



**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

**BG Horgauer Straße,
Rommelsried**

GEMEINDE KUTZENHAUSEN

PROJEKT-NR. 8644 02

22. JUNI 2011

Auftraggeber: Gemeinde Kutzenhausen
Schulstraße 10
86500 Kutzenhausen

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 ~1:750
- 2) Geotechnischer Schnitt, Maßstab 1:100
- 3) Schichtenverzeichnisse, Bohr- und Sondierprofile
- 4) Ergebnisse der Laborversuche

Verteiler:

1) Auftraggeber	3fach
2) KC 02, jc	1fach

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	7
3.1	Untergrund nach den Bohr-, Sondier- und Laborversuchsergebnissen	7
3.1.1	Auffüllungen	7
3.1.2	Deckschichten	8
3.1.3	Tertiäruntergrund (OSM)	8
3.2	Hydrogeologische Verhältnisse	10
3.2.1	Wasserstände	10
3.3	Bodenkenngrößen	10
3.4	Bodenklassen nach DIN 18300	11
3.5	Erdbebenzone nach DIN 4149	12
4	Bautechnische Folgerungen	13
4.1	Gründung der Wohnbebauung	13
4.2	Straßenbau	15
4.2.1	Frostsicherer Gesamtaufbau	15
4.2.2	Planum	15
4.3	Kanalbau	16
4.3.1	Gründung der Kanalrohre und Schächte	16
4.3.2	Kanalgrabenverbau	16
4.4	Baugrubenumschließung	17
4.5	Wasserhaltung	18
4.6	Versickerung	18
4.7	Weitere Entwurfs- und Ausführungshinweise	20
5	Schlussbemerkungen	22
6	Verfasser	22

1 Allgemeines

1.1 Bauvorhaben und bestehendes Gelände

Die Gemeinde Kutzenhausen plant derzeit die Erschließung des Grundstücks Flur-Nr. 70 im Ortsteil Rommelsried. Eine konkrete Planung hierzu liegt derzeit noch nicht vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass eine Bebauung mit Einfamilienhäusern einschließlich der erforderlichen Kanal- und Straßenbaumaßnahmen erfolgen soll. Soweit möglich soll das anfallende Niederschlagswasser im Planungsgebiet versickert werden.

Das bestehende, derzeit als Grünfläche genutzte Gelände ist relativ eben. Es fällt von Süden nach Norden nur leicht ab. Nach Angabe des Eigentümers der Fläche handelt es sich bei den leichten Geländeanhöhungen zur Biburger Straße bzw. Horgauer Straße hin um Auffüllungen, die im Zuge früherer Straßenbaumaßnahmen dort eingebracht wurden. Die Untersuchungsstellen liegen auf einer Höhe zwischen 479,66 mNN und 481,75 mNN.

1.2 Vorgang und Auftrag

Mit Schreiben vom 7. Juni 2011 erteilte die Gemeinde Kutzenhausen dem Baugrundinstitut Kling Consult (BIKC) den Auftrag zur Durchführung einer Baugrunduntersuchung und zur Erstellung eines Baugrundgutachtens entsprechend dem Angebot vom 19. Mai 2011, Angebots-Nr. 02.11.088.

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 Vorschlägen für die Gründung der Wohnbebauung, für den Kanal- und Straßenbau sowie für die Versickerung von Niederschlagswasser mit weiteren grundbautechnischen Hinweisen.

1.3 Unterlagen

- Geologische Übersichtskarte der Mindel-Lech-Platte, M 1:100.000, herausgegeben vom Bayer. Geol. Landesamt München, 1995
- 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 früherer Baugrunduntersuchungen in der Umgebung sind im Untersuchungsgebiet die jungtertiären Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (OSM) zu erwarten, die erfahrungsgemäß von teils mächtigen Deckschichten überlagert werden.

2 Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felduntersuchungen

Am 7. Juni 2011 wurden von einem Mitarbeiter des BIKC 3 Kleinrammbohrungen nach DIN EN 22475-1 (Rammkernsondierung RKS, Bohrdurchmesser 80/60 mm) und 2 Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN 22476-2 abgeteuft. Mit den Kleinrammbohrungen wurden Tiefen von 5,0 m erreicht. Die Rammsondierungen wurden bis in Tiefen zwischen 5,0 m und 9,0 m ausgeführt.

Die Lage der Untersuchungsstellen ist aus dem Lageplan in Anlage 1 ersichtlich. Die Sondierprofile sowie die Bohrprofile unter Berücksichtigung der Laborversuchsergebnisse sind in einem geotechnischen Schnitt 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 7. Juni 2011 nach Lage und Höhe 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
- 1 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130

Eine tabellarische Zusammenstellung der Versuchsergebnisse mit Versuchsprotokollen und Kornverteilungskurven findet sich in Anlage 4, 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

Mit der Kleinrammbohrung RKS 1 wurden zuoberst anthropogene Auffüllungen aufgeschlo- sen, die sich überwiegend aus schluffigen Sanden zusammensetzen, in die zumindest be- reichsweise Ziegelreste eingelagert waren. Die Ergebnisse der Rammsondierungen DPH 1 und DPH 3 lassen darauf schließen, dass auch im Bereich dieser Untersuchungsstellen zu- oberst mit Auffüllungen zu rechnen ist, die eine überwiegend lockere bis annähernd mittel- dichte Lagerung aufweisen.

Bodenmechanische Beurteilung:

Die sandigen Auffüllungen sind mäßig bis stark kompressibel und weisen eine überwiegend mittlere Scherfestigkeit auf. Sie sind jedoch allein schon aufgrund der geringen Mächtigkeit nicht tragfähig und zur Aufnahme von konzentrierten Bauwerkslasten nicht geeignet.

Die meist sehr frostempfindlichen und teilweise auch wasserempfindlichen (fließempfindlich) Auffüllungen sind nach DIN 18130 überwiegend als schwach durchlässig bis allenfalls durch- lässig einzustufen.

Die Auffüllungen sind überwiegend mäßig bis schlecht verdichtbar und für bautechnische Zwecke, wie z.B. Bauwerkshinterfüllungen, ungeeignet. Für den Fall erforderlicher Ramm- oder Rüttelarbeiten kann in den Auffüllungen von meist geringen Eindringwiderständen aus- gegangen werden. Größere Steineinlagerungen, wie z.B. Beton- und andere Bauschuttreste, können ggf. Rammhindernisse darstellen.

Beim Aushub anfallende, nach organoleptischem Befund auffällige anthropogene Auffüllun- gen (Auffüllungen mit Fremdmaterialanteil) sollten auf der Baustelle zwischengelagert, be- probt 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" entsprechen.

Bei der Ausschreibung der gewerblichen Leistungen sollte als Bedarfsposition die stoffliche Verwertung bzw. Deponierung von aufgefüllten Böden entsprechend den jeweiligen Zuordnungswerten der LAGA bzw. dem Eckpunktepapier zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen berücksichtigt werden.

3.1.2 Deckschichten

Unterhalb der anthropogenen Auffüllungen bzw. unter der Mutterbodenaufgabe wurden in allen Untersuchungsstellen natürliche Deckschichten aufgeschlossen, die sich überwiegend aus schwach bis stark schluffigen Sanden zusammensetzen, die teils bindige Eigenschaften aufweisen. In den Kleinrammbohrungen RKS 2 und RKS 3 wurden darüber hinaus Zwischenlagen aus stark sandigen Schluffen bzw. schwach sandigen Tonen in weicher Konsistenz aufgeschlossen.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen belegen die geringe Konsistenz bzw. Lagerungsdichte der natürlichen Deckschichten.

Bodenmechanische Beurteilung:

Die natürlichen Deckschichten sind hoch kompressibel und weisen eine überwiegend geringe Scherfestigkeit auf. Sie sind ohne Zusatzmaßnahmen nicht tragfähig und zur Aufnahme von konzentrierten Bauwerkslasten nicht geeignet.

Die meist sehr frostempfindlichen und durchweg auch wasserempfindlichen (fließempfindlich, aufweichgefährdet) Deckschichten sind nach DIN 18130 zwischen durchlässig und sehr schwach durchlässig einzustufen.

Die Deckschichten sind überwiegend schlecht bis nicht verdichtbar und für bautechnische Zwecke, wie z.B. Bauwerkshinterfüllungen, ungeeignet. Für den Fall erforderlicher Ramm- oder Rüttelarbeiten kann in den Deckschichten von meist geringen Eindringwiderständen ausgegangen werden. Größere Steineinlagerungen, wie z.B. Beton- und andere Bauschuttreste, können ggf. Rammhindernisse darstellen.

3.1.3 Tertiäruntergrund (OSM)

Unterhalb der natürlichen Deckschichten wurden in allen Untersuchungsstellen die jungtertiären Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse in Form von schwach schluffigen Sanden bzw. stark sandigen, schwach tonigen Schluffen in halbfester Konsistenz angetroffen.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen lassen im oberen, bauwerksrelevanten Bereich der Tertiärablagerungen auf eine mitteldichte Lagerung bzw. hohe Konsistenz schließen.

Laborversuchsergebnisse:

An 3 Bodenproben aus den Tertiärablagerungen wurde im bodenmechanischen Labor des BIKC die Korngrößenverteilung ermittelt. Anhand der jeweiligen Körnungslinien wurde nach dem Berechnungsverfahren von BEYER (1964) für Sand die Durchlässigkeit bestimmt. An der Bodenprobe aus den schluffigen Tertiärablagerungen wurde die Durchlässigkeit im Labor mit fallender Druckhöhe nach DIN 18130 bestimmt.

		RKS 1 5,0 m	RKS 2 5,0 m	RKS 3 5,0 m
Feinstkornanteil	(< 0,002 mm)	6 %	< 4 %	< 4 %
Schlammkornanteil	(< 0,06 mm)	65 %	13 %	10 %
Sandkornanteil	(0,06 – 2 mm)	35 %	86 %	90 %
Kieskornanteil	(2 – 60 mm)	-	1 %	-
Steinanteil	(> 60 mm)	-	-	-
Bodengruppe nach DIN 18196		-	SU	SU
k-Wert nach BEYER [m/s]		-	$1,7 \times 10^{-5}$	$3,7 \times 10^{-5}$
k-Wert nach fallender Druckhöhe [m/s]		$1,8 \times 10^{-9}$	-	-

Bodenmechanische Beurteilung:

Die mitteldicht gelagerten Sande bzw. halbfesten Schluffe sind nur gering kompressibel und weisen eine hohe Scherfestigkeit auf. Sie sind gut tragfähig und zur Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet.

Die Tertiärablagerungen sind zwischen gering bis mittel frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 2) und sehr frostempfindlich (F 3) einzustufen. Nach DIN 18130 sind sie in schluffiger Ausbildung als sehr schwach durchlässig und in sandiger Ausbildung als durchlässig einzustufen.

Die Schluffe sind nicht, die Sande aufgrund der relativen Gleichkörnigkeit nur mäßig verdichtbar und somit für bautechnische Zwecke, wie z.B. Bauwerkshinterfüllungen, allenfalls in sandiger Ausbildung mäßig geeignet. Für den Fall erforderlicher Ramm- oder Rüttelarbeiten kann in den Tertiärablagerungen von meist hohen Eindringwiderständen und einer entspre-

chend schweren Ramm- bzw. Rüttelbarkeit ausgegangen werden. Auch ist das Phänomen bekannt, dass die Sande sich während des Einrüttelns von beispielsweise Spundbohlen so stark verdichten, dass kein tieferes Einbringen möglich ist. Rammunterstützende Maßnahmen, wie Spülhilfe oder Vorbohren bei Sandsteinlagen, können erforderlich werden.

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse

3.2.1 Wasserstände

Ein geschlossener Grundwasserspiegel wurde bei den Felduntersuchungen im Juni 2011 nicht angetroffen. Nach allgemeiner Erfahrung ist in den vorliegenden Böden jedoch je nach Jahreszeit und Witterung periodisch mit Sicker- und Schichtwasser zu rechnen, das sich vor bzw. auf weniger wasserdurchlässigen Schichten sammeln und aufstauen kann.

3.3 Bodenkenngößen

Eine tabellarische Zusammenstellung der Bodenkenngößen 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.

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 Bodenkenngößen 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	Anfangszustand Kohäsion undränniert c _u [kN/m ²]	Endzustand		
	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]		Kohäsion c' [kN/m ²]	Reibungswinkel φ' [°]	
Auffüllungen sandig, locker i.M.	18 – 20 19	9 – 11 10	- -	0 0	27,5 – 32,5 30	6 – 12 8
Deckschichten bindig, weich i.M.	18 – 20 9	8 – 10 9	15 – 25 20	0 – 3 0	22,5 – 27,5 25	1 – 3 2
sandig, locker i.M.	18 – 20 19	9 – 11 10	- -	0 0	27,5 – 32,5 30	5 – 8 6
Tertiäruntergrund mitteldicht, halbfest i.M.	20 – 22 21	11 – 13 12	- -	0 0	30 – 35 32,5	20 – 40 30

Tabelle 1: Bodenkenngrößen

3.4 Bodenklassen nach DIN 18300

Mutterboden	Klasse	1
Auffüllungen und Deckschichten	Klasse	3 - 5
in breiigem oder fließendem Zustand auch	Klasse	2
Tertiärablagerungen	Klasse	3 - 5
in breiiger oder flüssiger Konsistenz auch	Klasse	2
bei fester Konsistenz auch	Klasse	6

Zur Berücksichtigung erfahrungsgemäß nicht auszuschließender diagenetischer Verfestigungen oder Steineinlagerungen in den quartären und tertiären 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 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 Gründung der Wohnbebauung

Bei unterkellerten Wohngebäuden kommt die Gründungssohle geschätzt rund 2,5 m bis 3,0 m unter GOK direkt in der gering tragfähigen Deckschichten zu liegen, in denen eine Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten nicht ohne besondere Zusatzmaßnahmen möglich ist. Bei den vorliegenden Verhältnissen sollte die Gründung von unterkellerten Wohngebäuden auf einer durchgehenden Bodenplatte realisiert werden. Das Kellergeschoss sollte insgesamt als betonierter, biegesteifer Kasten ausgeführt werden. Unter der Bodenplatte sollte zur Vergleichmäßigung der Untergrundverhältnisse und somit der zu erwartenden Setzungen ein Teilbodenaustauschpaket von rund 0,5 m Dicke angeordnet werden. Sollten jedoch in der Aushubsohle tonige oder schluffige Schichten in weicher Konsistenz angetroffen werden, so sind diese bis zum Erreichen der unterlagernden Sande restlos zu entfernen.

Als Bodenaustauschmaterial sollte gut verdichtbares Ersatzmaterial, wie z.B. Kiessand der Bodengruppen GU oder GW nach DIN 18196 oder gebrochenes Kalkschottermaterial („Mineralbeton“), verwendet werden. Es sollte in Lagen von nicht über 25 cm Dicke eingebracht und auf mindestens mitteldichte Lagerung im Sinne der DIN 1054 verdichtet werden. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lastausbreitung sollte eine Verbreiterung des Austauschmaterials mit zunehmender Tiefe unter einem Winkel von 45° vorgenommen werden. Unter dem Bodenaustausch sollte zur Trennung von den gering konsistenten Böden und zur besseren Lastverteilung in der Aushubsohle ein geotextiles Trennvlies in Kombination mit einem knotensteifen Geogitter (z.B. Tensar TX 170 G oder gleichwertig) eingebaut werden. Das Bodenersatzmaterial sollte unmittelbar nach den Aushubarbeiten eingebaut werden, um ein weiteres Aufweichen der Aushubsohle zu vermeiden.

Generell ist zum Schutz gegen aufsteigende Bodenfeuchte direkt unter der Bodenplatte eine mindestens 25 cm dicke, kapillARBrechende Schicht (z.B. aus Dränkies) einzubauen. Die Dränschicht sollte filterstabil nach DIN 4095 ausgebildet und mit ausreichender, ggf. künstlicher Vorflut versehen sein. Im vorliegenden Fall können die oberen 25 cm des Bodenaustauschpakets entsprechend ausgebildet werden.

Für die Gründung auf einer Bodenplatte wird die Bemessung nach dem Verfahren der elastischen Bettung zweckmäßig. Die der Berechnung zugrunde zu legenden Bodenkenngrößen können der tabellarischen Zusammenstellung in Tabelle 1 entnommen werden. Bei einer Be-

rechnung nach dem Bettungsmodulverfahren empfiehlt sich die Bestimmung der Bettungsmoduln auf Grundlage der genauen Plattenabmessungen und -belastungen mittels einer Setzungsberechnung. Zur Vorbemessung kann unter den genannten Voraussetzungen von einem Bettungsmodul von $k_s = 5 \text{ MN/m}^3$ ausgegangen werden.

Die Gründungssole von nicht unterkellerten Wohngebäuden kommt bei frostfreier Gründung (1,2 m unter späterer GOK) ebenfalls in den gering tragfähigen Deckschichten zu liegen. Allerdings verbleibt dann eine größere Schichtdicke der hoch kompressiblen Schichten unterhalb der Gründungssole. Bei Inkaufnahme von erhöhten Setzungen und Setzungsdifferenzen kann auch bei nicht unterkellerten Wohngebäuden eine Gründung auf einer durchgehenden Bodenplatte ausgeführt werden, die auf einem Teilbodenaustauschpaket von 1,0 m Dicke auflagert wird. Die zu erwartenden Setzungen sind im Einzelfall je nach Bauwerk über eine detaillierte Setzungsberechnung zu bestimmen und auf Bauwerksverträglichkeit zu prüfen. Für das Bodenaustauschpaket gelten die gleichen Anforderungen wie bei unterkellerten Wohngebäuden (Verdichtung, Geotextil, Geogitter etc.), allerdings ist zumindest im Randbereich bis 1,5 m von den Gebäudeaußenkanten frostsicheres Material der Bodengruppe GW zu verwenden. Die für die Bemessung erforderlichen Bettungsmoduln können auf Grundlage der Setzungsberechnung zu bestimmen. Zur Vorbemessung kann unter den genannten Voraussetzungen von einem Bettungsmodul von $k_s = 4 \text{ MN/m}^3$ ausgegangen werden.

Sollten die zu erwartenden, erhöhten Setzungen nicht in Kauf genommen werden, so kann alternativ eine Tiefgründung der jeweiligen Gebäude auf Rammpfählen aus duktilen Gussrohren ausgeführt werden. Die Gussrammpfähle sollten im vorliegenden Fall als mantelverpresste Pfähle ausgeführt, jedoch als "Aufstandspfähle" bemessen werden, d.h. sie werden mit einem Schnellschlaghammer so tief wie möglich eingerammt und währenddessen verpresst. Bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen ist eine erforderliche Rammtiefe von etwa 5 m bis 8 m ab derzeitiger GOK zu erwarten.

Derartige duktile Gusspfähle können je nach Durchmesser (118 mm / 170 mm) und Wandstärke (7,5 mm / 9,0 mm / 10,6 mm) bei innerer Betonverfüllung Bemessungswerte der Querschnittstragfähigkeit R_d (innere Tragfähigkeit LF 1 und LF 2) zwischen rund 700 und 1600 kN aufnehmen. Größere Einzellasten können durch Doppel- oder Dreifachpfähle abgetragen werden. Eine Abtragung von Horizontallasten ist durch Schrägstellung zusätzlicher Pfähle (bis 45° Neigung) möglich.

Mit größeren Mächtigkeiten von Böden mit einer undrännierten Scherfestigkeit von $c_u < 15 \text{ kN/m}^2$ ist nach den Untersuchungsergebnissen nicht zu rechnen. Damit kann auf einen Knicksicherheitsnachweis der Pfähle verzichtet werden.

4.2 Straßenbau

4.2.1 Frostsicherer Gesamtaufbau

Nach derzeitigem Planungsstand kann für die Erschließung der Grundstücke ein Stichweg erforderlich werden. Es wird im Weiteren davon ausgegangen, dass hier die Bauklasse V/VI (Anliegerstraße, befahrbarer Wohnweg) zugrunde gelegt wird.

Wegen der durchweg sehr frostempfindlichen (F 3) Böden im Planum (bindige Deckschichten) muss nach RStO 01 der frostsichere Gesamtaufbau (UK Frostschuttschicht bis OK Straßendecke) bei Zugrundelegung der Bauklasse VI in der Frosteinwirkungszone II eine Dicke von 55 cm (50+5+0+0+0) erhalten. Je nach Ausführung der Straßenrandbereiche sind in geschlossener Ortslage Abschlüge für die Dicke des frostsicheren Oberbaus möglich. Bei einem Bodenaustausch im Planum mit GU-Material (F 2) reduziert sich die Dicke des frostsicheren Oberbaus auf 45 cm.

Der Straßenkörper ist so gut zu verdichten, dass auf OK Frostschuttschicht mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verhältnis von $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$ nachgewiesen werden kann.

4.2.2 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 bindigen Böden das Einlegen eines Geotextils in der Aushubsohle zur Trennung. Die erfahrungsgemäß erforderliche Dicke

des Bodenaustauschs unter dem Planum liegt im vorliegenden Fall bei den sandigen Böden bei rund 20 -30 cm, bei ausgesprochen weichen bindigen Böden können Austauschdicken bis zu 70 cm erforderlich werden.

4.3 Kanalbau

4.3.1 Gründung der Kanalrohre und Schächte

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen kommt die Sohle der Kanalrohre sowie der Schächte (Tiefe geschätzt 2 – 3 m) durchweg in den gering tragfähigen Deckschichten zu liegen, in denen auch die Kanalrohre und Schächte nicht ohne Zusatzmaßnahmen gegründet werden können. Bei der Gründung in diesen Schichten wird zur Stabilisierung der Aushubsohle ein Bodenaustausch erforderlich. Bei sandigen Schichten in der Aushubsohle sollte das Bodenaustauschpaket eine Dicke von rund 30 cm erhalten. Bei bindigen Schichten in der Aushubsohle sollte die Dicke auf rund 50 cm erhöht werden. Zusätzlich sollte dann in der Aushubsohle ein geotextiles Trennvlies eingelegt und seitlich mit hochgezogen 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. Für das Bodenaustauschpaket gelten die Anforderungen nach Abschnitt 4.2.2.

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, Aufweichung und Tragfähigkeitsverlust der Gründungssohlen wird ein Vorgehen in möglichst kurzen Kanalabschnitten empfohlen.

4.3.2 Kanalgrabenverbau

Je nach Tiefenlage des Kanals kann auf Grundlage der derzeitigen Planung nicht ausgeschlossen werden, dass der Kanal möglicherweise im Nahbereich/Einflussbereich der angrenzenden Bebauung liegt. Im Zuge der weiteren Planung ist bei Kenntnis der genauen Lage und Tiefe des Kanals zu prüfen, ob dieser aus statischer Sicht dicht an der angrenzenden Bebauung vorbei führt. Als dicht angrenzend einzustufen ist die Bebauung dann, wenn deren Fundamente, wie in nachfolgender Abbildung dargestellt, im Nahbereich des Kanals zu liegen kommen.

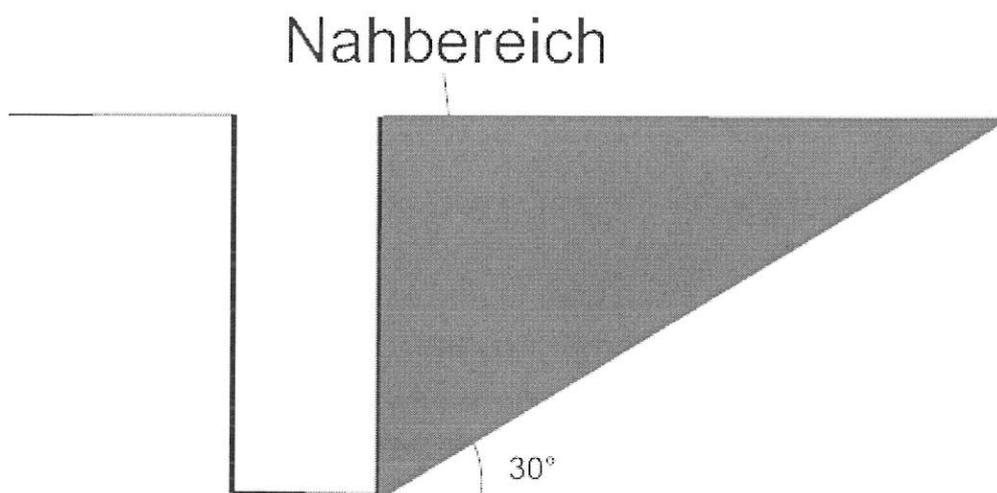


Bild 1: Prinzipschnitt Kanalgraben

Führt der Kanal nicht dicht an der Bebauung vorbei, so kann ein ggf. erforderlicher Verbau mittels Gleitschienen- oder Systemplattenverbau erfolgen. Falls der Kanal aus statischer Sicht dicht an der Bebauung vorbeiführt, so wäre ein verformungsarmer Verbau (z.B. eine Bohrpfehlwand) anzuordnen. Wegen der dabei anfallenden enormen Kosten ist in diesem Fall zu prüfen, ob eine Verlegung des Kanals in seiner Lage und Tiefe möglich ist. Ergänzend sind die weiteren Hinweise in Abschnitt 4.4 zu beachten.

Die Hinterfüllung und Verdichtung von Bodenmaterial in den Kanalgräben sollte nach der ZTVA-StB 97 erfolgen. Auf eine ordnungsgemäße Verfüllung und Verdichtung des hinterfüllten Bodenmaterials einschließlich der durchzuführenden Verdichtungskontrollen ist zu achten.

4.4 Baugrubenumschließung

Bei ausreichendem Platzangebot dürfen die für Errichtung der Wohnbebauung erforderlichen Baugrubenböschungen gemäß DIN 4124 bei den vorliegenden Böden bis maximal 5 m Tiefe ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit nicht steiler als 45° angelegt werden. DIN 4124 schreibt geringere Böschungsneigungen vor, wenn besondere Einflüsse, wie z.B. Verkehrslasten, Bauwerkslasten, Erschütterungen, Wasserzutritte, Störungen des Bodengefüges usw., die Standsicherheit gefährden. Im Zweifelsfall sollte die Standsicherheit durch einen Sachverständigen geprüft werden, oder aber die Böschung ausreichend abgeflacht oder verbaut werden.

Sollte ein Baugrubenverbau erforderlich werden, empfiehlt sich im vorliegenden Fall die Anlage einer Trägerbohlwand („Berliner Verbau“). Bei zumindest bereichsweise schwerer Rammpbarkeit der Tertiärablagerungen können die Träger ggf. in vorgebohrte Löcher eingestellt und im Fußbereich ausbetoniert werden. Der Bemessung des Verbaus ist i.A. der aktive Erddruck zugrunde zu legen. Liegen innerhalb des 45-gradigen Erddruckkeils verformungsempfindliche Rohre oder Leitungen bzw. Gründungen von angrenzender Bebauung, so wird je nach zulässiger Verformung der erhöhte aktive Erddruck $(E_a + E_o)/2$ oder aber der Erdruhedruck E_o maßgebend und ggf. die Anordnung eines insgesamt verformungsarmen Verbaus erforderlich.

4.5 Wasserhaltung

Besondere Wasserhaltungsmaßnahmen sind voraussichtlich nicht erforderlich. Vorsorglich sollte jedoch zur Ableitung von Oberflächen- und Sickerwasser in der Baugruben- bzw. Grabensohle eine Wasserhaltung mit gut ausgefiltertem Pumpensumpf und evtl. Dränleitungen vorgehalten werden.

Sollten im tieferen Untergrund ggf. nicht erkundete, gespannte Grundwasserverhältnisse vorliegen, so kann ggf. eine Entspannung dieser Schichten beispielsweise durch eine Vakuumentwässerung erforderlich werden.

4.6 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 schluffigen Tertiärablagerungen sind somit aufgrund des ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerts von $1,8 \times 10^{-9}$ m/s nicht zur Versickerungen von Niederschlagswasser geeignet. Für die in den Kleinrammbohrungen RKS 2 und RKS 3 in einer Tiefe von rund 5,0 m aufgeschlossenen, schwach schluffigen Tertiärsande wurden anhand der Sieblinienauswertungen nach BEYER (1964) Durchlässigkeitsbeiwerte von $1,7 \times 10^{-5}$ m/s und $3,7 \times 10^{-5}$ m/s ermittelt. Damit wären diese schwach schluffigen Tertiärsande generell als geeignet zur Versickerung von Niederschlagswasser einzustufen. Zur Bemessung jeglicher Versickerungseinrichtungen

sollte in den schwach schluffigen Tertiärsanden von einem k_f -Wert von 1×10^{-5} m/s ausgegangen werden.

Da diese Tertiärsande auch in den tiefer liegenden Bereichen erst ab einer Tiefe von rund 5 m zu erwarten und sehr schwierig von den Deckschichten zu unterscheiden sind, sollte die Festlegung der endgültigen Aushubtiefe durch einen Baugrundsachverständigen erfolgen.

Im vorliegenden Fall sollte eine Versickerung von Niederschlagswasser vorzugsweise über Sickerschächte realisiert werden, die bis in die schwach schluffigen Tertiärsande abgeteuft werden. Alternativ kann eine Versickerung über Rigolen ausgeführt werden. Diese setzt jedoch voraus, dass die Deckschichten unterhalb der Sohle der Rigolenanlagen restlos entfernt und durch stark durchlässiges Material ($1 \times 10^{-3} > k_f > 5 \times 10^{-4}$ m/s) ersetzt werden. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Seitenflächen der Versickerungseinrichtungen voraussichtlich als nicht sickerfähig eingestuft werden müssen.

Gem. DWA-A 138 ist je nach Dacheindeckung das künftig anfallende Niederschlagswasser von Dach- und Parkflächen hinsichtlich seiner Befrachtung mit Schadstoffen qualitativ einzustufen. Das Niederschlagswasser ist ggf. vor seiner Versickerung einer Vorbehandlungsmaßnahme zur Entfernung von Schwebstoffen zu unterziehen.

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. Darüber hinaus kann durch die Kombination der Versickerungsanlagen mit Zisternen zur Brauchwassernutzung weiteres Retentionspotential geschaffen werden.

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 1000 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. der „Technischen Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in oberirdischen Gewässer (TREN OG)“ des BayStMLU nicht erlaubnisfrei.

4.7 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.

Abdichtung/Trockenhaltung

Sämtliche, unter das zukünftige Gelände einbindenden Bauteile müssen ausreichend abgedichtet werden. Hinweise und Ausführungsmöglichkeiten zur Abdichtung gegen Bodenfeuchte und Sickerwasser gibt die DIN 18195. Diese Abdichtungsmaßnahmen gehen davon aus, dass sich auch über kürzere Zeiträume kein geschlossener Wasserspiegel oberhalb der Gründungssohle einstellen kann. Dies ist ggf. durch besondere Drän- und Entwässerungsmaßnahmen sicherzustellen.

Sickerwasserableitung

Bis zur geplanten Gründungstiefe evtl. angetroffene Wasserzuläufe sind sorgfältig zu fassen und abzuleiten. Die Bodenplatten sollten zweckmäßig auf einer mind. 25 cm dicken Dränschicht (z.B. aus Kies) erstellt werden. Die Dränschicht sollte filterstabil nach DIN 4095 ausgebildet und mit ausreichender, ggf. auch künstlicher Vorflut versehen werden.

Hinterfüllung

Die Hinterfüllung und Verdichtung von Bodenmaterial hinter Bauwerksteilen sollte nach dem Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Köln, 1994 erfolgen. Auf eine ordnungsgemäße Verfüllung und Verdichtung des hinterfüllten Bodenmaterials einschließlich der durchzuführenden Verdichtungskontrollen ist zu achten.

Erddruck auf Außenwände

Bei lagenweisem Einbau und ordnungsgemäßer Verdichtung sind für die Bemessung der Bauwerksaußenwände folgende Erddruckannahmen anzusetzen:

$$\begin{aligned}\gamma/\gamma' &= 22/13 \text{ kN/m}^3 \\ \varphi' &= 37,5^\circ \\ c' &= 0 \\ \delta &= 0\end{aligned}$$

Es gilt im Allgemeinen der Erddruck E_0 .

Sicherheitsmaßnahmen

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

Schadstoff-Hintergrundgehalte natürlicher Böden

Tertiäre Böden, insbesondere in sandiger Ausbildung, können lokal geogen erhöhte Hintergrundgehalte insbesondere bei Arsen und Schwermetallen aufweisen, die durch Umlagerungsprozesse oder unter besonderen geologisch-hydrogeologischen Bedingungen auch sekundär und diffus verteilt in allen quartären Böden nachweisbar sein können. Wir empfehlen daher, entsprechende chemische Laboruntersuchungen an diesen Böden vornehmen zu lassen, um die rechtlichen Anforderungen zur Deponierung der bautechnisch nicht wieder verwertbaren Böden erfüllen zu können.

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sollte die Deponierung natürlicher Böden mit erhöhten, geogen bedingten Schadstoffgehalten entsprechend den LAGA-Zuordnungsklassen bzw. gem. dem Eckpunktepapier zu „Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen“ des BayStMLU vom Dezember 2005 mit berücksichtigt werden.

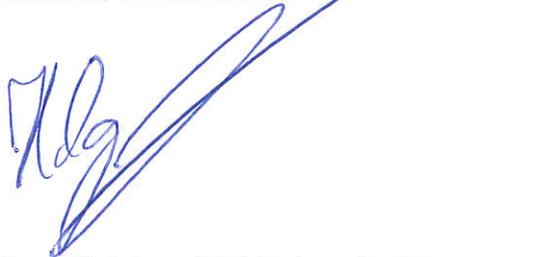
5 Schlussbemerkungen

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 Hinweise und Vorschläge zur Gründung der Wohnbebauung, zum Kanal- und Straßenbau, zur Versickerung von Niederschlagswasser sowie Empfehlungen zur Planung und Bauausführung gegeben. Damit sind von den am Bau Beteiligten die Ergebnisse der Baugrunderkundung in die weitere Planung einzuarbeiten und die jeweils erforderlichen Schlüsse zu ziehen.

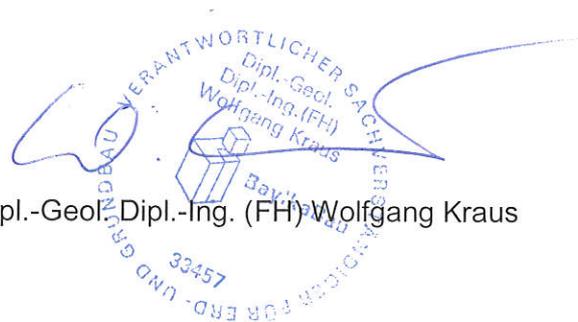
Bei der Bauausführung empfiehlt sich dringend eine sorgfältige Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten mit Vergleich der angetroffenen Böden mit den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung, da Abweichungen des Untergrunds zu den Untersuchungsstellen nicht auszuschließen sind.

6 Verfasser

Baugrundinstitut Kling Consult
Krumbach, 22. Juni 2011



M.Eng. Dipl.-Ing. (FH) Holger Jeckle



Dipl.-Geol. Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Kraus

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