



**Planungs- und Ingenieurgesellschaft
für Bauwesen mbH
Baugrundinstitut nach DIN 1054**

**Burgauer Straße 30
86381 Krumbach**

Tel. 08282 994-0

Fax: 08282 994-110

E-Mail: kc@klingconsult.de

BAUGRUNDGUTACHTEN

BAULEITPLANUNG

**“WEIHERWEG OT MÖNSTETTEN“,
GEMEINDE DÜRRLAURINGEN**

GEMEINDE DÜRRLAURINGEN

Auftraggeber:	Gemeinde Dürrlauingen über VG Haldenwang Hauptstraße 28 89356 Haldenwang
Bebauungsplan:	Kling Consult Planungs- und Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH <i>Raumordnungsplanung</i> Burgauer Straße 30 86381 Krumbach
Felduntersuchung:	Kling Consult Planungs- und Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH <i>Baugrundinstitut – Bodenmechanisches Labor</i> Burgauer Straße 30 86381 Krumbach
Bodenmechanische und hydrogeologische Begutachtung:	Kling Consult Planungs- und Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH <i>Baugrundinstitut</i> Burgauer Straße 30 86381 Krumbach
Anlagen:	1) Lageplan der Untersuchungsstellen, Maßstab 1:500 2) Geotechnische Schnitte, Maßstab 1:100 3) Schichtenverzeichnisse, Bohr- und Sondierprofile 4) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche 5) Ergebnisse der chemischen Laborversuche
Verteiler:	1) Verwaltungsgemeinschaft Haldenwang 2-fach 2) KC 05, sd 1-fach 3) KC 02, sc 1-fach

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Bauvorhaben und bestehendes Gelände	4
1.2	Vorgang und Auftrag	4
1.3	Unterlagen	5
1.4	Allgemeiner geologischer Überblick	5
2	Durchgeführte Untersuchungen	6
2.1	Felduntersuchungen	6
2.2	Laboruntersuchungen	6
3	Ergebnisse der Untersuchungen und Untergrundbeurteilung	8
3.1	Untergrund nach den Bohr-, Sondier- und Laborversuchsergebnissen	8
3.1.1	Auffüllungen und Deckschichten	8
3.1.2	Quartäre Kiese	10
3.1.3	Tertiäruntergrund (OSM)	12
3.2	Hydrogeologische Verhältnisse	12
3.3	Bodenkenngrößen	12
3.4	Bodenklassen nach DIN 18300:2012	13
3.5	Homogenbereiche nach DIN 18300:2015	14
3.6	Erdbebenzone nach DIN EN 1998-1/NA	14
4	Bautechnische Folgerungen	16
4.1	Straßenbau	16
4.1.1	Frostsicherer Gesamtaufbau	16
4.1.2	Planum	17
4.2	Kanalbau	18
4.2.1	Gründung der Kanalrohre und Schächte	18
4.2.2	Kanalgrabenverbau und Wasserhaltung	19
4.3	Versickerung	20
4.4	Weitere Entwurfs- und Ausführungshinweise	21
5	Schlussbemerkungen	22
6	Verfasser	22

1 Allgemeines

1.1 Bauvorhaben und bestehendes Gelände

Die Gemeinde Dürrlauingen plant derzeit am nordwestlichen Ortsrand des Ortsteils Mönstetten der Gemeinde Dürrlauingen in der Straße "Weiherweg" auf Flur-Nr. 13/1 (Gemarkung Mönstetten) die Erschließung eines Baugebiets für Wohnbebauung.

Für die zur Erschließung erforderlichen Straßen wurde zur Bemessung des frostsicheren Gesamtaufbaus bisher noch keine Belastungsklasse nach RStO12 festgelegt. Es wird im Weiteren davon ausgegangen, dass die Belastungsklasse Bk 0,3 (Wohnweg) oder Bk 1,0 (Wohnstraße) maßgebend wird. Planunterlagen zu geplanten Kanälen etc. liegen derzeit ebenfalls noch nicht vor. Es wird davon ausgegangen, dass diese in üblicher Tiefe zwischen 2 m und 3 m unter GOK zu liegen kommen. Sofern der anstehende Untergrund ausreichend sickerfähig ist, soll das anfallende Niederschlagswasser versickert werden.

Das derzeit überwiegend als Wiesen- und Ackerfläche genutzte Planungsgebiet fällt von Norden nach Süden ab und liegt im Bereich der Untersuchungsstellen auf einer Höhe zwischen etwa 490,8 mNN und 501,0 mNN. Die westliche Fortsetzung des bestehenden Weiherwegs kennzeichnet dabei die Sohle einer von West nach Ost verlaufenden Eintalung, in deren Bereich ein zumindest periodisch wasserführender Graben verläuft. Der heute nicht mehr vorhandene Dorfweiher lag nach den bei Kling Consult zugänglichen historischen Karten dabei im Bereich der heutigen Flur-Nr. 14 (Gemarkung Mönstetten).

1.2 Vorgang und Auftrag

Mit E-Mail vom 2. März 2016 erteilte die Verwaltungsgemeinschaft Haldenwang, vertreten durch Herrn Frank Rupprecht dem Baugrundinstitut Kling Consult (BIKC) den Auftrag zur Durchführung einer Baugrunduntersuchung und zur Erstellung eines Baugrundgutachtens entsprechend dem Angebot vom 1. März 2016, Angebots-Nr. 05.16.021.

Das Ziel der Untersuchung ist die Erkundung und Begutachtung des anstehenden Baugrunds mit allgemeiner bautechnischer und bodenmechanischer sowie geologischer und hydrogeologischer Beurteilung einschließlich der Erarbeitung von Hinweisen und Empfehlungen zum Kanal- und Straßenbau, zur Versickerung von Niederschlagswasser und zur Schadstoffbelastung der angetroffenen Böden mit weiteren grundbautechnischen Hinweisen.

1.3 Unterlagen

- Geologische Übersichtskarte des Iller-Mindel-Gebietes, M 1:100.000, herausgegeben vom Bayer. Geol. Landesamt München, 1975
- Lageplan zum geplanten Baugebiet mit Umgriff des Untersuchungsgebiets, aufgestellt durch das Team Raumordnungsplanung von Kling Consult im Februar 2016
- Schichtenverzeichnisse, entnommene Proben sowie zeichnerische Auftragung der Bohr- und Sondierprofile einschließlich Lageplan mit eingemessenen Untersuchungsstellen nach Lage und Höhe

1.4 Allgemeiner geologischer Überblick

Nach den Angaben der geologischen Karte und nach den Ergebnissen der aktuellen Baugrunduntersuchungen stehen im Planungsgebiet altpleistozäne Ältere Deckenschotter (quartäre Kiese) an, die von Deckschichten unterschiedlicher und teils großer Mächtigkeit überlagert werden. Den tieferen Untergrund bilden die jungtertiären Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (OSM).

2 Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felduntersuchungen

Am 23. und 24. März 2016 wurden von einem Mitarbeiter des BIKC 6 Kleinrammbohrungen nach DIN EN 22475-1 (Rammkernsondierung RKS, Bohrdurchmesser 80/60 mm) und 5 Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN 22476-2 (DPH) abgeteuft. Mit den Kleinrammbohrungen wurden Tiefen zwischen 3,0 m und 5,3 m, mit den Rammsondierungen Tiefen zwischen 6,7 m und 14,0 m erreicht.

Die Lage der Untersuchungsstellen ist aus dem Lageplan in Anlage 1 ersichtlich. Die Sondierprofile sowie die Bohrprofile sind unter Berücksichtigung der Laborversuchsergebnisse in geotechnischen Schnitten in Anlage 2 graphisch dargestellt. Eine Zusammenstellung der Bohrergebnisse als Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 22475-1 sowie die Einzelprofildarstellungen finden sich in Anlage 3.

Die Untersuchungspunkte wurden am 10. März 2016 von der Abteilung Vermessung von Kling Consult abgesteckt und nach Lage und Höhe eingemessen. Lage und Höhe der Untersuchungspunkte sind in den Anlagen 1 bis 3 eingetragen.

2.2 Laboruntersuchungen

Im bodenmechanischen Labor des BIKC wurden an 9 Bodenproben der Güteklasse 5 nach DIN EN ISO 22475-1 die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- 9 Bodenansprachen nach DIN EN ISO 22475-1/18196
- 4 Korngrößenverteilungen nach DIN 18123
- 5 Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18121
- 5 Bestimmungen der Zustandsgrenzen und Konsistenzermittlung nach DIN 18122

Darüber hinaus wurde eine Bodenmischprobe (MP 1) aus den oberflächennahen natürlichen Deckschichten und eine Bodenmischprobe (MP 2) aus den tiefer anstehenden Deckschichten zur analytischen Untersuchung hinsichtlich des potentiellen Schadstoffgehalts an das chemische Labor AGROLAB weitergeleitet.

Die im bodenmechanischen Labor des BIKC hergestellten Bodenmischproben setzten sich wie folgt zusammen:

Oberflächennahe Deckschichten – MP 1

- RKS 1, GP 1 / 0,3 – 0,9 m
- RKS 2, GP 1 / 0,3 – 1,0 m
- RKS 3, GP 1 / 0,3 – 0,6 m
- RKS 3, GP 2 / 0,6 – 1,0 m
- RKS 4, GP 1 / 0,5 – 1,1 m
- RKS 5, GP 1 / 0,3 – 1,0 m
- RKS 6, GP 1 / 0,4 – 1,0 m

Tiefer anstehende Deckschichten – MP 2

- RKS 2, GP 2 / 1,0 – 2,0 m
- RKS 2, GP 3 / 2,0 – 2,7 m
- RKS 3, GP 3 / 1,0 – 3,0 m
- RKS 3, GP 4 / 3,0 – 3,8 m
- RKS 4, GP 2 / 1,1 – 3,0 m
- RKS 4, GP 3 / 3,0 – 3,9 m
- RKS 5, GP 2 / 1,0 – 2,0 m
- RKS 5, GP 3 / 2,0 – 2,6 m
- RKS 6, GP 2 / 1,0 – 2,0 m
- RKS 6, GP 3 / 2,0 – 3,0 m
- RKS 6, GP 4 / 3,0 – 3,2 m

Eine tabellarische Zusammenstellung der bodenmechanischen Versuchsergebnisse findet sich in Anlage 4. Die Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen sind in Anlage 5 enthalten. Eine Beurteilung der Versuchsergebnisse erfolgt in Abschnitt 3.1. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den Versuchsergebnissen nicht um Grenz-, sondern um Versuchswerte handelt, von denen Abweichungen nach oben und unten möglich sind.

3 Ergebnisse der Untersuchungen und Untergrundbeurteilung

3.1 Untergrund nach den Bohr-, Sondier- und Laborversuchsergebnissen

3.1.1 Auffüllungen und Deckschichten

In der Kleinrammbohrung RKS 4 wurden im Bereich des dort vorhandenen Feldwegs zuoberst bis in eine Tiefe von etwa 0,4 m anthropogene Auffüllungen in Form von stark sandigen, schluffigen Kiesen erkundet. Unterhalb der Auffüllungen bzw. im Bereich der restlichen Untersuchungsstellen unterhalb einer geringmächtigen Mutterbodenlage wurden durchweg natürliche Deckschichten aufgeschlossen. Die Deckschichten konnten im Bereich von RKS 1, RKS 3, RKS 4 und RKS 6 bis zur Endteufe zwischen 3,2 m und 5,3 m aufgrund von hohen Rammwiderständen und des nur sehr geringen Bohrfortschritts nicht durchörtert werden. Im Bereich von RKS 2 und RKS 5 reichen die Deckschichten bis in eine Tiefe von etwa 2,7 m bzw. 2,6 m unter GOK. Die aufgeschlossenen Deckschichten setzen sich aus sandigen bis stark sandigen, schwach bis stark tonigen und im Bereich von RKS 1 in den tieferen Lagen schwach kiesigen bis kiesigen Schluffen bzw. aus sandigen, schwach schluffigen bis schluffigen Tonen zusammen. Die bindigen Deckschichten weisen in der tiefer liegenden Kleinrammbohrung RKS 1 eine weiche bis steife Konsistenz auf, während sie in allen übrigen Bohrungen in einer steifen bis halbfesten Konsistenz vorliegen.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen belegen die geringe bis mittlere Konsistenz der bindigen Deckschichten.

Laborversuchsergebnisse:

An 2 Bodenproben aus den Deckschichten wurde im bodenmechanischen Labor des BIKC die jeweilige Korngrößenverteilung ermittelt. An 5 weiteren Bodenproben wurden die Zustandsgrenzen bestimmt und die Konsistenz ermittelt.

	RKS 2 1,0 m	RKS 6 3,0 m
Feinstkornanteil (< 0,002 mm)	17 %	23 %
Schlämmkornanteil (< 0,06 mm)	85 %	83 %
Sandkornanteil (0,06 – 2 mm)	15 %	16 %
Kieskornanteil (2 – 60 mm)	-	1 %
Bodengruppe nach DIN 18196	-	-

	RKS 1 4,0 m	RKS 3 3,8 m	RKS 4 1,1 m	RKS 5 2,6 m	RKS 6 2,0 m
Natürlicher Wassergehalt	22 %	21 %	20 %	21 %	19 %
Fließgrenze	26 %	39 %	32 %	52 %	34 %
Ausrollgrenze	19 %	19 %	20 %	24 %	18 %
Plastizitätszahl	7 %	20 %	12 %	28 %	16 %
Konsistenzzahl	0,59	0,90	1,00	1,13	0,94
Bodengruppe nach DIN 18196	TL	TM	TL	TA	TL

Bodenmechanische Beurteilung:

Die Auffüllungen und Deckschichten sind insgesamt stark kompressibel und weisen eine geringe Scherfestigkeit auf. Sie sind nur gering tragfähig und zur Aufnahme der Lasten aus dem Straßenbau und der Straßennutzung und im Allgemeinen von Bauwerkslasten ohne Zusatzmaßnahmen nicht geeignet.

Die Auffüllungen und Deckschichten sind meist sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 3). Die Deckschichten sind darüber hinaus auch ausgeprägt wasserempfindlich (aufweichgefährdet). Nach DIN 18130 werden die kiesigen Auffüllungen als durchlässig bis stark durchlässig, die bindigen Deckschichten als sehr schwach bis schwach durchlässig eingestuft.

Die natürlichen Deckschichten sind ohne Zusatzmaßnahmen schlecht verdichtbar und für bautechnische Zwecke, wie z.B. Bauwerkshinterfüllungen, Bodenaustauschmaßnahmen, etc. ungeeignet. Die kiesigen Auffüllungen sind aufgrund des hohen Schlämmkorngehalts nur mäßig verdichtbar und für bautechnische Zwecke bedingt geeignet. Für den Fall erforderlicher Ramm- oder Rüttelarbeiten kann in den Auffüllungen und Deckschichten von meist geringen Eindringwiderständen ausgegangen werden. Größere Steineinlagerungen, wie z.B. Beton- und andere Bauschuttreste, können ggf. Rammhindernisse darstellen.

Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen:

An 2 Bodenmischproben aus den natürlichen Deckschichten (Zusammensetzung siehe Abschnitt 2.2) wurden die nach der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) vorgegebenen Parameter in der Fraktion < 2 mm untersucht. Die Bewertung der Laborergebnisse erfolgt gemäß den Anforderungen des in Bayern relevanten Eckpunktepapiers zu „Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen“ des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit im Hinblick auf die Entsorgung des bei den Baumaßnahmen anfallenden Bodens.

Bei der untersuchten Mischprobe aus den oberflächennahen Deckschichten (MP 1) wurde im Feststoff ein leicht erhöhter Chrom- (36 mg/kg) und Nickelgehalt (28 mg/kg) festgestellt. Bei der untersuchten Mischprobe aus den tiefer liegenden Deckschichten (MP 2) waren dieselben Parameter mit 31 mg/kg (Chrom) und 19 mg/kg (Nickel) leicht erhöht. Alle sonstigen im Feststoff und Eluat zu untersuchenden Parameter waren unauffällig. Für die Bodenkategorie "Lehm/Schluff" im Sinne des Eckpunktepapiers, in die das untersuchte Material einzustufen ist, ist das Material allerdings noch als Z 0-Material zu klassifizieren.

Wir empfehlen, die bei den Aushubarbeiten anfallenden anthropogenen Auffüllungen und natürlichen Deckschichten getrennt in Haufwerken nach LAGA PN 98 zwischenzulagern, zu beproben sowie entsprechende chemische Laboruntersuchungen vornehmen zu lassen, um die rechtlichen Anforderungen zur Deponierung bzw. Verwertung dieser Böden erfüllen zu können. Der Untersuchungsumfang sollte den Vorgaben der LAGA zu den "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen – Technische Regeln" bzw. dem Eckpunktepapier entsprechen.

Bei der Ausschreibung der gewerblichen Leistungen sollte die stoffliche Verwertung bzw. Deponierung aufgefüllter und natürlicher Böden entsprechend den jeweiligen Zuordnungswerten der LAGA bzw. des Eckpunktepapiers zu „Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen“ berücksichtigt werden.

3.1.2 Quartäre Kiese

Unterhalb der Deckschichten wurden in den Kleinrammbohrungen RKS 2 und RKS 5 ab einer Tiefe von 2,6 m bzw. 2,7 m unter GOK altpleistozäne Ältere Deckenschotter (quartäre Kiese) in einer Mächtigkeit von 0,3 m bzw. 0,4 m aufgeschlossen. Höhere Aufschlusstiefen waren aufgrund der hohen Rammwiderstände und des nur sehr geringen Bohrfortschritts nicht möglich. Die angetroffenen Kiese sind sehr stark verwittert und stehen als sandige, schluffige und tonige Kiese an, die bindige Eigenschaften aufweisen.

Generell ist hier anzumerken, dass sich anhand der Ergebnisse der Rammsondierungen eine Unterscheidung hinsichtlich der verschiedenen Böden (Deckschichten, quartäre Kiese, Tertiäruntergrund) als relativ schwierig gestaltet. Die Ergebnisse der Rammsondierungen DPH 4 und DPH 5 belegen aber den hohen Verwitterungsgrad der Kiese bzw. lassen auf eine lockere bis annähernd mitteldichte Lagerung der Kiese schließen.

Sofern es sich im Bereich der Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3 ab einer Tiefe zwischen 3 m und 4 m unter derzeitiger GOK um quartäre Kiese handelt, lassen die Ergebnisse der Rammsondierungen auf einen geringeren Verwitterungsgrad und auf eine zumindest mitteldichte Lagerung der quartären Kiese schließen. Hier wären jedoch weitere Untersuchungen zur Ermittlung der dort anstehenden Böden erforderlich.

Laborversuchsergebnisse:

An 2 Bodenproben aus den quartären Kiesen wurde im bodenmechanischen Labor des BIKC die jeweilige Korngrößenverteilung ermittelt.

	RKS 2 3,0 m	RKS 5 3,0 m
Feinstkornanteil (< 0,002 mm)	19 %	14 %
Schlammkornanteil (< 0,06 mm)	39 %	36 %
Sandkornanteil (0,06 – 2 mm)	25 %	26 %
Kieskornanteil (2 – 60 mm)	36 %	38 %
Steinanteil (> 60 mm)	-	-
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*	GU*

Bodenmechanische Beurteilung:

Die stark verwitterten quartären Kiese sind mäßig kompressibel und weisen eine mittlere Scherfestigkeit auf. Sie sind mäßig tragfähig und zur Aufnahme von Lasten aus dem Straßenbau und der Straßennutzung und im Allgemeinen von Bauwerkslasten bedingt geeignet.

Die aufgeschlossenen, stark verwitterten Kiese sind sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 3). Nach DIN 18130 werden sie als schwach durchlässig bis allenfalls durchlässig eingestuft.

Die quartären Kiese sind schlecht verdichtbar und für bautechnische Zwecke, wie z.B. Bauwerkshinterfüllungen, Bodenaustauschmaßnahmen, etc. nicht geeignet. Für den Fall erforderlicher Ramm- oder Rüttelarbeiten muss in den Kiesen von meist hohen Eindringwiderständen und einer entsprechend schweren Ramm- bzw. Rüttelbarkeit ausgegangen werden. Rammunterstützende Maßnahmen wie Vorbohren und/oder Spülhilfe können ggf. erforderlich werden. Größere Steineinlagerungen können generell nicht ausgeschlossen werden und ggf. Rammhindernisse darstellen.

3.1.3 Tertiäruntergrund (OSM)

Die jungtertiären Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (OSM) konnten im vorliegenden Fall nicht aufgeschlossen werden. Anhand des Ergebnisses der Rammsondierung DPH 5 kann die Oberkante der Tertiärböden allerdings in diesem Bereich in einer Tiefe von etwa 8 m unter GOK abgeschätzt werden.

Die Tertiärböden sind erfahrungsgemäß wechselnd schluffig-sandig-tonig ausgebildet und i.d.R. gut tragfähig. Sie haben auf die geplanten Erschließungsmaßnahmen keine negativen Auswirkungen.

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Ein geschlossener Grundwasserspiegel wurde bei den Felduntersuchungen nicht angetroffen. Dieser ist im Planungsgebiet erst in Tiefen zu erwarten, die für die vorliegenden Erschließungsmaßnahmen nicht relevant sind.

In der in der genannten Eintalung gelegenen Kleinrammbohrung RKS 1 wurde jedoch in einer Tiefe von etwa 3,4 m (entsprechend etwa 487,4 mNN) innerhalb der schluffigen Deckschichten ein Schichtwasservorkommen angetroffen. Während der Bohrarbeiten stieg das Schichtwasser um 2,1 m auf eine Höhe von 489,5 mNN an.

Nach allgemeiner Erfahrung und wie mit den Baugrunduntersuchungen verdeutlicht, ist in den vorliegenden Böden je nach Jahreszeit und Witterung generell periodisch mit Sicker- und Schichtwasser zu rechnen, das sich vor bzw. auf weniger wasserdurchlässigen Schichten sammeln und aufstauen kann.

3.3 Bodenkenngrößen

Eine tabellarische Zusammenstellung der Bodenkenngrößen ist in Tabelle 1 auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse und der Angaben der DIN 1055 sowie auf Grundlage allgemeiner und örtlicher Erfahrung mit vergleichbaren Böden und geologischen Schichten erarbeitet. Die Werte gelten für die beschriebenen Hauptbodenschichten im ungestörten Lageverband, d.h. ohne z.B. baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen.

Grundbruchnachweise sind mit den ungünstigsten Werten der Tabelle 1 durchzuführen. Setzungsberechnungen sollten, um einen Überblick über die Schwankungsbreite der wahrscheinlichen Setzungen und über mögliche Setzungsunterschiede zu erlangen, grundsätzlich mit beiden Grenzwerten der in Tabelle 1 dargestellten Bodenkenngrößen durchgeführt werden. Für weitere erdstatische Berechnungen können die angeführten Mittelwerte herangezogen werden. Abweichungen von den Tabellenwerten sollten mit dem Baugrundgutachter abgestimmt werden.

BODENART	WICHTE		SCHERPARAMETER			STEIFE- MODUL E_s [MN/m ²]
	über Wasser	unter Wasser	Anfangs- zustand Kohäsion undrännert c_u [kN/m ²]	Endzustand		
	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Reibungs- winkel φ' [°]		
Auffüllungen kiesig, locker i.M.	19 – 21 20	10 – 12 11	- -	0 0	27,5 – 32,5 30	10 – 20 15
Deckschichten bindig, weich i.M.	18 – 20 19	8 – 10 9	20 – 50 30	0 0	22,5 – 27,5 25	3 – 6 4
bindig, steif bis halbfest i.M.	18 – 20 19	8 – 10 9	50 – 150 100	3 - 1 2	22,5 – 27,5 25	4 – 8 6
Quartäre Kiese stark verwittert i.M.	19 – 21 20	10 – 12 11	- -	0 0	27,5 – 32,5 30	10 – 30 20

Tabelle 1: Bodenkenngrößen

3.4 Bodenklassen nach DIN 18300:2012

Mutterboden	Klasse	1
Auffüllungen	Klasse	4
bei Grobeinlagerungen auch	Klasse	5
Deckschichten	Klasse	4 + 5
bei Wasserzutritt in breiigem Zustand auch	Klasse	2
Quartäre Kiese	Klasse	4
bei Grobeinlagerungen auch	Klasse	5

Zur Berücksichtigung erfahrungsgemäß nicht auszuschließender diagenetischer Verfestigungen oder Steineinlagerungen in den quartären Böden sowie auch von Bauschuttresten oder alten Fundamenten in den Auffüllungen empfiehlt es sich, als Bedarfsposition vorsorglich jeweils auch höhere Bodenklassen bis Klasse 7 in die Ausschreibung mit aufzunehmen.

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass Bohrungen und Sondierungen nur punktförmig über Baugrund und Bodenklassen Aufschluss geben. Schichtverlauf und Schichtmächtigkeiten können naturgemäß variieren. Der genaue Umfang von Massen und dazugehörigen Bodenklassen ergibt sich erst im Zuge der Erdarbeiten.

3.5 Erdbebenzone nach DIN EN 1998-1/NA

Der Bebauungsbereich liegt der DIN EN 1998-1/NA zufolge in der Erdbebenzone 0 (Untergrundklasse T), in der gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensitäten $I \geq 6$ und $< 6,5$ zu erwarten sind. Der Lastfall Erdbeben muss nach den Ausführungen der DIN EN 1998-1/NA jedoch nicht berücksichtigt werden.

3.6 Homogenbereiche nach DIN 18300:2015

Eine tabellarische Zusammenstellung der Homogenbereiche für die geotechnischen Kategorien GK 2 und GK 3 ist in Tabelle 2 auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse und allgemeiner und örtlicher Erfahrung mit vergleichbaren Böden und geologischen Schichten erarbeitet. Die aufgeschlossenen Böden werden in die 2 Homogenbereiche A (natürliche Deckschichten) und B (stark verwitterte quartäre Kiese und kiesige Auffüllungen) eingeteilt.

Homogenbereich	A	B
Bodenschicht (Bezeichnung gemäß Gutachten)	Deckschichten	Stark verwitterte quartäre Kiese und kiesige Auffüllungen
Bodengruppe (DIN 18196)	TL, TM , TA, UL, UM, UA	GU*
Korngrößenverteilung (Körnungsbänder)	siehe Anlage 4.17	siehe Anlage 4.16
Anteil an Steinen [%]	0	0 – 5
Anteil an Blöcken [%]	0	0 – 5
Anteil an großen Blöcken [%]	0	0
Dichte [g/cm ³]	1,8 - 2,0	1,9 – 2,2
Undrained Scherfestigkeit [kN/m ²]	20 - 150	--
Wassergehalt [%]	15 - 30	10 - 25
Konsistenz	weich bis halbfest	--
Konsistenzzahl I _c	0,50 – 1,25	--
Plastizität	leicht bis ausgeprägt	--
Plastizitätszahl I _p	5 - 35	--
Durchlässigkeit [m/s]	< 1,0×10 ⁻⁷	< 1,0×10 ⁻⁵
Lagerungsdichte I _b	--	0,20 – 0,40
Organischer Anteil [%]	0 - 5	0 - 2

Tabelle 2: Homogenbereiche A und B

Grundsätzlich ist auch hier darauf hinzuweisen, dass Bohrungen und Sondierungen nur punktförmig über den Baugrund Aufschluss geben. Schichtverlauf und Schichtmächtigkeiten sowie die Zusammensetzung und bodenmechanischen Eigenschaften der Böden können naturgemäß variieren. Der genaue Umfang von Massen und dazugehörigen Homogenbereichen ergibt sich erst im Zuge der Erdarbeiten.

4 Bautechnische Folgerungen

4.1 Straßenbau

4.1.1 Frostsicherer Gesamtaufbau

Für die zur Erschließung erforderlichen Straßen wurde zur Bemessung des frostsicheren Gesamtaufbaus bisher noch keine Belastungsklasse nach RStO12 festgelegt. Es wird im Weiteren davon ausgegangen, dass die Belastungsklasse Bk 0,3 (Wohnweg) oder Bk 1,0 (Wohnstraße) maßgebend wird.

Bei den im Planum anstehenden, meist sehr frostempfindlichen Böden (bindige Deckschichten), muss der frostsichere Gesamtaufbau (UK Frostschutzschicht bis OK Straßendecke) nach RStO 12 bei Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk 0,3 in der Frosteinwirkungszone II somit eine Dicke von 60 cm (50+5+0+5+0+0) aufweisen. Bei Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk 1,0 muss die Dicke des frostsicheren Gesamtaufbaus auf 70 cm (60+5+0+5+0+0) erhöht werden. Je nach Entwässerung der Fahrbahn bzw. Ausführung der Randbereiche sind Abschläge für die Dicke des frostsicheren Gesamtaufbaus möglich. Bei einem Bodenaustausch im Planum mit GU-Material (F 2) reduziert sich die Dicke des frostsicheren Oberbaus um 10 cm.

In diesem Fall ist jedoch zu beachten, dass die Anhaltswerte für die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel gemäß Tabelle 8 der RStO 12 eingehalten werden sollten. Bei einem Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ im Planum und einer Frostschutzschicht aus überwiegend ungebrochenem Material beträgt diese bei Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk 0,3 im vorliegenden Fall 25 cm. Bei Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk 1,0 werden 35 cm erforderlich.

Der Straßenkörper ist bei Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk 0,3 so gut zu verdichten, dass auf OK Frostschutzschicht mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verhältnis von $E_{V2}/E_{V1} < 2,5$ nachgewiesen werden kann. Bei Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk 1,0 ist ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verhältnis von $E_{V2}/E_{V1} < 2,2$ nachzuweisen.

4.1.2 Planum

Das Planum (UK Frostschutzschicht) muss so tragfähig sein, dass ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden kann. Dies ist bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen voraussichtlich nicht ohne weitere Sondermaßnahmen möglich, so dass eine Stabilisierung des Planums erforderlich wird.

Zur Stabilisierung des Planums empfiehlt sich ein flächiger Teilbodenaustausch mit kiesigem Material der Bodengruppen GU (Schlammkorngehalt max. 10 %) oder GW nach DIN 18196, das lagenweise eingebaut und auf mindestens mitteldichte Lagerung im Sinne der DIN 1054 verdichtet werden muss. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lastausbreitung sollte eine Verbreiterung des Austauschmaterials mit zunehmender Tiefe unter einem Winkel von 45° vorgenommen werden. Zusätzlich empfiehlt sich bei den anstehenden, bindigen Böden das Einlegen eines Geotextils in der Aushubsohle zur Trennung, da sonst eine Vermischung des Bodenaustauschmaterials mit den anstehenden Böden nicht zu vermeiden ist.

Die erfahrungsgemäß erforderliche Dicke des Bodenaustauschs unter dem Planum liegt im vorliegenden Fall voraussichtlich bei etwa 40 cm. Sollten in der Aushubsohle ausgesprochen weichkonsistente bindige Böden anstehen, können auch bis zu etwa 70 cm erforderlich werden. Die tatsächlich erforderliche Dicke sollte lokal an einem Testfeld ermittelt werden.

Um ein Aufweichen der Aushubsohle zu vermeiden, sollte jeglicher Wasserzutritt zur Aushubsohle vermieden werden. Die Bodenaustauscharbeiten sollten deshalb nur bei trockener Witterung ausgeführt werden. Das Bodenaustauschmaterial ist unverzüglich nach dem Aushub einzubauen.

Alternativ zum genannten Bodenaustausch ist im vorliegenden Fall auch eine Bodenverbesserung oder eine qualifizierte Bodenverbesserung mit Bindemittel (Kalk/Zement) denkbar. Bei einer Bodenverbesserung bzw. einer qualifizierten Bodenverbesserung wird das Bindemittel flächig etwa 30 cm bis 50 cm tief in das Planum eingefräst. Je nach Bindemittel und Konsistenz der Böden kann meist von einem Bindemittelanteil von etwa 2 bis 6 Gew.-% ausgegangen werden.

Die genaue Bindemittelmenge ist im Zuge einer Eignungsprüfung festzulegen. Aufgrund der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Bindemittel und Bindemittelgemische empfiehlt sich darüber hinaus grundsätzlich die Anlage eines Testfeldes.

Um bei der Bemessung des frostsicheren Gesamtaufbaus die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 zugrunde legen zu können, sind die Anforderungen an eine qualifizierte Bodenverbesserung nach ZTV E-09 zu erfüllen (Bindemittelgehalt ≥ 3 M.-%, einaxiale Druckfestigkeit nach 28 Tagen $\geq 0,5$ N/mm²). Die Dicke der verbesserten Schicht muss darüber hinaus mindestens 25 cm betragen und auf dem Planum muss nach Durchführung einer solchen qualifizierten Bodenverbesserung ein Verformungsmodul von $E_{V2} > 70$ MN/m² nachgewiesen werden.

4.2 Kanalbau

4.2.1 Gründung der Kanalrohre und Schächte

Derzeit liegen noch keine detaillierten Planunterlagen für die erforderlichen Kanäle vor. Es wird davon ausgegangen, dass die Kanalsole in üblicher Tiefe von rund 2 m bis 3 m unter derzeitigem Gelände zu liegen kommt.

Die Aushubsole liegt somit überwiegend in den gering tragfähigen Deckschichten. In Teilbereichen - ggf. im Bereich von RKS 2 und RKS 5 - liegt die Aushubsole jedoch bereits in den hier angetroffenen mäßig tragfähigen, stark verwitterten quartären Kiesen (Ältere Deckenschotter).

In Bereichen, in denen in der Aushubsole die natürlichen Deckschichten anstehen, sollte zur Vergleichmäßigung der entstehenden Setzungen unterhalb der Rohrbettung (ca. 15 cm bis 20 cm dickes Kiesbett) eine rund 40 cm dicke Kiesschicht als Teilbodenaustausch eingebaut werden. Sollten in der Aushubsole ausgesprochen weiche, bindige Schichten angetroffen werden (z.B. im Bereich von RKS 1), so sind diese restlos zu entfernen und ebenfalls durch kiesiges Material zu ersetzen. Liegt die Aushubsole bereits in den stark verwitterten quartären Kiesen ist unterhalb der Rohrbettung eine Kiesschicht in einer Mächtigkeit von rund 20 cm ausreichend.

Als Bodenaustauschmaterial unter den Rohren und Schächten sollte auch hier gut verdichtbares Ersatzmaterial, wie z.B. Kiessand der Bodengruppen GU (Schlammkorngehalt max. 10 %) oder GW nach DIN 18196 verwendet werden. Es sollte in Lagen von nicht über 25 cm Dicke unter sorgfältiger Verdichtung eingebracht und auf mindestens mitteldichte Lagerung im Sinne der DIN 1054 verdichtet werden.

Bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen empfiehlt sich zusätzlich das Einlegen eines geotextilen Filtervlieses zur Trennung. Dieses sollte seitlich mit hochgezogen werden, um ein seitliches Verdrücken des Graben-Verfüllmaterials zu verhindern.

Grundsätzlich ergibt sich die Art und der Umfang von notwendigen Bodenaustauschmaßnahmen erst im Zuge der Baumaßnahme und ist auch stark abhängig von den jeweiligen Witterungsverhältnissen sowie der gewählten Bauweise.

Zur weitestmöglichen Vermeidung von Störungen mit Vernässung, Aufweichung und Tragfähigkeitsverlust der Gründungssohlen wird ein Vorgehen in möglichst kurzen Kanalabschnitten empfohlen. Auch hier sollte jeglicher Wasserzutritt zur Aushubsohle vermieden werden. Die Bodenaustauscharbeiten sollten deshalb ebenfalls nur bei trockener Witterung ausgeführt werden. Das Bodenaustauschmaterial ist unverzüglich nach dem Aushub einzubauen.

Die Anschlüsse der Rohrleitungen an die Schachtbauwerke sind möglichst flexibel auszubilden, um nicht auszuschließende Setzungsdifferenzen zwischen Rohr und Schacht möglichst schadlos aufnehmen zu können.

4.2.2 Kanalgrabenverbau und Wasserhaltung

Je nach erforderlicher Bodenaustauschdicke werden die Kanalgräben eine Tiefe zwischen etwa 2,5 m und 3,5 m erreichen. Da die Kanalgräben voraussichtlich nicht an dicht angrenzender Bebauung vorbei geführt werden, kann der Kanalgrabenverbau mittels Systemplatten erfolgen. Als dicht angrenzend ist die Bebauung dann einzustufen, wenn deren Fundamente im nachfolgend dargestellten Nahbereich zu liegen kommen.

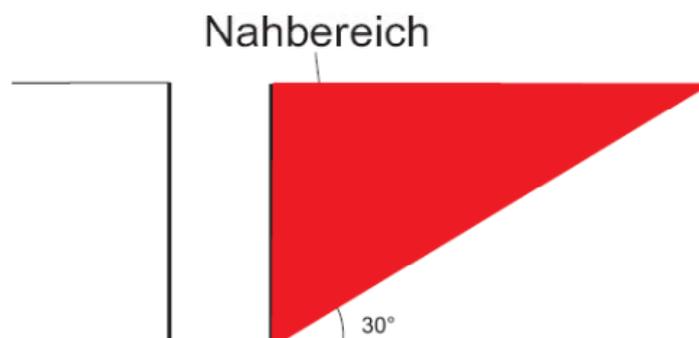


Abbildung 1: Prinzipschnitt Kanalgraben

Falls doch Fundamente im Nahbereich liegen, wäre ein verformungsarmer Verbau (z.B. eine Bohrpfahlwand) anzuordnen oder andere Sondermaßnahmen (z.B. HDI-Unterfangung) zu ergreifen. Wegen der dabei anfallenden sehr hohen Kosten ist in diesem Fall zu prüfen, ob eine Verlegung des Kanals in seiner Lage und Tiefe möglich ist.

Die Hinterfüllung und Verdichtung von Bodenmaterial in den Kanalgräben sollte nach der ZTVA-StB 12 bzw. ZTVE-StB 09 erfolgen. Auf eine ordnungsgemäße Verfüllung und Verdichtung des hinterfüllten Bodenmaterials einschließlich der durchzuführenden Verdichtungskontrollen ist zu achten.

Zur Ableitung von Oberflächen- sowie Schicht- und Sickerwasser - wie z.B. in RKS 1 angetroffen - ist in diesen Bereichen in der Grabensohle eine offene Wasserhaltung mit gut ausgefilterten Pumpensümpfen und Dränleitungen vorzusehen. Generell empfiehlt es sich, in diesen Bereichen bei den Aushubarbeiten in sehr kurzen Abschnitten vorzugehen, um das anfallende Wasser zunächst mit Hilfe einer Pumpe fassen und ableiten zu können. In diesem Zuge ist dann das Bodenaustauschmaterial und ggf. Dränleitungen einzubauen. Nach dem Aushub aller Abschnitte kann dann die offene Wasserhaltung innerhalb des kiesigen Bodenaustauschpakets betrieben werden.

Die Drängräben bzw. Dränleitungen und Pumpensümpfe sind grundsätzlich filterstabil auszubilden um eine innere Erosion in den umgebenden Böden zu vermeiden. Sämtliche Wasserhaltungsarbeiten bedürfen einer wasserrechtlichen Genehmigung. In allen Bauzuständen ist auf eine ausreichende Sicherheit gegen Sohlaufbruch etc. zu achten.

4.3 Versickerung

Als Grenzwerte für die Versickerung von Niederschlagswasser gelten 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.

Die im Planungsgebiet mit den unverrohrten Kleinrammbohrungen aufgeschlossenen Böden (Deckschichten bzw. stark verwitterte Ältere Deckenschotter) weisen durchweg eine Durchlässigkeit $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s auf. Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist in diesen Böden nicht möglich.

Generell kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass in tieferen Lagen durchlässigere Böden (z.B. geringer verwitterte Kiese) anstehen. Um dies zu beurteilen wären im vorliegenden Fall jedoch weitere Untersuchungen (großkalibrige, verrohrte und tiefreichende Baugrundaufschlussbohrungen) erforderlich.

Auf Grund der Hanglage des Planungsgebiets ist nach DWA-A 138 jedoch generell von deutlichen Einschränkungen bei der Versickerung von Niederschlagswasser auszugehen. Eine Versickerung steigert die Durchnässung des Untergrundes und die Gefahr von Hangrutschungen erhöht sich. Darüber hinaus kann sich die konzentrierte Einleitung von Niederschlagswasser im oberen Hangbereich auf die Unterlieger negativ auswirken (erhöhter Wasseranfall an den Außenwänden).

Somit wird generell davon abgeraten, für das geplante Baugebiet eine Versickerung von unbelastetem Niederschlagswasser vorzusehen bzw. vorzuschreiben.

4.4 Weitere Entwurfs- und Ausführungshinweise

Frostsicherheit

Als Mindestgründungstiefe für alle Bauteile sollte aus Frostsicherheitsgründen 1,0 m unter späterer GOK eingehalten werden. Beim Bauen in kalter Jahreszeit sind Maßnahmen gegen das Eindringen des Frostes in den frostgefährdeten Gründungsbereich zu treffen.

Hinterfüllung

Die Hinterfüllung und Überschüttung von Bauwerken sollte nach den Anforderungen der ZTVE-StB 09 erfolgen. Auf einen ordnungsgemäßen Einbau und eine ausreichende Verdichtung des hinterfüllten Bodenmaterials ($D_{Pr} \geq 100 \%$) einschließlich der durchzuführenden Verdichtungskontrollen ist zu achten.

Sicherheitsmaßnahmen

Bei allen Erdarbeiten und grundbaulichen Maßnahmen sind die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften zu beachten, vor allem die Sicherheitsvorschriften der Bauberufsgenossenschaft und die Ausführungen der DIN 4124.

5 Schlussbemerkungen

Das vorliegende Baugrundgutachten beschreibt und beurteilt die angetroffenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse, nimmt die geologischen, bodenmechanischen und bautechnischen Klassifizierungen vor und erarbeitet die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenkenngrößen. Darüber hinaus werden Vorschläge zur Bauwerksgründung und Empfehlungen zur Planung und Bauausführung gegeben. Damit sind von den am Bau Beteiligten die Ergebnisse der Baugrunderkundung in die weitere Planung einzuarbeiten.

Bei der Bauausführung empfiehlt sich dringend eine sorgfältige Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten mit Vergleich der angetroffenen Böden mit den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung, da Abweichungen des Untergrunds zu den Untersuchungsstellen nicht auszuschließen sind.

6 Verfasser

Baugrundinstitut Kling Consult
Krumbach, 28. April 2016



M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Daniel Schnatterer
(Projektleiter)



Dipl.-Geol. Jan Peter Burghard

Die Veröffentlichung des Gutachtens einschließlich aller Anlagen, auch gekürzt oder auszugsweise für Zwecke von Projekten dritter, bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung der Kling Consult GmbH.