

Stadtverwaltung Geislingen
Stadtbauamt
Schloßgasse 7
73312 Geislingen/Steige

Anerkannt nach RAP Stra 15 für
• Baustoffeingangsprüfungen
• Eignungsprüfungen
• Fremdüberwachungsprüfungen
• Kontrollprüfungen
• Schiedsuntersuchungen
in den Bereichen
A, BB, BE, D, F, G, H, I

Sachverständige für Geotechnik

Sach- und Fachkunde für Probenahme nach LAGA PN 98

Gutachten-Nr.: 21K0133

Projekt Nr.: 21 / 59239 - 190

Datum: 21.06.2021

Erweiterung Gewerbepark Türkheim
Baugrundgutachten

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	3
1.1	Vorgang	3
1.2	Planungsgebiet	3
1.3	Unterlagen	3
2.	Feld- und Laboruntersuchungen	3
2.1	Felduntersuchungen.....	3
2.2	Laboruntersuchungen	4
3.	Beurteilung der Baugrundverhältnisse	4
3.1	Geologischer Überblick	4
3.2	Boden- und Untergrundbeschreibung.....	4
3.2.1	Deckschichten.....	4
3.2.2	Felszersatz.....	5
3.2.3	Untere Massenkalk.....	5
3.3	Hydrogeologische Verhältnisse	5
3.4	Umwelttechnische Untersuchungen	5
3.5	Bodenklassen nach DIN 18300:2012	5
3.6	Homogenbereich nach DIN 18300:2016.....	6
3.7	Erdbebenzone nach DIN EN 1998 – 1/NA.....	7
3.8	Bodenkennwerte	7
4.	Bautechnische Empfehlungen	8
4.1	Straßenbau	8
4.1.1	Frostsicherer Straßenoberbau.....	8
4.1.2	Anforderungen an die Verdichtung.....	9

Dieses Gutachten umfasst **12** Seiten und **14** Anlagen. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig. Die untersuchten Proben werden ohne besondere Absprache nicht aufbewahrt. Dem Untersuchungsauftrag liegen unsere Geschäftsbedingungen und unsere jeweils gültige LHO zugrunde. Unsere Datenschutzhinweise finden Sie unter <https://ifm-dr-schellenberg.de/datenschutz>.

4.1.3	Stabilisierung des Planums	9
4.2	Kanalbau	10
4.2.1	Gründung der Kanäle	10
4.2.2	Kanalgrabenverbau und Wasserhaltung	10
4.2.3	Kanalgrabenverfüllung	10
4.3	Versickerung	11
5.	Verfasser	12

ANLAGEN

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Geologischer Schnitt
Anlage 3.1 – 3.5	Zusammenstellung und Einzelergebnisse der bodenmechanischen Versuche
Anlage 4.1 – 4.7	Ergebnisse Sickerversuche

1. Allgemeines

1.1 Vorgang

Die Stadt Geislingen plant die Erschließung eines Baugebiets bei Türkheim. Durch die IFM Dr. Schellenberg, Leipheim GmbH & Co. KG (nachfolgend IFM Leipheim) wurde bereits im Jahr 2018 für die Erschließungsflächen eine umwelttechnische Untersuchung durchgeführt. Im vorliegenden Fall wurde das IFM Leipheim mit dem Schreiben vom 27.11.2020 auf Grundlage des Angebots 11190t04 vom 25.11.2020 beauftragt, eine Baugrunderkundung und geotechnische Beratung für diese Maßnahme durchzuführen.

1.2 Planungsgebiet

Nach den vorliegenden Planunterlagen ist die Erschließung eines rund 7,4 Hektar großen Gewerbegebiets bei Türkheim auf den Flurstücken 921, 922, 937 und 955 geplant. Die Erschließungsstraße verläuft im Norden von der Straße „Im Leintal“ kommend, bogenförmig in Richtung Süden, durch eine weitere Abbiegung in Richtung Osten bis hin zur Straße „Hagenäcker“. Im Süden des Gewerbegebiets ist darüber hinaus ein Versickerungsbecken vorgesehen. Die Untersuchungsflächen werden derzeit landwirtschaftlich genutzt und liegen auf den Untersuchungsstellen auf einer Höhe zwischen 707,1 mNN im Norden und 692,4 mNN im Süden.

1.3 Unterlagen

Zur Bearbeitung des Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Digitale Geologische Karte 1:50.000 (GeoLA GK 50), Kartenviewer des LGRB, Zugriff 2021
- [2] Lageplan Variante 1, Erweiterung des „Gewerbeparks Schwäbische Alb“ in Türkheim, Maßstab 1:1.000, IB Wassermüller, Ulm, 2020, übermittelt mit E-Mail vom 17.11.2020
- [3] IFM Gutachten 18K0264 vom 02.10.2018 (umwelttechnische Stellungnahme)

2. Feld- und Laboruntersuchungen

2.1 Felduntersuchungen

Zur ergänzenden Erkundung des Baugrunds wurden am 30.03.2021 bauseits 9 Baggerschürfe angelegt und von einem Baugrundgutachter des IFM Leipheim fachtechnisch aufgenommen. Mit den Schürfe gruben wurden Tiefen zwischen 1,6 m und 2,6 m erreicht. Die Schürfe mussten aufgrund der anstehenden Kalksteine in den jeweiligen Endtiefen eingestellt werden, da ein Lösen der Kalksteinschollen nicht mehr möglich war. In den Schürfen SCH 1, SCH 3, SCH 4, SCH 5, SCH 6, SCH 8 und SCH 9 wurden Eingießversuche zur direkten Ermittlung der Sickerfähigkeit der anstehenden Böden durchgeführt. Die Untersuchungspunkte wurden im Zuge der Feldarbeiten nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkte diente der Schachtdeckel 42021200, dessen Höhe in [2] mit 705,78 mNN angegeben ist.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist dem beigefügten Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen. Die Anlage 2 enthält einen geologischen Schnitt mit den Ergebnissen der Schürfe. Der in Anlage 2 dargestellte geologische Schnitt ist eine Interpretation des Schichtenverlaufes anhand der punktwise durchgeführten Baugrunderkundungen. Abweichungen zwischen den Erkundungspunkten können nicht ausgeschlossen werden und müssen auf der Baustelle durch die örtliche Bauaufsicht überprüft werden. Bei größeren Abweichungen gegenüber den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen ist der Baugrundgutachter zu verständigen.

2.2 Laboruntersuchungen

Zur Bestimmung der Bodenkennwerte und Festlegung der Homogenbereiche wurden im Labor folgende Versuche durchgeführt.

- 6 Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18121
- 3 Korngrößenverteilungen nach DIN 18123
- 1 Bestimmungen der Zustandsgrenzen und Konsistenzermittlung nach DIN 18122

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen wurden in den nachfolgenden Abschnitten eingearbeitet. In Anlage 3 sind eine Zusammenstellung und die Einzelergebnisse der bodenmechanischen Versuchsergebnisse enthalten. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den Ergebnissen um Versuchswerte handelt, von denen Abweichungen möglich sind.

3. Beurteilung der Baugrundverhältnisse

3.1 Geologischer Überblick

Nach Angaben der Geologischen Karte und unseren Erkenntnissen aus [3], stehen im Planungsgebiet unterhalb des Mutterbodens Verwitterungsschichten und Schichten der Unteren Massenkalk an. Bereichsweise werden die Verwitterungsschichten (Felszersatzschichten) von Deckschichten überlagert.

3.2 Boden- und Untergrundbeschreibung

3.2.1 Deckschichten

Mit allen Untersuchungen außer den Schürfen SCH 6-21 und SCH 7-21 wurden unter der Mutterbodenaufgabe natürliche Deckschichten aufgeschlossen, die bis in Tiefen zwischen 0,7 m und 1,5 m unter GOK reichen. Die Dicke der Deckschichten variiert stark. Die Deckschichten setzen sich aus schwach tonigen, sandigen Schluffen, schwach sandigen, tonigen Schluffen und schwach sandigen, schluffigen Tonen in weicher bis steifer Konsistenz zusammen. Bereichsweise können die Schichten geringe Kalksteinanteile aufweisen. Im Labor wurden an 5 Einzelproben aus den Deckschichten Wassergehalte zwischen rund 22 % und 41,2 % ermittelt. Bei einer Probe aus SCH 4-21 ergab sich bei einem Wassergehalt von 24,9 % eine steife Konsistenz ($I_c = 0,79$). Für eine Probe aus SCH 8-21 wurde ein Schlämmkorngehalt von 89,7 % bei einem Tongehalt von 21,2 % ermittelt. Die Deckschichten sind überwiegend den Bodengruppen TL, TM und TA zuzuordnen.

Die Deckschichten sind größtenteils kompressibel und weisen eine geringe Scherfestigkeit auf. Sie sind in der vorliegenden Wechselfolge aus weichen, weich bis steifen und steifen Böden nur gering tragfähig und zur Aufnahme von maßgebenden Bauwerklasten ohne Sondermaßnahmen nicht geeignet. Sie sind als gering bis mittel und sehr frostempfindlich (F 2, F 3) einzustufen. Weiterhin sind sie ausgeprägt wasserempfindlich (aufweichgefährdet). Insgesamt sind diese Böden als meist schwach bis sehr schwach durchlässig einzustufen. Für eine Wiederverwertung wäre eine Verbesserung mit Bindemittel erforderlich. Wir raten im vorliegenden Fall aufgrund der hohen Steinanteile innerhalb der Felszersatzschichten von einer Bindemittelverbesserung ab. Bei Ramm- oder Rüttelarbeiten kann in den Deckschichten von geringen Eindringwiderständen ausgegangen werden.

3.2.2 Felszersatz

Unterhalb der Deckschichten, bzw. bei SCH 6-21 und SCH 7-21 direkt unterhalb des Mutterbodens wurden mit den Schürfen die Verwitterungsschichten der Unteren Massenkalk (Felszersatz) aufgeschlossen. Diese sind zunächst stark verwittert und setzen sich aus kiesigen, sandigen, schluffigen und tonigen Kalksteinen sowie Stein-Ton-Gemischen zusammen. Es handelt sich überwiegend um Kalksteine die zusammen mit bindigen Kluffüllungen vorliegen oder in bindiger Matrix eingebettet sind. Mit zunehmender Tiefe nehmen die Steinanteile zu. Die Unterkante der Verwitterungsschichten variiert stark und liegt im vorliegenden Fall bei Tiefen zwischen 1,4 m und 2,6 m unter GOK. Die Verwitterungsschichten sind zum Teil noch den Bodengruppen GU, GU*, SU*, TM, TA zuzuordnen.

Die Felszersatzschichten können bereichsweise in bindiger Ausprägung stark aufgeweicht sein. Generell sind sie als mäßig bis kompressibel und gering bis mittel scherfest einzustufen. Die Kluffüllungen sind als gering bis mittel und sehr frostempfindlich (F 2, F 3) sowie als wasserempfindlich (aufweichgefährdet) einzustufen. Die Durchlässigkeit variiert stark und hängt von der Klüftigkeit des Untergrunds sowie der Kluffüllungen ab. Im Mittel ist von geringen Durchlässigkeiten auszugehen. Für eine weitere bautechnische Nutzung sind die Verwitterungsschichten aufgrund ihrer inhomogenen Ausbildung nicht geeignet.

3.2.3 Untere Massenkalk

Unterhalb der Verwitterungsschichten (Felszersatz) wurden die Kalksteine der Unteren Massenkalk bis in Tiefen zwischen 1,6 m und 2,6 m aufgeschlossen. Die Kalksteine sind überwiegend plattig ausgebildet. Bereichsweise wurden jedoch auch größere Blöcke aufgeschlossen. Bis zur erreichten Endtiefe konnten die Kalksteine noch mit einem leistungsfähigen Bagger gerissen werden. Ab den erreichten Tiefen sind Sondermaßnahmen wie z.B. Felsmeisel erforderlich. Weitere Angaben zu den unteren Massenkalken können nur anhand verrohrter Aufschlussbohrungen gemacht werden.

3.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Während der Feldarbeiten im Jahr 2018 und am 30.+31.03.2021 wurde mit den Untersuchungen kein Grundwasser- oder Schichtwasser angetroffen. Das Grundwasser wird erst in größerer Tiefe erwartet.

3.4 Umwelttechnische Untersuchungen

Im Zuge von [3] wurden großräumige umwelttechnische Untersuchungen durchgeführt. Wir verweisen auf die Ergebnisse. Im Zuge der vorliegenden Erkundungen wurden keine weiteren umwelttechnischen Untersuchungen durchgeführt.

3.5 Bodenklassen nach DIN 18300:2012

In der nachfolgenden Tabelle werden zur Übersicht noch Bodenklassen nach DIN 18300:2012 angegeben. Die in der Tabelle angegebenen Bodenklassen beschränken sich auf den Zustand der punktweise durchgeführten Untersuchungen. Im Zweifelsfall sind die tatsächlichen Bodenklassen auf der Baustelle durch den Baugrundgutachter festlegen zu lassen. Zur Berücksichtigung erfahrungsgemäß nicht auszuschließender diagenetischer Verfestigungen oder von Steineinlagerungen sollten vorsorglich generell auch höhere Bodenklassen berücksichtigt werden.

Tabelle 1: Bodenklassen

Bodenart	Bodenklassen DIN 18300:2012 (Erdbauarbeiten)
Mutterboden	1
Deckschichten	4 + 5
Felszersatz	3 – 6
Untere Massenkalk	7

3.6 Homogenbereich nach DIN 18300:2016

Im vorliegenden Fall haben wir auf Grundlage der geologischen Profile in Anlage 2 Homogenbereiche mit möglichen Streuungs- und Schwankungsbreiten für die geotechnische Kategorie GK 1 definiert.

Tabelle 2: Homogenbereiche nach DIN 18300 GK 1

Homogenbereich	B 2	B 3
Bodenschicht	Deckschichten	Felszersatz
Anteil Steine und Blöcke [%]	0 – 5	20 – 80
Anteil große Blöcke [%]	0 – 2	20 – 80
Konsistenz	weich – steif	(weich bis halb-fest) ²
Plastizität	leicht – ausgeprägt	(mittel – ausgeprägt) ²
Lagerungsdichte I _D	n.b.	n.b.
Bodengruppen nach DIN 18196	TL, TM, TA	GU, GU*, SU*, TM, TA
Bezeichnung	Deckschichten	Felszersatz
Schadstoffe ¹	Z 0 – Z 0*III A gemäß [3]	Z 0 – Z 0*III A gemäß [3]
Wechsellagerung	Schluff, Ton	Ton und Kalkstein

n.b. nicht bestimmbar bzw. nicht bestimmt

¹ Ergebnisse der Voruntersuchung nach VwV Baden-Württemberg, keine verbindliche Einstufung

² bindige Bereiche/ Kluffüllungen

Tabelle 3: Homogenbereiche nach DIN 18300 für Festgestein GK 1

Homogenbereich	X 1 ²
Bodenschicht	Oberer Jura (Untere Massenkalk)
Benennung von Fels	Kalkstein, plattig bis dünnbankig, klüftig
Verwitterung, Veränderung, Veränderlichkeit	gering veränderlich
Druckfestigkeit [N/mm ²]	10 bis > 100
Trennflächenrichtung	n.b.
Trennflächenabstand [cm]	5 – > 20
Gesteinskörperform	n.b.
Bezeichnung	Oberer Jura (Untere Massenkalk)
Schadstoffe ¹	n.b.
Wechselagerung	Kalkstein und Tonlagen

n.b. nicht bestimmbar

¹ Ergebnisse der Voruntersuchung, keine verbindliche Einstufung

² bis zur Endteufe der Aufschlüsse

Die in den Tabellen angegebenen Eigenschaften beschränken sich ebenfalls auf den Zustand der punktweise durchgeführten Untersuchungen sowie eines auf Grundlage der Laboruntersuchungen und unserer Erfahrungen festgelegten Schwankungsbereichs. Im Zweifelsfall sind die tatsächlichen Eigenschaften auf der Baustelle sowie bei Bedarf im Labor durch den Baugrundgutachter zu prüfen. Änderungen können generell nicht ausgeschlossen werden. Der Mutterboden ist eigens nach DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten) zu erfassen.

3.7 Erdbebenzone nach DIN EN 1998 – 1/NA

Türkheim gehört nach der DIN EN 1998-1/NA 05 zur Erdbebenzone 0. Der Lastfall Erdbeben muss nicht berücksichtigt werden.

3.8 Bodenkennwerte

Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse und unter Berücksichtigung der örtlichen Erfahrungen kann für bodenmechanische Nachweise mit den in der Tabelle 4 angegebenen Bodenkennwerten gerechnet werden.

Tabelle 4:

Geologische Schichtbezeichnung	Wichte des feuchten Bodens	Wichte des Bodens unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Kohäsion undrännert	Steifemodul
	γ	γ'	φ'	c'	c_u^*	E_s^*
	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	kN/m ²	MN/m ²
Deckschichten	19	9	25	2	30 – 60	4 – 8
Felsersatz tonig-steinig	21	12	32,5	2	–	15 – 30
Untere Massenkalke	25	15	42,5*	–	–	> 100

*Ersatzreibungswinkel

4. Bautechnische Empfehlungen

4.1 Straßenbau

4.1.1 Frostsicherer Straßenoberbau

Nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) ist die Ausführung von Gewerbestraßen mindestens in Belastungsklasse Bk1,8 erforderlich. Im vorliegenden Fall gehen wir von Bk1,8 aus. Die genaue Einstufung muss jedoch durch den Planer erfolgen. Türkheim liegt nach der Karte der Frostepfindlichkeitszonen in Deutschland (Ausgabe 2012) in der Frosteinwirkungszone II und nah angrenzend an die Frosteinwirkungszone III. Vorab gehen wir von Zone II aus. Im Planum stehen durchweg sehr frostepfindliche Böden (F 3-Böden) an. Für die Belastungsklasse Bk1,8 errechnet sich die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus gemäß RStO 12 in der Frosteinwirkungszone II wie folgt:

	Belastungsklasse Bk1,8
Richtwert gemäß Tabelle 6, Zeile 2	= 60 cm
+ Tabelle 7, Spalte A (Frosteinwirkung Zone II)	= 5 cm
Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus	= 65 cm

Gegebenenfalls sind weitere Zu- und Abschläge gemäß der tatsächlichen Planung zu berücksichtigen. So ist z.B. bei einer Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen ein Abschlag von 5 cm möglich. Bei einer qualifizierten Bodenverbesserung oder einem Bodenaustausch mit F 2-Material im Planum ist ein Abschlag von 10 cm möglich. Die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel gemäß Tabelle 8 der RStO 12 sind jedoch in jedem Fall einzuhalten. Diese beträgt bei einer Tragschicht aus überwiegend ungebrochenem Material und Bk1,8 im vorliegenden Fall 35 cm.

4.1.2 Anforderungen an die Verdichtung

Gemäß ZTV SoB-StB 04 und ZTV E-StB 17 werden folgende Anforderungen für den Straßenoberbau gestellt:

Oberkante Frostschuttschicht Bk1,8

- Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 103 \%$
- Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
- Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$

Oberkante Planum

- Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

4.1.3 Stabilisierung des Planums

Nach den ausgeführten Untersuchungen ist davon auszugehen, dass im Planum größtenteils gering tragfähige Deckschichten anstehen, in denen der geforderte Verformungsmodul nicht nachgewiesen werden kann. Eine Stabilisierung des Planums wird somit erforderlich. Die Planumsstabilisierung muss durch einen Bodenaustausch mit Kies bzw. Schotter erfolgen. Von einer Bindemittelverbesserung raten wir aufgrund der teilweise oberflächlich anstehenden Steineinlagerungen der Felszersatzzone ab.

Bei einem flächigen Teilbodenaustausch sollte als Austausch- bzw. Schüttmaterial Kiessand oder Schotter der Bodengruppen GU (Schlammkorngehalt max. 10 %), GW oder GI verwendet werden. Es sollte in Lagen von maximal 30 cm Dicke eingebaut und mit $D_{pr} \geq 100 \%$ verdichtet werden. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lastausbreitung sollte eine Verbreiterung des Austausch- bzw. Schüttmaterials mit zunehmender Tiefe unter einem Winkel von 45° vorgenommen werden. Zwischen dem Bodenaustauschmaterial und dem anstehenden Boden ist zumindest bei besonders weichen Böden zu empfehlen ein Geotextil GRK 3 einzulegen.

Die erfahrungsgemäß erforderliche Dicke des Bodenaustauschs unter dem Planum liegt im vorliegenden Fall bei den weich bis steif konsistenten Böden voraussichtlich bei etwa 30 cm bis 40 cm. Sollten im Planumbereich bereits die steinigen Felszersatzschichten anstehen (voraussichtlich bei SCH 6-21 und SCH 7-21) so kann die Dicke des Bodenaustauschs zur Planumsstabilisierung voraussichtlich auf 20 cm reduziert werden.

Die genaue Dicke des Bodenaustauschs ist anhand von Probefeldern festzulegen und auch nach dem flächigen Einbau durch Plattendruckversuche und LKW-Befahrbarkeitsversuche zu prüfen. Sollten bei den Befahrbarkeitsversuchen in Teilbereichen erhöhte Einsenkungen verzeichnet werden, ist hier nachzubessern.

Allgemein ist auf die Witterungsempfindlichkeit der im Planum anstehenden Böden hinzuweisen. Die Deckschichten können ohne Sondermaßnahmen nicht mit dem Baustellenverkehr befahren werden. Ein weiteres Aufweichen von Böden ist in jedem Fall zu vermeiden. Bei Arbeitspausen ist durch Abwalzen mit einer Glattmantelwalze stets eine geschlossene Oberfläche herzustellen. Durch ein ausreichendes Quergefälle mit entsprechender Vorflut ist eine ausreichende Entwässerung sicherzustellen.

4.2 Kanalbau

4.2.1 Gründung der Kanäle

Nähere Angaben zur Tiefe der Kanäle liegen derzeit noch nicht vor. Für die erste Beurteilung gehen wir von Kanälen mit Tiefen zwischen ca. 2 m und 3 m aus. Tiefere Kanäle sind aufgrund der schweren Lösbarkeit der Kalksteine nicht zu empfehlen bzw. aufwendig. Im genannten Bereich sind meist die Kalke der unteren Massenkalke zu erwarten. Lokal sind Kluffüllungen zu erwarten, die jedoch für den Kanalbau meist auch eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Zur Stabilisierung bzw. Vergleichmäßigung der Aushubsohle sollte unter der Rohrbettung und unter den Schächten ein Bodenaustausch mit Kiessandmaterial (entsprechend Abschnitt 4.1) mit einer Dicke von 10 bis 20 cm vorgesehen werden. Im Fall von deutlich verlehnten, bindigen Lagen ist der Bodenaustausch auf 20 cm bis 30 cm zu erhöhen.

4.2.2 Kanalgrabenverbau und Wasserhaltung

Im unbebauten Gelände außerhalb des Einflussbereichs von Gebäuden oder empfindlichen Leitungen bestehen in der Regel keine besonderen Anforderungen an die beim Kanalbau entstehenden Verformungen. In diesem Fall kann in den Deckschichten eine geböschte Baugrube unter 45 ° gewählt werden. Stehen bereits Kalksteine an, können die Böschungen mit einem Winkel von 60 ° ausgebildet werden. Die DIN 4124 schreibt geringere Böschungsneigungen vor, wenn besondere Einflüsse, wie z.B. Verkehrslasten, Bauwerkslasten, Erschütterungen, Wasserzutritte, Störungen des Bodengefüges usw., die Standsicherheit gefährden. In diesem Fall sollte die Standsicherheit durch einen Sachverständigen geprüft werden. Alternativ kann bei Aushubtiefen bis ca. 3 m ein Systemplattenverbau eingesetzt werden.

Im Untersuchungsgebiet wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen kein Grundwasser oder Schichtwasser angetroffen. Wir empfehlen während der Bauarbeiten eine offene Wasserhaltung vorzuhalten um ggf. anfallendes Oberflächenwasser abzuleiten.

4.2.3 Kanalgrabenverfüllung

Generell ist davon auszugehen, dass die anstehenden Deckschichten nur durch eine Verbesserung mittels Bindemittel wieder in den Kanalgraben eingebaut werden können. Das Bindemittel und die Bindemittelmenge wären mittels Eignungsprüfungen zu ermitteln. Es ist weiterhin davon auszugehen, dass die anstehenden Verwitterungsschichten (Felsersatz) aufgrund der hohen Anteile an Steinen, Blöcken und bindigen Lehmen ohne eine besondere Aufbereitung schlecht wieder zu verwenden sind. Eine Aufbereitung ist technisch sehr schwierig. Durch die hohen bindigen Anteile der Verwitterungsschichten können die Brechwerkzeuge sehr schnell verstopfen. Da voraussichtlich ein getrennter Aushub der Deckschichten und der Schichten des Felsersatz schwierig sein wird, empfehlen wir generell eine Entsorgung des anfallenden Aushubmaterials vorzunehmen.

Die Kanalgräben sollten durch Liefermaterial verfüllt werden. Hierzu sollte vorzugsweise Kiessandmaterial gemäß Abschnitt 4.1 verwendet werden. Je nach verwendetem Material sind die Anforderungen an die Verdichtung gemäß Tabelle 4 der ZTV E-StB 17 einzuhalten. Das Material ist in Lagen von maximal 30 cm Dicke einzubauen. Die Verdichtung der Grabenverfüllung ist bei der Bauausführung durch eine Eigen- und Fremdüberwachung gemäß ZTV E-StB 17 zu überwachen.

4.3 Versickerung

Generell gelten als Grenzwerte für die Versickerung von Niederschlagswasser nach dem DWA-Arbeitsblatt A 138 vom April 2005 Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s. Bei k_f -Werten $\geq 1 \times 10^{-3}$ m/s ist eine ausreichende Aufenthaltszeit im Sickerraum nicht gewährleistet, bei Werten von $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s wird die Versickerungsanlage zu lange eingestaut.

Im vorliegenden Fall sind die Deckschichten und die verwitterten Felszersatzschichten im oberflächennahen bindigen Bereich für eine Versickerung nicht geeignet. Im Zuge der Feldarbeiten wurden im Planungsgebiet insgesamt 7 Wassereingießversuche ab dem Erreichen der Unteren Massenkalke durchgeführt. Es wurden mittlere Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s und 3×10^{-6} m/s ermittelt. Dabei wurde festgestellt, dass nur im Bereich von SCH 1 eine höhere Durchlässigkeit ($> 1 \times 10^{-4}$ m/s) vorlag. Bei SCH 5-21 stagnierte der Wasserstand innerhalb der letzten halben Stunde. Im Bereich des geplanten Versickerungsbeckens wurden während der Versuche mittlere Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s und 1×10^{-6} m/s ermittelt. Gegen Versuchsende stellte sich die Absenkung bei SCH 9-21 komplett ein und bei SCH 8-21 lag noch eine sehr geringere Durchlässigkeit von 3×10^{-6} m/s vor. Die Ergebnisse lassen die Interpretation zu, dass die zunächst ermittelten Durchlässigkeiten von 1×10^{-5} m/s und 1×10^{-6} m/s vermutlich durch die Wasseraufnahme der umliegenden Bodenschichten und kleinräumigen Klüfte hervorgerufen wurden. Mit zunehmender Versuchsdauer trat eine Sättigung dieser Böden und Klüfte ein, wodurch gegen Ende der Versuche nahezu keine weitere Absenkung verzeichnet werden konnte.

Die Sickerleistung der Unteren Massenkalke Formation hängt generell stark von der zur Verfügung stehenden Kluftsystem ab und kann durch stärkere Verlehmungen und bindige Spaltenfüllungen auch weiter herabgesetzt sein. Der Verzicht auf einen Regenwasserkanal mit einer vollständigen Versickerung ist im vorliegenden Fall somit kritisch und kann zu Problemen führen. Dies gilt besonders für zentrale Sickeranlagen.

Das geplante Versickerungsbecken ist anhand der vorliegenden Ergebnisse aufgrund der geringen Durchlässigkeitsbeiwerte und der gegen Ende der Eingießversuche stagnierenden Wasserstände nicht zu empfehlen. Denkbar wäre jedoch eine weitere Prüfung der Sickerfähigkeit vor Ort durch einen tiefreichenden Schurf. Hierzu müsste jedoch der anstehende Fels mittels Felsmeißel gelockert und mit dem Bagger bis auf tiefere Schichten ohne bindige Kluftfüllungen vorgestoßen werden. Ggf. können auf diesem Weg ausreichende Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt und der Bau des Beckens realisiert werden.

Bei der Planung und dem Bau von Versickerungsanlagen sind generell die Vorgaben des DWA-A 138 und des ATV-DVWK-Regelwerks M 153 zu beachten. Allgemein sollten nur flache Sickeranlagen vorgesehen werden, an deren UK etwaige Deck- und Verwitterungsschichten oder verlehnte Kluftfüllungen restlos ausgebaut und durch stark durchlässiges Material (1×10^{-3} m/s $> k_f > 5 \times 10^{-4}$ m/s) ersetzt werden. Es ist zu beachten, dass die Seitenflächen dann nicht sickerfähig sind. Allgemein sollte bei allen Sickeranlagen ein Notüberlauf zum Kanal, etc. vorgesehen werden.

5. Verfasser

INSTITUT FÜR MATERIALPRÜFUNG
DR. SCHELLENBERG LEIPHEIM
GmbH & Co. KG

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. Schwarz', written in a cursive style.

(M.Sc. Patrick Schwarz)

