis schluffige Kiese mit schwach steinigen bis steinigen Nebenteilen. Unregelmäßig verteilt in den Quartären Kiessanden wurden 0,2-0,4 m mächtige Sandlagen angetroffen. Anhand der Verteilung der sandigen Zonen innerhalb der Quartären Kiessande wird für die Sandlagen auf kleinräumige, linsenförmige Einschlüsse in den Quartären

Kiessanden geschlossen. Nähere Einzelheiten zu den quartären Kiesen können den Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in Anlage 3 entnommen werden.

Die Ergebnisse der Korngrößenverteilung nach DIN 18123-5 an 8 Proben aus den quartären Kiessanden kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

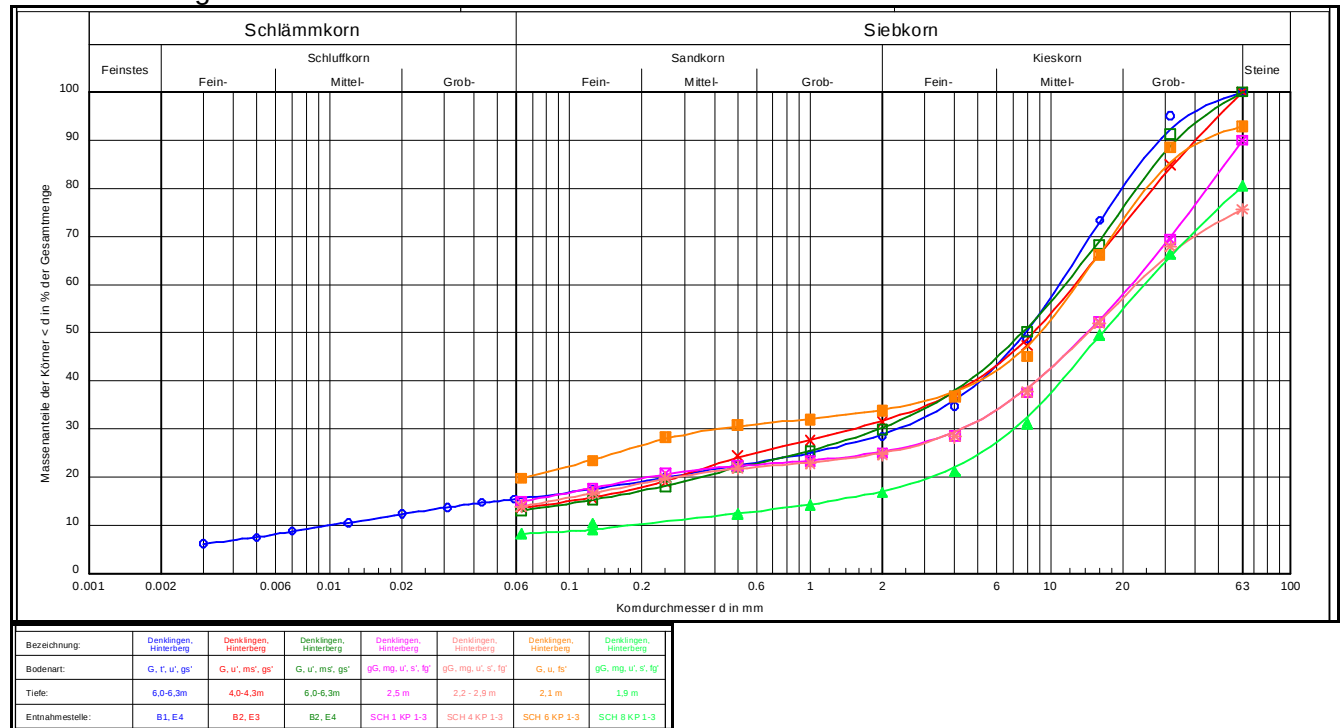
Tabelle 5: Siebanalysen der Quartären Kiessande

Schicht 3: Quartäre Kiessande						
Untersuchungsergebnis an ausgewählten Stichproben, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Schicht erfasst.						
Bohrung / Probe	Tiefe unter GOK [m]	Feinstkornanteil $\varnothing < 0,002 \text{ mm}$ [Gew.-%]	Feinkornanteil $\varnothing > 0,002 \text{ mm}$ $< 0,063 \text{ mm}$ [Gew.-%]	Sandkornanteil $\varnothing > 0,063 \text{ mm}$ $\varnothing < 2 \text{ mm}$ [Gew.-%]	Kieskornanteil $\varnothing > 2 \text{ mm}$ $\varnothing < 63 \text{ mm}$ [Gew.-%]	Steine $\varnothing > 63 \text{ mm}$ [Gew.-%]
B 1, E4	6,0-6,3	4,2	11,3	13,0	71,5	
B 1, E6*	8,2-8,5	4,2	34,7	60,4	0,7	
B 2, E3	4,0-4,3	-	13,6	17,9	68,5	
B 2, E4	6,0-6,3	-	13,0	16,9	70,1	
SCH 1, KP1-3	2,5	-	14,9	10,1	65,0	10,0
SCH 4, KP1-3	2,2-2,9		13,9	10,8	50,9	24,4
SCH 6, KP1-3	2,1		19,8	14,0	59,1	7,1
SCH 8, KP1-3	1,9		8,2	8,6	63,7	19,5

*Sandlage

Die quartären Kiese zeigen ablagerungsbedingt meist eine gebänderte Struktur mit erfahrungsgemäß des Öfteren auftretenden Rollkieslagen und Steineinlagerungen. Ebenso können stark sandige Schichten, lehmige Kiespartien sowie Schluff- und Sandlinsen angetroffen werden. In der nachfolgenden Graphik sind die Körnungslinien der einzelnen Laborproben (ohne Sandprobe aus B 1) dargestellt. Die Körnungslinien bewegen sich dabei innerhalb eines vergleichsweise schmalen Körnungsbandes und deuten für die Kiesböden auf eine geringe bis mittlere Schwankungsbreite hin (ausgenommen linsenförmige Einlagerungen).

Bild 1: Körnungslinien Kiesböden



Eine Abschätzung der Durchlässigkeiten anhand der Korngrößenanalyse nach dem Verfahren von SEILER / BEYER und nach den Sickerversuchen in den Schürfen kann für die untersuchten Proben der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 6: Durchlässigkeit der Quartären Kiessande

Schicht 3: Quartäre Kiese			
Untersuchungsergebnis an einer ausgewählten Stichprobe, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Schicht erfasst.			
Probenbezeichnung	Tiefe m u. GOK	Durchlässigkeiten ca. k [m/s]	Bemerkungen
B 1, E4	6,0-6,3	8×10^{-3}	Abschätzung aus der Korngrößenverteilung SEILER
B 1, E6	8,2-8,5	7×10^{-8}	Sandprobe Abschätzung aus der Korngrößenverteilung BEYER
B 2, E3	4,0-4,3	2×10^{-3}	Abschätzung aus der Korngrößenverteilung SEILER
B 2, E4	6,0-6,3	6×10^{-3}	Abschätzung aus der Korngrößenverteilung SEILER
SCH 1, KP1-3	2,5	3×10^{-2}	Abschätzung aus der Korngrößenverteilung SEILER
SCH 4, KP1-3	2,2-2,9	3×10^{-2}	Abschätzung aus der Korngrößenverteilung SEILER
SCH 6, KP1-3	2,1	3×10^{-4}	Abschätzung aus der Korngrößenverteilung SEILER
SCH 8, KP1-3	1,9	2×10^{-1}	Abschätzung aus der Korngrößenverteilung SEILER
SCH 1	2,5	9×10^{-4}	Sickerversuch in der Schürfsohle
SCH 2	2,15	8×10^{-4}	Sickerversuch in der Schürfsohle

Schicht 3: Quartäre Kiese Untersuchungsergebnis an einer ausgewählten Stichprobe, die jedoch nicht die volle Schwankungsbreite aller anstehenden Böden dieser Schicht erfasst.			
Probenbezeichnung	Tiefe m u. GOK	Durchlässigkeiten ca. k [m/s]	Bemerkungen
SCH 3	2,6	5×10^{-4}	Sickerversuch in der Schürfssole
SCH 4	2,9	2×10^{-3}	Sickerversuch in der Schürfssole
SCH 5	3,25	2×10^{-3}	Sickerversuch in der Schürfssole
SCH 6	2,1	9×10^{-4}	Sickerversuch in der Schürfssole
SCH 7*	3,1	1×10^{-3}	Sickerversuch in der Schürfssole
SCH 8	1,9	1×10^{-3}	Sickerversuch in der Schürfssole

*Sandlage in der Schürfssole

Aus den insgesamt 15 ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten in den kiesigen Böden liegt der minimale Durchlässigkeitsbeiwert k bei ca. 5×10^{-4} m/s und der maximale Durchlässigkeitsbeiwert k bei ca. 2×10^{-1} m/s. Die Schwankungsbreite zwischen den einzelnen Werten widerspiegelt damit die allgemeinen Erfahrungswerte für Durchlässigkeiten innerhalb von Schmelzwasserschottern. In Laborproben mit höheren Steinanteilen ergibt die Abschätzung der Durchlässigkeitsbeiwerte aus der Körnungslinie erfahrungsgemäß höhere Durchlässigkeitsbeiwerte. Dies ist im Wesentlichen auf Steinanteilbedingte Massen- und Siebdurchgangsanteile zurück zu führen.

Ein mittlerer Wert aus den Ergebnissen der Durchlässigkeitsbeiwertschätzungen lässt sich mit ca.

$$k = 2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

angeben. Darin nicht berücksichtigt sind Ergebnisse aus der Sandprobe in B 1 und die Ergebnisse aus den Proben mit erhöhten Steinanteilen aus den Schürfen SCH 1, 4, 8.

5 Hydrogeologische Verhältnisse

Mit den Untersuchungen wurde in keinem Aufschluss Grundwasser festgestellt. Im Weiteren verweisen wir hierzu auch auf die Ausführungen in [U1].

Bindige Zwischenschichten, auf welchen es zur Ausbildung von Stauhorizonten kommen kann, wurden im Zuge dieser Untersuchungen in den Tiefen, in denen üblicherweise Versickerungen stattfinden, nicht angetroffen. Die untersuchte, verlehmt Sandlage in der Bohrung B 1 zeigt zwar eine geringe Durchlässigkeit an, jedoch wurde eine solche Schicht erst in einer Tiefe von ca. 8 m unter Bohransatzpunkt und nur in einer Bohrung festgestellt. Die Schichtdicke dieser Schicht ist mit ca. 0,6 m gering. Wir gehen aufgrund unserer Erfahrungen von einer begrenzten, linsenförmigen verlehmtten, sandigen Einlagerung aus. Eine andere Sandlage in der Schürfssole von SCH 7 zeigte bei der Ausführung des Sickerversuches keine Auswirkungen z.B. in Form eines geringeren k -Wertes.

6 Bewertung der Ergebnisse

Die Überprüfung der Durchlässigkeit erbrachte für die überprüften Böden mittlere Durchlässigkeitsbeiwerte in der ungesättigten Bodenzone in einer Größe von ca. 1×10^{-3} m/s. Damit ist nach DIN 18 130-1:1998-5 von einer sehr hohen Durchlässigkeit der anstehenden Böden auszugehen. Eine Versickerung ist damit im Untersuchungsbereich technisch nach den Angaben gemäß DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138 möglich. Kleinstäumige Zonen mit geringerer Durchlässigkeit können mit den üblichen Versickerungseinrichtungen von Dezentralen Versickerungsanlagen (z.B. Mulden, Sickerschächte, Sickerrigolen) durchfahren oder überbrückt werden.

Für die Dimensionierung empfehlen wir von einem Wert von $k = 5 \times 10^{-4}$ m/s in der ungesättigten Bodenzone auszugehen. Verminderungen der Sickerfähigkeit infolge Schwebstoffzusetzungen sind dabei nicht berücksichtigt.

Die Untersuchungen des tieferen Untergrunds zeigten keine Bodenschichten an, welche nach unserer Auffassung zu einem Aufstau bzw. zu einer Beeinflussung benachbarter Grundstücke führen werden. Geringer durchlässige Sandlagen (vgl. B1) oder Konglomerat-Schichten liegen nach unserer Einschätzung nicht als über weite Strecken undurchlässige Schichten vor. Diese geringer durchlässigen Zonen sind in den Untersuchungen unregelmäßig, teilweise in größeren Tiefen und von geringer Schichtdicke festgestellt worden.

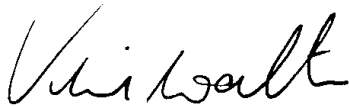
Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den ausgeführten Aufschlüssen und Feldversuchen um stichprobenartige Untersuchungen handelt und zwischen den Aufschlussstellen bzw. Probenahmestellen Abweichungen von den festgestellten Ergebnissen auftreten können.

Insgesamt wird auf der Grundlage der Art und des Umfangs der ausgeführten Untersuchungen das Restrisiko für Abweichungen der Versickerungsfähigkeit des Untergrunds großflächig im Baugebiet als gering eingeschätzt.

In allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist unser Büro einzuschalten. Unser Büro ist auch von etwaigen wesentlichen Planungsänderungen gegenüber dem Stand bei Erstellung dieses Berichts zu verständigen, soweit Arbeiten zur Versickerung betroffen sind.

Dieser Bericht umfasst 12 Seiten und 6 Anlagen
Augsburg, den 14.04.2021

Geotechnikum
Ingenieurgesellschaft mbH



Dipl.-Ing. J. Kieseewalter