



**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

**BEBAUUNGSPLAN MIT
INTEGRIERTEM
GRÜNORDNUNGSPLAN
„GEWERBE GEBIET“**

GEMEINDE NIEDERRIEDEN

- Auftraggeber:** Gemeinde Niederrieden
über
Verwaltungsgemeinschaft Boos
Fuggerstraße 3
87737 Boos
- Bebauungsplan:** Kling Consult
Planungs- und Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH
Raumordnungsplanung
Burgauer Straße 30
86381 Krumbach
- Felduntersuchung:** Kling Consult
Planungs- und Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH
Baugrundinstitut – Bodenmechanisches Labor
Burgauer Straße 30
86381 Krumbach
- Bodenmechanische
und hydrogeologische
Begutachtung:** Kling Consult
Planungs- und Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH
Baugrundinstitut
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 Laborversuche
- Verteiler:**
- 1) Gemeinde Niederrieden 2-fach
 - 2) KC 25, goe 1-fach
 - 3) KC 02, gu 1-fach

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Bauvorhaben und bestehendes Gelände	4
1.2	Vorgang und Auftrag	4
1.3	Unterlagen	4
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 und Sande	10
3.2	Hydrogeologische Verhältnisse	12
3.2.1	Wasserstände	12
3.3	Bodenkenngößen	13
3.4	Bodenklassen nach DIN 18300	14
3.5	Erdbebenzone nach DIN 4149	14
4	Bautechnische Folgerungen	15
4.1	Verkehrsflächen Straße	15
4.1.1	Frostsicherer Gesamtaufbau	15
4.1.2	Planum	15
4.2	Kanalbau	16
4.2.1	Gründung der Kanalrohre und Schächte	16
4.2.2	Kanalgrabenverbau und Wasserhaltung	17
4.3	Versickerung	18
4.4	Weitere Entwurfs- und Ausführungshinweise	20
5	Schlussbemerkungen	21
6	Verfasser	21

1 Allgemeines

1.1 Bauvorhaben und bestehendes Gelände

Die Gemeinde Niederrieden (VG Boos) plant am südwestlichen Ortsrand von Niederrieden derzeit die Ausweisung eines Gewerbegebiets auf der Flur-Nr. 353, Gemarkung Niederrieden. Genauere Planunterlagen zu Kanal- und Straßenbaumaßnahmen liegen derzeit noch nicht vor. Sofern der Untergrund ausreichend sickerfähig ist, soll das anfallende Niederschlagswasser versickert werden.

Das derzeit als landwirtschaftliche Ackerfläche genutzte Planungsgebiet ist insgesamt relativ eben und liegt im Bereich der Untersuchungsstellen auf einer Höhe zwischen etwa 472,2 mNN und 473,7 mNN.

1.2 Vorgang und Auftrag

Mit dem Ingenieurvertrag vom 27. Januar 2014 erteilte die Gemeinde Niederrieden über die Verwaltungsgemeinschaft Boos dem Baugrundinstitut Kling Consult (BIKC) den Auftrag zur Durchführung einer Baugrunduntersuchung und zur Erstellung eines Baugrundgutachtens entsprechend dem Angebot vom 24. September 2013, Angebots-Nr. 05.13.101.

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 Karte von Bayern, M 1:25.000, Blatt 7927 „Amendingen“, herausgegeben vom Bayer. Geol. Landesamt München, 1978
- Baugrundgutachten „Kanalisation Niederrieden, südwestlicher Ortsbereich“, BIKC-Gutachten vom 6. März 2008, Projekt-Nr. 7736 02
- Lageplan des Erschließungsgebiets, bereitgestellt durch die Abteilung Raumordnungsplanung von Kling Consult im September 2013

- 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 sind im Planungsgebiet unter unterschiedlich mächtigen Deckschichten (Lößlehm und Löß) die quartären Kiese der jungpleistozänen Niederterrasse zu erwarten. Den tieferen Untergrund bilden die jungtertiären Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (OSM).

2 Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felduntersuchungen

Am 13. Januar 2014 wurden von einem Mitarbeiter des BIKC 5 Kleinrammbohrungen nach DIN EN 22475-1 (Rammkernsondierung RKS, Bohrdurchmesser 80/60 mm) und 3 Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN 22476-2 (DPH) abgeteuft. Mit den Kleinrammbohrungen wurden Tiefen zwischen 2,0 m und 4,0 m unter GOK, mit den Rammsondierungen Tiefen zwischen 2,0 m und 6,0 m unter GOK 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 13. Januar 2014 nach Lage und Höhe von einem Mitarbeiter des BIKC eingemessen. Lage und Höhe der Untersuchungspunkte sind in den Anlagen 1 bis 3 eingetragen.

2.2 Laboruntersuchungen

Im bodenmechanischen Labor des BIKC wurden an 3 Bodenproben der Güteklasse 3 nach DIN EN ISO 22475-1 die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- 3 Bodenansprachen nach DIN EN ISO 22475-1/18196
- 3 Korngrößenverteilungen nach DIN 18123

Eine aus den Auffüllungen und Deckschichten zusammengestellte Mischprobe im Bereich der Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 5 wurde zur analytischen Untersuchung an das chemische Labor AGROLAB weitergeleitet. Bei der Untersuchung der Mischprobe wurde ein stark erhöhter Chloridgehalt im Eluat festgestellt (siehe Abschnitt 3.1.1). Aus diesem Grunde wurden nach Rücksprache mit dem Auftraggeber 11 vorhandene Bodenproben aus den Auffüllungen und Deckschichten zur lokalen Eingrenzung der erhöhten Chlorid-Gehalte ausgewählt und an das chemische Labor AGROLAB zur Chloridanalytik im Eluat weitergeleitet.

Eine tabellarische Zusammenstellung der bodenmechanischen Versuchsergebnisse findet sich in Anlage 4, eine Beurteilung der Versuchsergebnisse erfolgt im 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.

Im Bereich der Untersuchungsstellen RKS 1 und RKS 5 wurden zuoberst anthropogene Auffüllungen bis in eine Tiefe von 0,7 m unter GOK erkundet. Die Auffüllungen wurden in Form von schluffigen bis stark schluffigen Sanden mit eingelagerten Ziegelresten angetroffen. Es ist anzunehmen, dass es sich nur um lokal eng begrenzte Auffüllungen, z. B. aus dem Wegebau handelt.

Weiter wurden in allen Untersuchungsstellen unter einer geringmächtigen Mutterbodenlage bzw. unter den lokal begrenzten Auffüllungen natürliche Deckschichten bis in eine Tiefe zwischen 1,5 m und 3,2 m unter GOK angetroffen. Die Deckschichten setzen sich insgesamt aus sandigen bis stark sandigen Schluffen in weicher bis steifer Konsistenz zusammen. Lokal sind in den Schluffen einzelne Kieskörner eingelagert. Weiter wurde im Bereich von RKS 4 (1,0 m bis 2,0 m unter GOK) ein schwach kiesiger Anteil in Form von Kalkkonkretionen erkundet.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen lassen auf eine lockere Lagerung der sandigen Auffüllungen schließen bzw. belegen die geringe Konsistenz der bindigen Deckschichten.

Bodenmechanische Beurteilung:

Die Auffüllungen und Deckschichten sind generell stark kompressibel und weisen eine geringe Scherfestigkeit auf. Sie sind nicht tragfähig und zur Aufnahme von Bauwerkslasten und Lasten aus dem Straßenbau und der Straßennutzung nicht geeignet.

Die Auffüllungen und Deckschichten sind durchweg sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 3) und auch wasserempfindlich (fließempfindlich, aufweichgefährdet). Nach DIN 18130 sind sie in sandigen Bereichen als durchlässig bis schwach durchlässig und in bindigen Bereichen als schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig einzustufen.

Die Auffüllungen und Deckschichten sind nicht verdichtbar und für bautechnische Zwecke, wie z. B. Bauwerkshinterfüllungen, nicht geeignet.

Für den Fall erforderlicher Ramm- oder Rüttelarbeiten kann in den Auffüllungen und Deckschichten von meist geringen Eindringwiderständen ausgegangen werden. Größere Steinlagerungen innerhalb der Auffüllungen, wie z. B. Beton- und andere Bauschuttreste, können ggf. Rammhindernisse darstellen.

Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen:

Die Zusammensetzung der aus den Auffüllungen und Deckschichten hergestellten Mischprobe zur chemischen Laboruntersuchung ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Proben	Tiefe [m]
RKS 1 / GP 1 + GP 2	0,2 - 1,5 m
RKS 2 / GP 1 + GP 2	0,2 - 1,7 m
RKS 3 / GP 1	0,3 - 1,0 m
RKS 4 / GP 1	0,3 - 1,0 m
RKS 5 / GP 1 + GP 2	0,3 - 1,0 m

An der Mischprobe wurden im chemischen Labor die nach LAGA und Eckpunktepapier vorgegebenen Parameter untersucht. Die Mischprobe wies im Eluat einen erhöhten Chloridgehalt (53 mg/l) auf, wonach das anfallende Material als > Z 2-Material im Sinne der LAGA und des Eckpunktepapiers zur "Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen" (Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen) einzustufen wäre. Die weiteren Werte weisen keine Auffälligkeiten auf. Der erhöhte Chloridgehalt ist vermutlich auf die winterliche Straßensalzung zurückzuführen.

Um die erhöhten Chloridbelastungen zu lokalisieren bzw. vertikal und horizontal einzugrenzen, wurden aus diesem Grund 11 Bodenproben aus den Auffüllungen und Deckschichten ausschließlich auf deren Chloridgehalt im Eluat analysiert. Das Ergebnis der Untersuchungen zeigt im gesamten Planungsgebiet hohe Chloridgehalte an. Der Chloridgehalt schwankt auch stark über die Tiefe der oberflächennah anstehenden Auffüllungen und Deckschichten, die bis in eine Tiefe zwischen 1,5 m und 2,7 m unter GOK untersucht wurden.

Mit Ausnahme der Proben aus RKS 1 (0,2 m-0,7 m), RKS 3 (1,0-1,5 m), RKS 4 (1,0-2,0 m) und RKS 5 (0,3-0,7 m), die aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Chlorid-Gehalte im Sinne der LAGA bzw. des Eckpunktepapiers als Z0-Material eingestuft werden können, wurde in allen weiteren Proben ein Chloridgehalt > 20 mg/l (Z 1.2) festgestellt.

Die weiteren Proben sind somit im Sinne der LAGA und des Eckpunktepapiers als Z 2-Material bzw. > Z 2-Material einzustufen. Es ist somit insgesamt von einer großflächigen vertikalen und horizontalen Ausbreitung der mit erhöhten Chlorid-Gehalten belasteten Auffüllungen und Deckschichten auszugehen.

Sollten beim Aushub sonstige nach organoleptischem Befund auffällige anthropogene Auffüllungen anfallen (z. B. Auffüllungen mit Fremdmaterialanteil), sollten diese generell auf der Baustelle zwischengelagert, beprobt und hinsichtlich ihrer weiteren Verwendungsmöglichkeiten chemisch analysiert werden. Der Untersuchungsumfang sollte den Vorgaben der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) zu den "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln" bzw. der Deponieverordnung (DepV) entsprechen.

Bei der Ausschreibung der gewerblichen Leistungen sollte die stoffliche Verwertung bzw. Deponierung von Böden mit erhöhtem Schadstoffanteil entsprechend den jeweiligen Zuordnungswerten der LAGA bzw. dem Eckpunktepapier zur "Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen" bzw. der DepV berücksichtigt werden.

3.1.2 Quartäre Kiese und Sande

Unterhalb der anthropogenen Auffüllungen und natürlichen Deckschichten wurden in allen Untersuchungsstellen quartäre Kiese und Sande (jungpleistozäne Niederterrassenschotter) bis zur jeweiligen Endtiefe aufgeschlossen. Wegen der hohen Lagerungsdichte der Kiese und Sande konnten diese mit keiner Kleinrammbohrung und mit keiner Rammsondierung durchörtert werden. Die aufgeschlossenen Niederterrassenschotter wurden in RKS 1, RKS 3 und RKS 4 in Form von schwach schluffigen, sandigen Kiesen erkundet. Im Bereich von RKS 5 wurden sie in Form von schluffigen bis stark schluffigen, sandigen Kiesen sowie im Bereich von RKS 2 als schwach schluffigen bis schluffigen Sanden bzw. Kies-Sanden angetroffen.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen lassen auf eine in den oberen Lagen bereichsweise (z. B. DPH 2, DPH 3) annähernd mitteldichte bis mitteldichte Lagerung der quartären Kiese schließen. Darunter bzw. im Bereich von DPH 1 direkt unter den Deckschichten weisen die Kiese eine dichte Lagerung auf.

Laborversuchsergebnisse:

An 3 Bodenproben aus den quartären Kiesen und Sanden wurde im bodenmechanischen Labor des BIKC die Korngrößenverteilung ermittelt. Anhand der Körnungslinien wurde nach dem Berechnungsverfahren nach SEILER (1973) für den Kies die Durchlässigkeit abgeschätzt. Für das Kies-Sand-Gemisch im Bereich von RKS 2 wurde die Durchlässigkeit auch mit dem Berechnungsverfahren von BEYER (1964) abgeschätzt.

	RKS 2 2,5 m	RKS 3 2,1 m	RKS 4 2,5 m
Feinstkornanteil (< 0,002 mm)	3 %	< 3 %	< 4 %
Schlammkornanteil (< 0,06 mm)	22 %	10%	10 %
Sandkornanteil (0,06 – 2 mm)	37 %	24 %	22 %
Kieskornanteil (2 – 60 mm)	41 %	66 %	68 %
Steinanteil (> 60 mm)	-	-	-
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*	GU	GU
k-Wert nach BEYER [m/s]	$1,9 \times 10^{-6}$	-	-
k-Wert nach SEILER [m/s]	$4,3 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-3}$	$3,3 \times 10^{-3}$

Bodenmechanische Beurteilung:

Die in den oberen Lagen annähernd mitteldicht bis mitteldicht gelagerten Kiese und Sande sind gering bis mäßig kompressibel und weisen eine mittlere bis hohe Scherfestigkeit auf. Die darunter anstehenden dicht gelagerten Kiese und Sande sind gering kompressibel und weisen eine hohe Scherfestigkeit auf. Insgesamt sind die Kiese und Sande gut tragfähig und zur Aufnahme von Bauwerkslasten und Lasten aus dem Straßenbau und der Straßennutzung geeignet.

Die Kiese und Sande sind, je nach Schlammkornanteil, gering bis mittel frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 2) oder sehr frostempfindlich (F 3). Nach DIN 18130 werden sie als durchlässig bis stark durchlässig eingestuft.

Die Kiese und Sande sind, bei nicht zu hohem Schlämmkornanteil, gut verdichtbar und für bautechnische Zwecke, wie z. B. Bauwerkshinterfüllungen, geeignet. Für den Fall erforderlicher Ramm- oder Rüttelarbeiten muss in den Kiesen und Sanden von meist sehr hohen Eindringwiderständen und einer entsprechend sehr schweren Ramm- bzw. Rüttelbarkeit ausgegangen werden. Rammunterstützende Maßnahmen wie Vorbohren oder Spülhilfe können erforderlich werden. Größere Steineinlagerungen können generell nicht ausgeschlossen werden und ggf. Rammhindernisse darstellen.

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse

3.2.1 Wasserstände

Ein geschlossener Grundwasserspiegel wurde bei den Felduntersuchungen nicht angetroffen. Lediglich im Bereich der RKS 5 waren die quartären Kiese und Sande etwas aufgeweicht bzw. durchnässt.

Im Rahmen des Baugrundgutachtens zur „Kanalisation Niederrieden, Südwestlicher Ortsbereich“ (östlich des geplanten Gewerbegebiets im Bereich Grundweg und Ringweg, Projekt-Nr. 7736 02) wurde der Grundwasserspiegel sehr unterschiedlich zwischen 3,5 m (Südost) und 6,0 m (Nordwest) unter GOK, entsprechend Höhen zwischen 570,2 mNN und 574,5 mNN, innerhalb der quartären Kiese erkundet. Weiter wurde in diesem Baugrundgutachten eine Fließrichtung des Grundwassers nach Nordwest bis West zum Illertal hin festgestellt.

Am 15. Januar 2014 wurde zudem der Grundwasserspiegel in einer nördlich des Planungsgebietes gelegenen Grundwassermessstelle (GWM) eingemessen. In dieser etwa 740 m vom Planungsgebiet entfernten GWM wurde der Grundwasserspiegel dabei in einer Tiefe von 10,9 m unter GOK angetroffen.

Der Grundwasserspiegel ist im gesamten Bereich der Baumaßnahmen somit erst in den tieferen Lagen der quartären Kiese zu erwarten. Insgesamt ist jedoch je nach Jahreszeit und Witterung zumindest periodisch mit lokalen Sicker- und Schichtwasservorkommen, die sich vor bzw. auf weniger durchlässigen Schichten sammeln und aufstauen können, zu rechnen.

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 Lagerungsverband, d. h. ohne z. B. baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen.

BODENART	WICHTE		SCHERPARAMETER			STEIFE-MODUL E_s [MN/m ²]
	über 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 und Deckschichten sandig, locker i. M.	18 – 20 19	9 – 11 10	- -	0 0	27,5 – 32,5 30	4 – 8 6
schluffig, weich-steif i. M.	18 – 20 19	8 – 10 9	20 – 40 30	0 0	22,5 – 27,5 25	4 – 6 5
Quartäre Kiese und Sande annähernd mitteldicht bis mitteldicht i. M.	19 – 21 20	10 – 12 11	- -	0 0	30 – 35 32,5	30 – 50 40
dicht i. M.	20 – 22 21	11 – 13 12	- -	0 0	35 – 40 37,5	80 – 100 90

Tabelle 1: Bodenkenngrößen

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.

3.4 Bodenklassen nach DIN 18300

Mutterboden	Klasse	1
Deckschichten und lokale Auffüllungen	Klasse	4
bei Wasserzutritt	Klasse	2
in breiigem oder fließendem Zustand auch	Klasse	5
bei Grobeinlagerungen auch	Klasse	5
Quartäre Kiese und Sande	Klasse	3 + 4
bei Grobeinlagerungen auch	Klasse	5

Zur Berücksichtigung erfahrungsgemäß nicht auszuschließender diagenetischer Verfestigungen oder Steineinlagerungen in den quartären Böden sowie auch von Bauschuttresten 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 4149

Der Bebauungsbereich liegt der DIN 4149 zufolge außerhalb von Erdbebenzonen, wo gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität 6 nicht erreicht wird. Der Lastfall Erdbeben muss nach den Ausführungen der DIN 4149 nicht berücksichtigt werden.

4 Bautechnische Folgerungen

4.1 Verkehrsflächen Straße

4.1.1 Frostsicherer Gesamtaufbau

Nach derzeitigem Planungsstand ist für die zur Erschließung des geplanten Gewerbegebiets notwendigen Straßen noch kein Oberbau definiert. Es wird daher im Weiteren davon ausgegangen, dass bei den benötigten Erschließungsstraßen nach RStO 12 die Belastungsklasse Bk3,2 oder Bk10 (Gewerbestraße) zugrunde gelegt werden soll.

Wegen der sehr frostempfindlichen (F 3) Böden im Planum (stark schluffige Sande und bindige Deckschichten) muss nach RStO 12 der frostsichere Gesamtaufbau (UK Frostschuttschicht bis OK Straßendecke) bei Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk3,2 in der Frosteinwirkungszone II eine Dicke von 65 cm (60+5+0+0+0+0) erhalten. Je nach Ausführung der Straßenrandbereiche bzw. Entwässerung der Fahrbahn sind Abschläge für die Dicke des frostsicheren Oberbaus möglich. Bei einem Bodenaustausch im Planum mit GU-Material (F 2) reduziert sich die Dicke des frostsicheren Oberbaus um 10 cm. Bei Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk10 ist im Vergleich zur Belastungsklasse Bk3,2 ein weiterer Aufschlag der Dicke des frostsicheren Oberbaus um 5 cm vorzusehen.

Der Straßenkörper ist so gut zu verdichten, dass auf OK Frostschuttschicht mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verhältnis von $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ nachgewiesen werden kann.

4.1.2 Planum

Das Planum (UK Frostschuttschicht) 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 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 geringer als steif konsistenten Böden das Einlegen eines Geotextiles 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 bei den weich bis steif konsistenten Böden voraussichtlich bei etwa 40 cm, bei ausgesprochen weich konsistenten Böden auch bis zu etwa 70 cm. Liegt das Planum innerhalb der sandigen Auffüllungen, ist die Mächtigkeit der verbleibenden Auffüllungen unterhalb des Planums nach den Untersuchungsergebnissen voraussichtlich nur noch sehr gering. Aus diesem Grund sind auch hier Austauschdicken von 40 cm erforderlich. Bei zusätzlichem Einbau eines knotensteifen Geogitters (z. B. Tensar TX 170 G oder gleichwertiges) kann die Dicke des Kiespolsters deutlich reduziert werden. Sollte das Einlegen eines Geotextiles bei weichen Böden aus baubetrieblichen Gründen (Schächte, Schieber, Leitungen etc.) nicht praktikabel sein, sind um ca. 5 cm bis 10 cm größere Austauschdicken zu erwarten. Die tatsächlich erforderliche Dicke sollte lokal an einem Testfeld ermittelt werden. Um ein Aufweichen der Aushubsohle zu vermeiden, ist das Bodenaustauschmaterial unverzüglich nach dem Aushub einzubauen.

Alternativ zum Bodenaustausch kann eine Bodenverbesserung bzw. -stabilisierung der im Planum anstehenden Deckschichten mittels Kalk/Zement-Zugabe erfolgen. Dazu wird das Bindemittel flächig etwa 30 cm tief in das Planum eingefräst. Je nach Bindemittel und Konsistenz der Böden kann meist von einem Bindemittelanteil von etwa 4 bis 6 Gew.-% ausgegangen werden. Aufgrund der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Bindemittel und Bindemittelgemische empfiehlt sich grundsätzlich die Anlage eines Testfeldes, um den jeweils erforderlichen Bindemittelanteil festlegen zu können. Nach Durchführung einer solchen qualifizierten Bodenverbesserung ist ein Verformungsmodul $E_{V2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

4.2 Kanalbau

4.2.1 Gründung der Kanalrohre und Schächte

Derzeit liegen noch keine 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 Aushubsohle liegt dann teils in den nicht tragfähigen Deckschichten, größtenteils aber bereits in den tragfähigen quartären Kiesen und Sanden.

Kommt die Kanalsohle in den nicht tragfähigen, weich bis steif konsistenten bindigen Deckschichten zu liegen, empfiehlt sich unterhalb der Kanalsohle ein Teilbodenaustausch in einer Stärke von etwa 40 cm. Sollten in der Aushubsohle ausgesprochen weich konsistente bindige Deckschichten anstehen, sind diese vollständig zu entfernen. Bei geringer als steif konsistenten Böden im Kanalgraben empfiehlt sich zusätzlich das Einlegen eines geotextilen Filtervlieses zur Trennung, das seitlich mit hochgezogen werden sollte, um ein seitliches Verdrücken des Grabenverfüllmaterials zu verhindern. In den tragfähigen quartären Kiesen und Sanden kann der Kanal nach einer intensiven Nachverdichtung der Aushubsohle direkt in der Rohrbettung (ca. 15 cm bis 20 cm dickes Kiesbett) gegründet werden. 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.

Als Bodenaustauschmaterial unter den Rohren und Schächten sollte auch hier gut verdichtetes Ersatzmaterial, wie z. B. Kiessand der Bodengruppen GU oder GW nach DIN 18196 oder gebrochenes Kalkschottermaterial, 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.

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

Zur weitestmöglichen Vermeidung von Störungen mit Vernässung und Tragfähigkeitsverlust der Gründungssohlen wird ein Vorgehen in möglichst kurzen Kanalabschnitten empfohlen.

4.2.2 Kanalgrabenverbau und Wasserhaltung

Je nach erforderlicher Bodenaustauschdicke wird der Kanalgraben nach oben getroffener Annahme eine Tiefe von max. etwa 3,5 m erreichen. Da der Kanalgraben nach der vorliegenden Planung voraussichtlich nicht an dicht angrenzender Bebauung vorbei geführt wird, kann der Kanalgrabenverbau mittels Systemplatten erfolgen. Als dicht angrenzend ist die Bebauung dann einzustufen, wenn deren Fundamente im nachfolgend dargestellten Nahbereich zu liegen kommen.

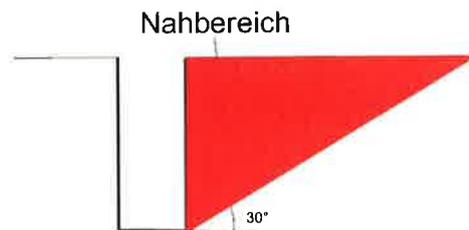


Abbildung 1: Prinzipschnitt Kanalgraben

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

Bei einer Tiefenlage des Kanalgrabens von bis zu 3,5 m werden bei ähnlichen Grundwasser-Verhältnissen, wie bei den feldtechnischen Untersuchungen, voraussichtlich keine Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig werden. Sollten die Kanalgräben nach fortschreitender Planung deutlich tiefer zu liegen kommen, schneiden diese bei hohen Grundwasserständen ggf. in das Grundwasser ein. In diesem Fall sollten weiterführende Untersuchungen zur Bestimmung ggf. notwendig werdender Wasserhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Zur Ableitung von Oberflächen- sowie Sicker- und Schichtwasser ist generell eine offene Wasserhaltung mit gut ausgefilterten Pumpensümpfen und Dränleitungen vorzuhalten.

Die Hinterfüllung und Verdichtung von Bodenmaterial in den Kanalgräben sollte nach der ZTVA-StB 12 erfolgen. Auf eine ordnungsgemäße Verfüllung und Verdichtung des hinterfüllten Bodenmaterials einschließlich der durchzuführenden Verdichtungskontrollen ist 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 Sicker-raum nicht gewährleistet, bei Werten von $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s wird die Versickerungsanlage zu lange eingestaut.

Die anhand der Sieblinienauswertungen nach SEILER (1973) für die quartären Kiese bestimmten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen bei $3,3 \times 10^{-3}$ m/s bzw. bei $2,5 \times 10^{-3}$ m/s. Die Durchlässigkeit der Kies-Sand-Gemische liegt nach SEILER (1973) bei $4,3 \times 10^{-5}$ m/s, nach BEYER (1964) bei $1,9 \times 10^{-6}$ m/s.

Damit wären die Kies-Sand-Gemische ohne Zusatzmaßnahmen als geeignet zur Versickerung von Niederschlagswasser einzustufen. Zur Bemessung jeglicher Versickerungseinrichtungen sollte in den Kies-Sand-Gemischen von einem k_f Wert von $1,0 \times 10^{-6}$ m/s ausgegangen werden.

Die schlämmkornarmen Kiese weisen hingegen eine zu hohe Durchlässigkeit auf. Sollte die Unterkante (UK) von Versickerungseinrichtungen in diesen Kiesen zu liegen kommen oder sollte die Mächtigkeit der geringer durchlässigen Kies-Sand-Gemische weniger als 0,5 m betragen, ist unterhalb der Sohle der Versickerungseinrichtung eine mindestens 0,5 m starke Schicht an geeignetem Bodenmaterial ($1 \times 10^{-3} \geq k_f \geq 5 \times 10^{-4}$ m/s) einzubauen.

Sollten im Bereich künftig erstellter Sickeranlagen an deren UK bindige Lagen der Deckschichten bzw. stark schlämmkornreiche Kiese (z. B. RKS 5) anstehen, so sind diese bis zum Erreichen der schlämmkornarmen, quartären Kiese und Sande restlos zu entfernen und durch stark durchlässiges Material ($1 \times 10^{-3} > k_f > 5 \times 10^{-4}$ m/s) zu ersetzen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Seitenflächen der Versickerungseinrichtungen dann voraussichtlich als nicht sickerfähig eingestuft werden müssen.

Hinsichtlich ggf. notwendiger Vorbehandlungsmaßnahmen zur Versickerung bzw. zum Ableiten der Niederschlagsabflüsse ist das ATV-DVWK-Regelwerk M 153 „Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser“ vom Februar 2000 zu beachten. Um einem Versagen der einzelnen Versickerungsanlagen vorzubeugen, empfiehlt es sich jeweils einen Notüberlauf (z. B. Kanal, Vorflut) vorzusehen.

Gemäß der „Verordnung über die erlaubnisfreie schadlose Versickerung von gesammeltem Niederschlagswasser (Niederschlagswasser-Freistellungsverordnung-NwFreiV)“ vom Oktober 2008 des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz kann anfallendes Niederschlagswasser erlaubnisfrei versickert werden, wenn u. a.:

- an eine Versickerungsanlage höchstens 1.000 m² befestigte Fläche angeschlossen werden

- angeschlossene, mit Kupfer-, Zink- oder Bleiblech gedeckte Dachflächen eine Größe von weniger als 50 m² aufweisen
- außerhalb von Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten und von Altlasten und Altlastenverdachtsflächen versickert wird
- auf den angeschlossenen Flächen nicht regelmäßig mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird

Die Einleitung in Oberflächengewässer (z. B. Gräben) ist gem. den „Technischen Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in oberirdische Gewässer (TREN OG)“ des BayStMLU nicht erlaubnisfrei.

4.4 Weitere Entwurfs- und Ausführungshinweise

Frostsicherheit

Als Mindestgründungstiefe für alle Bauteile sollte aus Frostsicherheitsgründen 1,2 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 Bodenkenngößen. Darüber hinaus werden allgemeine Hinweise und Empfehlungen zum Straßen- und Kanalbau, zur Versickerung von Niederschlagswasser und zur Schadstoffbelastung der angetroffenen Böden erarbeitet. Damit sind von den am Bau Beteiligten die Ergebnisse der Baugrunderkundung in die weitere Planung einzuarbeiten.

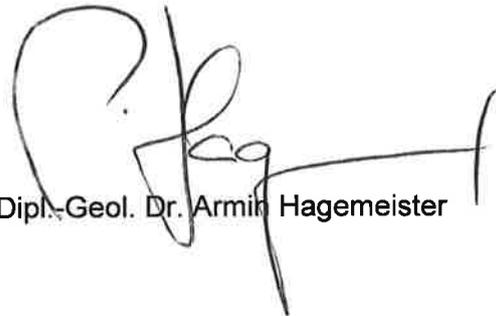
Bei der Bauausführung empfiehlt sich dringend eine sorgfältige Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten mit Vergleich der angetroffenen Böden mit den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung, da Abweichungen des Untergrunds zu den Untersuchungsstellen nicht auszuschließen sind.

6 Verfasser

Baugrundinstitut Kling Consult
Krumbach, 27. Februar 2014



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



Dipl.-Geol. Dr. Armin Hagemeister

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