

Gemeinde Ursberg
Prämonstratenserstraße 20

86513 Ursberg

Anerkannt nach RAP Stra 15 für Baustoffeingangs-, Eignungs-, Fremdüberwachungs- und Kontrollprüfungen sowie für Schiedsuntersuchungen in den Bereichen A, BB, BE, D, E, F, G, H, I
Geführt im Verzeichnis der Institute für Erd- und Grundbau
Umwelttechnik: Akkreditiert gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2005
DAP-Nummer: D-PL-19453-01
Zugelassen nach VSU Boden und Altlasten

Gutachten-Nr.: 17K0017

Projekt Nr.: 17 / 53557 - 150

Datum: 31.01.2017

BG „Fretzmäher“, Oberrohr
Baugrundgutachten

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Allgemeines	3
1.1	Vorgang	3
1.2	Planungsgebiet und Bebauung	3
1.3	Unterlagen	3
2.	Feld- und Laboruntersuchungen	3
2.1	Felduntersuchungen.....	3
2.2	Laboruntersuchungen	4
3.	Beurteilung der Baugrundverhältnisse	4
3.1	Geologischer Überblick	4
3.2	Boden- und Untergrundbeschreibung.....	4
3.2.1	Auenablagerungen.....	4
3.2.2	Quartäre Kiese	5
3.2.3	Tertiäruntergrund (OSM)	6
3.3	Hydrogeologische Verhältnisse	6
3.3.1	Wasserstände	6
3.3.2	Betonaggressivität.....	6
3.4	Bodenklassen nach DIN 18300:2012	7
3.5	Homogenbereiche nach DIN 18300:2015.....	7
3.6	Bodenkennwerte	9
3.7	Erdbebenzone nach DIN EN 1998 – 1/NA.....	9
4.	Umwelttechnische Untersuchungen	9
5.	Bautechnische Empfehlungen	11
5.1	Allgemeine Bebaubarkeit	11
5.2	Straßenbau	13
5.2.1	Frostsicherer Straßenoberbau.....	13

Dieses Gutachten umfasst **17** Seiten und **25** Anlagen. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig. Die untersuchten Proben werden ohne besondere Absprache nicht aufbewahrt. Dem Untersuchungsauftrag liegen unsere Geschäftsbedingungen und unsere jeweils gültige LHO zugrunde.

5.2.2	Anforderungen an die Verdichtung	13
5.2.3	Stabilisierung des Planums	14
5.3	Kanalbau	14
5.3.1	Gründung der Kanäle	15
5.3.2	Kanalgrabenverbau und Wasserhaltung	15
5.3.3	Kanalgrabenverfüllung	16
5.4	Versickerung	16
5.5	Bauwerksabdichtung und Hinterfüllung	16
6.	Verfasser	17

ANLAGEN

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Geologischer Schnitt
Anlage 3.1 + 3.2	Zusammenstellung der Versuchsergebnisse
Anlage 4	Glühverluste
Anlage 5	Fließ- und Ausrollgrenzen
Anlage 6.1 + 6.4	Korngrößenverteilungen
Anlage 7	Kompressionsversuch
Anlage 8.1 – 8.11	Probenahmeprotokoll und Ergebnisse der chemischen Analysen
Anlage 9.1 – 9.3	Grundwasseruntersuchung

1. Allgemeines

1.1 Vorgang

Die Gemeinde Ursberg plant die Erschließung des BG „Fretzmäher“ im Ortsteil Oberrohr. Das IFM Dr. Schellenberg, Leipheim GmbH & Co. KG (nachfolgend IFM Leipheim) wurde mit E-Mail vom 24. November 2016 auf Grundlage des IFM-Angebots vom 24. November 2016 (Zeichen 11150t10) beauftragt, die Baugrunderkundung und die Gründungsberatung für diese Maßnahme durchzuführen.

1.2 Planungsgebiet und Bebauung

Das derzeit als landwirtschaftliche Wiesenfläche genutzte Planungsgebiet umfasst eine Fläche von rund 1,7 Hektar. Es liegt nördlich des Riedwegs in Oberrohr und grenzt im Westen ebenfalls an die bestehende Bebauung an. Der bestehende Riedweg liegt im Vergleich zum Planungsgebiet leicht erhöht. Das weitgehend ebene Gelände liegt an den Untersuchungsstellen auf einer Höhe zwischen rund 495,4 mNN und 496,4 mNN. Die Kellergeschosse der umliegenden Gebäude binden nur vergleichsweise wenig (ca. ein halbes Geschoss) in den Untergrund ein. Nähere Planunterlagen zur geplanten Bebauung liegen noch nicht vor. Bekannt ist, dass eine Bebauung mit Einfamilienhäusern erfolgen soll.

1.3 Unterlagen

Zur Bearbeitung des Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Geologische Übersichtskarte des Iller-Mindel-Gebietes, M 1:100.000, herausgegeben vom Bayer. Geol. Landesamt München, 1975
- [2] Lageplan des Planungsgebiets, übermittelt durch das IB Thielemann und Friderich, Dinkelscherben im November 2016
- [3] Vermessungsdaten der Untersuchungsstellen, übermittelt durch die Schubert Vermessungen GmbH im Dezember 2016

2. Feld- und Laboruntersuchungen

2.1 Felduntersuchungen

Zur Erkundung des Baugrunds wurden am 15.12.2016 von Mitarbeitern des bodenmechanischen Labors des IFM Leipheim 2 Kleinrammbohrungen nach DIN EN 22475-1 und 3 Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN EN 22476-2 abgeteuft. Mit den Kleinrammbohrungen wurden Tiefen von 4 m bzw. 5 m erreicht. Die Rammsondierungen wurden in Tiefen zwischen rund 5 m und 6 m bei hohen Rammwiderständen eingestellt. Darüber hinaus wurden am 11.01.2017 bauseits 5 Baggerstürfe angelegt und von einem Gutachter des IFM Leipheim fachtechnisch aufgenommen. Die Stürfe mussten in Tiefen zwischen rund 2,7 m und 3,0 m aufgrund der nachbrechenden Schachtwände eingestellt werden. Die Untersuchungspunkte wurden im Zuge der Feldarbeiten durch das Vermessungsbüro Schubert, Dinkelscherben eingemessen.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist dem beigegeführten Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen. Die Anlage 2 enthält einen geologischen Schnitt mit den Ergebnissen der Stürfe und der Kleinrammbohrungen sowie einer Interpretation des Schichtenverlaufes anhand der Rammprogramme. Der in Anlage 2 dargestellte geologische Schnitt ist eine Interpretation des Schichtenverlaufes anhand der punktwise durchgeführten Baugrunderkundungen. Abweichungen zwischen den Erkundungspunkten können nicht ausgeschlossen werden und müssen auf der Baustelle durch die örtliche Bauaufsicht überprüft werden. Dies betrifft vor allen Dingen auch die Interpretationen des Schichtenverlaufes.

fes bei den Rammdiagrammen. Bei größeren Abweichungen gegenüber den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen ist unverzüglich der Baugrundgutachter zu verständigen.

2.2 Laboruntersuchungen

Zur Bestimmung der maßgebenden Bodenklassen und Bodenkennwerte sowie für eine erste Prüfung der Schadstoffbelastungen wurden im Labor folgende Versuche durchgeführt.

- 4 Korngrößenverteilungen nach DIN 18123
- 1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121
- 1 Bestimmung der Zustandsgrenzen und Konsistenzermittlung nach DIN 18122
- 1 Bestimmung der Dichte nach DIN 18125
- 2 Bestimmungen des Glühverlusts nach DIN 18128
- 1 Kompressionsversuch nach DIN 18135
- 1 Grundwasseruntersuchung nach DIN 4030
- 2 Untersuchungen nach LAGA Tab. II.1.2-2 und II.1.2-3 in der Fraktion < 2 mm
- 2 Untersuchungen des TOC-Gehalts und des Glühverlusts

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen wurden in den nachfolgenden Abschnitten eingearbeitet. In Anlage 3 ist eine Zusammenstellung der bodenmechanischen Versuchsergebnisse enthalten. Die Einzelergebnisse der bodenmechanischen und chemischen Laboruntersuchungen können den Anlagen 4 bis 9 entnommen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den Versuchsergebnissen nicht um Grenz-, sondern um Versuchswerte handelt, von denen Abweichungen möglich sind.

3. Beurteilung der Baugrundverhältnisse

3.1 Geologischer Überblick

Nach den Angaben der geologischen Karte und unseren Erfahrungen aus der Umgebung sind im Planungsgebiet junge Talablagerungen der Mindel zu erwarten. Hierbei handelt es sich im oberflächennahen Bereich meist um Schwemmsande und Schwemmlerme mit unterschiedlich organischen Anteilen (Auenablagerungen). Auch Torfe können nicht ausgeschlossen werden. Diese Böden werden von quartären Talkiesen unterlagert. Den tieferen Untergrund unter den Kiesen bilden die jungtertiären Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse.

Auf Grundlage von historischen Karten kann nicht ausgeschlossen werden, dass in der Vergangenheit ein Flurgraben etc. in West-Ost Richtung durch das Planungsgebiet verlaufen ist.

3.2 Boden- und Untergrundbeschreibung

3.2.1 Auenablagerungen

An allen Untersuchungsstellen wurden zuoberst junge Auenablagerungen aufgeschlossen, die bis in Tiefen zwischen rund 1,7 m und 2,9 m reichen. Unter dem zwischen 0,2 m und 0,45 m mächtigen, meist stark organisch oder torfig ausgebildeten Oberboden handelt es sich oberflächennah meist um Schwemmsande mit organischen Beimengungen. An einer Bodenprobe aus diesem Bereich ergab sich ein Schlammkorngehalt von 23,4 %. Die Schwemmsande werden fast durchweg von organischen Schwemmlerme gefolgt. An einer Probe aus diesen Böden wurde im Labor ein Schlammkorngehalt von 79,3 % ermittelt. An einer weiteren Bodenprobe ergab sich bei einem Wassergehalt von 33,5 % ein Glühverlust von 4,9 %. Die Trockendichte einer anderen Probe wurde mit

1,55 g/cm³ ermittelt. Im nordöstlichen Teil des Gebiets wurden mit RKS 2 auch ausgeprägte Torflagen erkundet. An einer Bodenprobe ergab sich hier ein Glühverlust von 24,9 % bei einem Wassergehalt von 78,9 %. Besonders ist auf die geringe Konsistenz der bindigen Schichten hinzuweisen. An einer Probe aus SCH 4 ergab sich bei einem Wassergehalt von 27,8 % lediglich eine Konsistenzzahl von 0,35, was einer breiigen Konsistenz entspricht. Insgesamt sollte von einer breiigen bis weichen Konsistenz der bindigen Auenablagerungen ausgegangen werden. Aufgrund der geringen Konsistenz wurde an einer ungestörten Bodenprobe ein Kompressionsversuch ausgeführt. Hierbei ergaben sich im Spannungsgebiet zwischen 50 kN/m² und 400 kN/m² lediglich Steifefiziffern zwischen rund 1 MN/m² und 4 MN/m², wodurch die hohe Kompressibilität dieser Böden belegt wird. Die Rammsondierungen zeigen im Bereich der Auenablagerungen, die den Bodengruppen TL, TM, SU*, OT, HN und HZ zuzuordnen sind, nur sehr geringe Eindringwiderstände, wodurch die geringe Konsistenz ebenfalls belegt wird. Hinweise auf einen ehemaligen Flurgraben wurden mit den Untersuchungen nicht festgestellt. Lokale Rinnenstrukturen etc. können jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Die Auenablagerungen sind hoch bis sehr hoch kompressibel und weisen eine geringe Scherfestigkeit auf. Lagen mit höheren organischen Anteilen oder Torflagen sind besonders hoch kompressibel und setzungsanfällig. Die Auenablagerungen sind nur gering tragfähig und zur Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet. Sie sind durchweg sehr frostempfindlich (F 3) und auch ausgeprägt wasserempfindlich (aufweichgefährdet) sowie meist schwach bis sehr schwach durchlässig. Für eine weitere bautechnische Nutzung sind diese Böden nicht geeignet. Aufgrund der organischen Anteile ist auch eine Verbesserung der Böden mit Bindemittel kritisch zu betrachten und nicht zu empfehlen. Bei Ramm- oder Rüttelarbeiten kann in den Auenablagerungen von geringen Eindringwiderständen ausgegangen werden.

3.2.2 Quartäre Kiese

Unter den Auenablagerungen wurden quartäre Kiese aufgeschlossen. Mit den Schürfen konnten diese Kiese, aufgrund des starken Wasserzutritts und der dadurch einstürzenden Schächte, meist nur in geringer Mächtigkeit von maximal 0,5 m aufgeschlossen werden. Bei SCH 1 bis SCH 4 sind die Kiese bereits im oberen Bereich schlämmkornarm und allenfalls sandig, schwach schluffig ausgebildet. An einer Bodenprobe aus SCH 1 ergab sich im Labor ein Schlämmkorngehalt von 3,8 %. Bei SCH 5 wurde unter den Auenablagerungen zunächst eine rund 0,8 m mächtige Lage aus schlämmkornreichen, verlehmtten Kiesen aufgeschlossen. Ab einer Tiefe von ca. 2,5 m stehen auch hier schlämmkornarme Kiese an. An einer Probe aus den verlehmtten Kiesen wurde im Labor ein Schlämmkorngehalt von 27,0 % ermittelt, wonach es sich um sandige, schluffige, schwach tonige Kiese handelt. Die bindigen Anteile dieser Kiese weisen eine nur weiche Konsistenz auf. Mit den Kleinrammbohrungen konnten die Kiese bis in Tiefen von 4 m bzw. 5 m unter Ansatzpunkt aufgeschlossen werden. Die Kiese sind hier sandig, schwach schluffig ausgebildet. Zusammenfassend stehen im Übergangsbereich unterhalb der Auenablagerungen teils verlehmtte Kiese der Bodengruppe GU* an. Die tieferen Kiese sind überwiegend den Bodengruppen GI, GW und GU zuzuordnen.

Die Rammsondierungen zeigen im Bereich der Kiese einen deutlichen Anstieg der Schlagzahlen und lassen auf eine mitteldichte bis dichte, in größerer Tiefe teils sehr dichte Lagerung der schlämmkornarmen, quartären Kiese schließen.

Die quartären Kiese sind, abgesehen von den schlämmkornreichen Übergangsbereichen, gering kompressibel und weisen eine hohe Scherfestigkeit auf. Sie sind tragfähig und zur Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. Die schlämmkornreichen Kiese in den Übergangsbereichen sind nur gering bis allenfalls mäßig tragfähig. Konzentrierte Bauwerkslasten sollten hier nicht abgetragen wer-

den. Die schlämmkornarmen Kiese sind überwiegend nicht oder gering bis mittel frostempfindlich (F 1, F 2) und nicht wasserempfindlich. Die Wasserdurchlässigkeit ist als stark bis sehr stark einzustufen. Die schlämmkornreichen Kiese sind sehr frostempfindlich (F 3) und wasserempfindlich. Nach einer entsprechenden Abtrocknung sind die tieferen Kiese unterhalb der verlehnten Lagen für bautechnische Zwecke geeignet. Die verlehnten Kiese sind hierzu allenfalls bedingt geeignet. Bei einer weiteren Verwendung dieser Böden wird voraussichtlich eine Verbesserung mit Bindemittel erforderlich. Bei Ramm- oder Rüttelarbeiten muss in den Kiesen von meist hohen bis sehr hohen Eindringwiderständen und einer entsprechend schweren bis sehr schweren Ramm- bzw. Rüttelbarkeit ausgegangen werden. Es ist davon auszugehen, dass zumindest mit zunehmender Tiefe rammunterstützende Maßnahmen wie Vorbohren erforderlich werden. Größere Steineinlagerungen können generell nicht ausgeschlossen werden und ggf. Rammhindernisse darstellen.

3.2.3 Tertiäruntergrund (OSM)

Die tieferen Tertiärböden wurden mit den aktuellen Untersuchungen nicht erreicht. Nähere Angaben zur Tiefenlage und Zusammensetzung dieser Böden liegen nicht vor. Allgemein sind die Tertiärböden ab einer Tiefe zwischen rund 6 m und 9 m unter GOK zu erwarten. In bindiger Ausbildung stellen sie den Grundwasserstauer für das innerhalb der quartären Kiese zirkulierende, erste Grundwasserstockwerk dar. Nähere Angaben zur Tiefenlage und Zusammensetzung sowie den bodenmechanischen Eigenschaften dieser Böden können nur auf Grundlage von tiefreichenden, verrohrten Baugrundaufschlussbohrungen gemacht werden.

3.3 Hydrogeologische Verhältnisse

3.3.1 Wasserstände

Bei den Feldarbeiten im Dezember 2016 und Januar 2017 waren bereits die oberflächennah anstehenden Auenablagerungen ab einer Tiefe von rund 0,8 m bis 1,5 m stark vernässt. Der geschlossene Grundwasserspiegel wurde mit Durchteufen der bindigen Auenablagerungen in den quartären Kiesen angetroffen, wobei jeweils ein starker Grundwasserzutritt verzeichnet wurde. Bei den Schürfen konnte nur in SCH 1 und SCH 2 der Anstieg des Wasserspiegels gemessen werden. Nach einer Wartezeit von ca. 1 bis 2 Stunden lag der Grundwasserspiegel hier 0,9 m bzw. 0,75 m unter GOK. Dies entspricht einer Höhe von rund 495 mNN. Bei RKS 1 und RKS 2 ergaben sich Grundwasserstände von 495,1 mNN und 494,8 mNN.

Zusammenfassend ist im Planungsgebiet mit sehr hohen Wasserständen zu rechnen. Der Grundwasserspiegel steht unter den geringer durchlässigen Deckschichten gespannt an. Die Feldarbeiten wurden allgemein in einer Zeit mittlerer Wasserstände ausgeführt. Für Zeiten hoher Wasserstände ist von einem deutlichen Anstieg des Grundwasserdruckspiegels, mindestens bis zu GOK, auszugehen. Für die weitere Planung sollte der Bemessungswasserstand auf Höhe der GOK festgelegt werden. Auch über dem geschlossenen Grundwasserspiegel sind Sicker- und Schichtwässer zu erwarten.

3.3.2 Betonaggressivität

Die Grundwasseruntersuchung nach DIN 4030 erfolgte an einer Wasserprobe aus SCH 1. Bei der ersten Untersuchung im chemischen Labor ergab sich ein sehr hoher Gehalt der kalklösenden Kohlensäure von 668 mg/l, wonach das Wasser als sehr stark angreifend XA 3 eingestuft wurde. Auf Grundlage unserer Erfahrungen aus dem Umfeld ist dieser Wert nicht plausibel. Wir haben deshalb eine Überprüfung beim Labor angefordert, wobei der genannte Wert bestätigt wurde. Zur weiteren Prüfung der Sachlage haben wir in einer unverrohrten Kleinrammbohrung neben SCH 1 eine weitere Wasserprobe entnommen. Bei der Untersuchung dieser Wasserprobe ergab sich bei der kalklö-

senden Kohlensäure ein Wert <1 (unterhalb der Nachweisgrenze), wonach bei dieser Untersuchung das Wasser als nicht angreifend eingestuft werden kann.

Zusammenfassend konnte der Wert der Erstmessung nicht bestätigt werden. Im Zuge der Errichtung von Gebäuden sollten ggf. weitere Wasserproben entnommen und objektbezogen untersucht werden.

3.4 Bodenklassen nach DIN 18300:2012

In der nachfolgenden Tabelle werden zur Übersicht noch Bodenklassen nach DIN 18300:2012 angegeben.

Tabelle 1:

Bodenart	Bodenklassen DIN 18300:2012 (Erdbauarbeiten)
Mutterboden	1
Auenablagerungen	2, 4, 5
quartäre Kiese	3, 4, 5*

* bei Grobeinlagerungen

Die in der Tabelle angegebenen Bodenklassen beschränken sich auf den Zustand der punktweise durchgeführten Untersuchungen. Im Zweifelsfall sind die tatsächlichen Bodenklassen auf der Baustelle in einem großen Aufschluss durch den Baugrundgutachter festlegen zu lassen. Zur Berücksichtigung erfahrungsgemäß nicht auszuschließender diagenetischer Verfestigungen oder von Steineinlagerungen bzw. Bauschuttresten sollten vorsorglich generell auch höhere Bodenklassen mit in die Ausschreibung aufgenommen werden.

3.5 Homogenbereiche nach DIN 18300:2015

Im August 2015 wurden die bisherige DIN 18300:2012 ersetzt. Anstelle der Boden- und Felsklassen sind nun Homogenbereiche mit definiertem Streubereich anzugeben. Im vorliegenden Fall haben wir auf Grundlage der geologischen Schichtgrenzen in Anlage 2 Homogenbereiche für die geotechnische Kategorie 1 (einfache Bebauung) mit möglichen Streuungs- und Schwankungsbreiten definiert. Für die mit RKS 2 erkundeten Torfe haben wir einen eigenen Homogenbereich definiert.

Sofern bei der Ausschreibung der Erdarbeiten bereits die neue DIN 18300:2015 verwendet wird und die ZTV E-StB 09 noch Vertragsbestandteil ist, muss die Sachlage näher geprüft werden. Bei Bedarf ist in den „weiteren Vertragsbedingungen“ eine Regelung diesbezüglich zu treffen. Ggf. sollte darauf hingewiesen werden, dass die Abschnitte 3.1.1 und 3.1.2 sowie der mit Randstrich gekennzeichnete Bereich in Abschnitt 2.4 der ZTV E-StB 09 nicht gelten.

Tabelle 2:

Homogenbereiche nach DIN 18300 für Lockerboden GK 1

Homogenbereich	B 1	B 2	B 3
Bodenschicht	Auenablagerungen sandig-schluffig	Talablagerungen - Torfe	quartäre Kiese
Anteil Steine und Blöcke [%]	0 – 10	0 – 5	0 – 30
Anteil große Blöcke [%]	0 – 5	0 – 5	0 – 10
Konsistenz	breiig bis weich $I_c = 0,2 – 0,75$	n.b.	n.b.
Plastizität	leicht bis mittel $I_p = 8 – 30$	n.b.	n.b.
Lagerungsdichte I_D	$(0,15 – 0,35)^2$ locker	n.b.	0,35 – > 0,85 mitteldicht – sehr dicht
Organischer Anteil [%]	0 – 10	10 – 90	0 – 5
Bodengruppen nach DIN 18196	SU*, TL, TM, OT	HN, HZ	GI, GW, GU, GU*
Bezeichnung	Auenablagerungen sandig-schluffig	Torfe	quartäre Kiese
Schadstoffe nach Eckpunktpapier Bayern ¹	Z 0 – Z 1.1 (TOC erhöht, Abstimmung erforderlich)	Z 1.1 (TOC stark erhöht, Entsorgung nur mit besonderer Abstimmung)	n.b.
Wechselagerung	mit B 2	mit B 1	nein

n.b. nicht bestimmbar

¹Ergebnisse der Voruntersuchung, keine verbindliche Einstufung

²sandige Lagen

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

3.6 Bodenkennwerte

Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse und unter Berücksichtigung der örtlichen Erfahrungen kann für bodenmechanische Nachweise mit den in der Tabelle 3 angegebenen Bodenkennwerten gerechnet werden. Die Werte gelten für die beschriebenen Böden im ungestörten Zustand.

Tabelle 3:

Geologische Schichtbezeichnung	Wichte des feuchten Bodens	Wichte des Bodens unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Kohäsion undränert	Steifemodul
	γ	γ'	φ'	c'	c_u	E_s
	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	kN/m ²	MN/m ²
Auenablagerungen						
Schluffe	19	9	20	0	5 – 20	1 – 3
Sande	19	10	30	0	-	5 – 8
Torfe	15	5	17,5	0	10 – 20	0,3 – 1
Quartäre Kiese						
verlehmt	20	11	32,5	0	-	10 – 25
schlammkornarm	21	12	35	0	-	60 – 100

3.7 Erdbebenzone nach DIN EN 1998 – 1/NA

Das Planungsgebiet liegt nach der DIN EN 1998-1/NA 05 außerhalb von Erdbebenzonen. Der Lastfall Erdbeben muss nicht berücksichtigt werden.

4. Umwelttechnische Untersuchungen

Zur ersten umwelttechnischen Untersuchung des im Zuge der geplanten Baumaßnahme anfallenden Aushubmaterials wurden jeweils Mischproben aus den schluffig-sandigen Auenablagerungen (MP 1) und aus den Torfen (MP 2) gebildet und nach LAGA Tab. II.1.2-2 und II.1.2-3 in der Fraktion < 2 mm untersucht, um die Einstufung nach dem Eckpunktepapier zu „Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen“ des BayStMLU vom Dezember 2005 (Eckpunktepapier) vornehmen zu können. Zusätzlich wurden an diesen Proben der TOC-Gehalt, der DOC-Gehalt und der Glühverlust ermittelt. An der Mischprobe MP 3 aus dem Oberboden erfolgte eine Untersuchung auf Arsen im Feststoff.

Das Probenahmeprotokoll und die Analysenergebnisse finden sich in Anlage 8. Bei der Mischprobe MP 1 aus den sandig-schluffigen Auenablagerungen wurden mit 20 mg/kg im Feststoff ein erhöhter Nickelgehalt ermittelt. Das Eckpunktepapier unterscheidet bei der Einstufung im Feststoff im Z 0-Bereich in die Kategorien „Sand“, „Lehm/Schluff“ und „Ton“. Die bindigen Auenablagerungen können überwiegend in die Kategorie „Lehm/Schluff“ eingestuft werden. In diesem Fall liegt der Nickelgehalt noch unter dem Z 0-Zuordnungswert, wonach das Material als Z 0-Material eingestuft werden kann. Bei den oberflächennah anstehenden Sanden kann, sofern sie gesondert ausgehoben werden können, ggf. eine Einordnung in die Kategorie „Sand“ erforderlich werden. In diesem Fall liegt der Nickelgehalt über dem Z 0-Zuordnungswert für Sand. Das Material ist dann als Z 1.1-

Material einzustufen. Besonders ist im vorliegenden Fall auf die organischen Anteile hinzuweisen. Bei der chemischen Untersuchung ergab sich ein Glühverlust von 3,9 % bei einem TOC-Gehalt von 1,2 %. Bei einer Verwertung von Aushubmaterial zur Verfüllung einer Grube mit Zulassung nach Eckpunktepapier wird bei einer Trockenverfüllung derzeit meist ein TOC-Gehalt von 6 % toleriert. Eine Abstimmung mit dem Entsorger und ggf. den zuständigen Behörden wird jedoch in jedem Fall erforderlich. Diese Abstimmung sollte vor der Vergabe der Leistungen erfolgen. Eine Nassverfüllung des Materials ist in der Regel nicht zulässig.

Bei MP 2 aus den Torfen wurden im Feststoff leicht erhöhte Arsen-, Chrom-, Nickel- und Quecksilbergehalte (alle noch Z 0 bei Kategorie „Lehm/Schluff“) ermittelt. Weiterhin ergaben sich mit 2,1 mg/kg ein erhöhter Cyanidgehalt (Z 1.1) und mit 150 mg/kg ein erhöhter Kohlenwasserstoffgehalt (Z 1.1). Bei einer Einstufung nach Eckpunktepapier handelt es sich somit um Z 1.1-Material. Hinsichtlich der organischen Anteile ergaben sich ein DOC-Gehalt von 4 mg/l, ein Glühverlust von 14,7 % und ein TOC-Gehalt von 7,5 %. Eine Verwertung des Materials in einer Grube mit Zulassung nach Eckpunktepapier ist somit voraussichtlich nicht möglich. Dies gilt für den Fall, dass ein getrennter Aushub erfolgen kann.

Bei einer anstelle der Verwertung denkbaren Entsorgung in einer Deponie nach DepV sind ebenfalls die hohen organischen Anteile problematisch. Der maximale TOC-Gehalt liegt hier im Normalfall ebenfalls bei 6 %, was bei dem vorhandenen Material deutlich überschritten wird. In den Vorbemerkungen zu den Zuordnungswerten der DepV werden eine Reihe von Ausnahmen genannt. Die prinzipiellen Möglichkeiten einer Entsorgung wären in diesem Fall jedoch im Einzelfall mit dem jeweiligen Entsorger im Vorfeld der Ausschreibung abzustimmen. Auch ist davon auszugehen, dass eine Einzelfallprüfung durch die Behörden erforderlich wird.

Denkbar ist eine Verwertung von anfallendem Torfmaterial als Rekultivierungsschicht in einer Grube nach Eckpunktepapier oder DepV. Die zur Verfügung stehenden Kapazitäten sind hier jedoch begrenzt und sollten vor der Ausschreibung bzw. Vergabe der Leistungen geprüft werden.

Zusammenfassend ist die Entsorgung von torfigem Aushubmaterial schwierig und kostenintensiv. Material aus diesem Bereich sollte somit weitgehend vermieden oder ggf. auf der Baustelle in untergeordneten Bereichen z.B. zur Geländemodellierung verwendet werden.

Bei der Mischprobe MP 3 aus dem Oberboden ergab sich im Feststoff ein Arsengehalt von 18 mg/kg. Dieser liegt noch unter dem Z 0-Zuordnungswert des Eckpunktepapiers für die Kategorie „Lehm/Schluff“ von 20 mg/kg.

Allgemein sollten beim Aushub anfallende, nach organoleptischem Befund auffällige Böden (z.B. Böden mit Fremdmaterialanteil) auf der Baustelle oder einer anderen geeigneten Fläche zwischengelagert, beprobt und hinsichtlich ihrer weiteren Verwendungsmöglichkeiten chemisch analysiert werden. Der Untersuchungsumfang sollte den Vorgaben der LAGA, des Eckpunktepapiers und ggf. der DepV entsprechen. Entsprechende Positionen sind im LV zu berücksichtigen.

5. Bautechnische Empfehlungen

5.1 Allgemeine Bebaubarkeit

Mit den durchgeführten Untersuchungen wurden im oberflächennahen Bereich, bis in Tiefen zwischen rund 2,5 m und 3,0 m sehr gering konsistente bindige und teils auch torfige Auenablagerungen aufgeschlossen. Diese Böden sind nicht tragfähig und nicht zur Gründung von Gebäuden geeignet. Unter den Auenablagerungen stehen Kiese an, die zumindest unterhalb eines teils vorhandenen, verlehnten Übergangsbereichs, tragfähig sind. Bei den schlämmkornarmen Kiesen handelt es sich um den tragfähigen Gründungshorizont.

Besonders zu beachten sind im Planungsgebiet die hohen Grundwasserstände. Bereits bei den Felduntersuchungen lag der Grundwasserspiegel teils nur 80 cm unter GOK. Bei jeglichen Aushubarbeiten ist besonderes Augenmerk auf die Vermeidung eines Sohlaufbruchs zu legen. Sofern bei den Bauarbeiten ähnliche Wasserstände wie bei den Felduntersuchungen (ca. 80 cm unter GOK) vorliegen, ist nach einer überschlägigen Abschätzung ab einer Aushubtiefe von 1,2 m zumindest teilweise mit Problemen zu rechnen. Im ungünstigen Fall stehen die hoch durchlässigen Kiesen ab einer Tiefe von rund 2 m an. In diesen Bereichen verbleibt dann nur noch eine Restmächtigkeit der bindigen Auenablagerungen von rund 80 cm. Bei hohen Wasserständen sind nur geringere Aushubtiefen möglich. Der Nachweis der Auftriebssicherheit ist bei der Wohnbebauung jeweils im Einzelfall zu führen. Auf dieser Grundlage ist je nach Lage des jeweiligen Gebäudes die maximale Aushubtiefe festzulegen. Für unplanmäßig hohe Wasserstände können Notmaßnahmen, wie z.B. ein Fluten der Baugrube vorgesehen werden.

Tiefere Baugruben sind im vorliegenden Fall nur in Kombination mit besonderen Maßnahmen möglich. Eine Grundwasserabsenkung über Brunnen oder eine offene Wasserhaltung ist aufgrund der hohen Durchlässigkeit der Kiese und der damit verbundenen sehr hohen Wassermengen kaum möglich und nicht zielführend. Eine Umschließung der Baugrube mittels eines wasserundurchlässigen Verbaus ist bei der Wohnbebauung aus Kostengründen der Ausnahmefall. In diesem Fall wäre auch eine weitere Erkundung mit tiefreichenden Bohrungen nötig. Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass im Planungsgebiet mit vertretbarem Aufwand überwiegend nur nicht unterkellerte Gebäude oder Gebäude mit geringer Einbindung in den Untergrund errichtet werden können. Ggf. empfiehlt sich eine geringfügige Anhebung der Straße (z.B. um 0,8 m) im Vergleich zum derzeitigen Gelände, um dadurch etwas größere Einbindetiefen (bezogen auf das spätere Gelände) erreichen zu können. Größere Aufschüttungen sollten jedoch im Hinblick auf die dadurch entstehenden Setzungen, vermieden werden.

Die Gründungsebene der Wohngebäude kommt unter den genannten Randbedingungen voraussichtlich in den nicht tragfähigen Böden zu liegen. Eine übliche Flachgründung auf Einzel- und Streifenfundamenten kann hier nicht ausgeführt werden. Ein vollständiger Austausch der nicht tragfähigen Böden mit einem kontrollierten, lagenweisen Einbau des Austauschmaterials ist aufgrund der hohen Wasserstände und des starken Wasserandrangs nicht bzw. kaum ausführbar. Allgemein lassen sich in den quartären Kiesen bei einer Wasserhaltung nur geringe Absenkbeträge, bei gleichzeitig hohen Fördermengen, realisieren. Ein Teilbodenaustausch ist aufgrund der organischen Anteile nicht zu empfehlen. Zur endgültigen Festlegung der wirtschaftlichsten Gründungsvariante sollten im Zuge der Detailplanung objektbezogen weitere Untersuchungen (Kleinrammbohrungen, Rammsondierungen, Schürfe etc.) ausgeführt werden. Auf dieser Grundlage sind die jeweiligen Bemessungswerte festzulegen.

Allgemein ist die Ausführung einer Brunnengründung (mit Beton ausgefüllte Schachtringe) denkbar. Je nach Wasserständen kann in diesem Fall zunächst der Voraushub durchgeführt werden. Zur

Stabilisierung der Aushubsohle ist anschließend ein Arbeitsplanum aus Kies oder Schotter der Bodengruppen GW, GI oder GU mit einer Mindestdicke von ca. 30 cm einzubauen. Durch diese Maßnahme kann die Aushubsohle soweit stabilisiert werden, dass ein reguläres Arbeiten möglich ist. Ein Befahren mit schwerem Gerät ist jedoch nicht möglich. Ausgehend von dieser Ebene müssen mit kleinem Gerät oder von außerhalb der Baugrube die Brunnen eingebracht werden. Diese sind dann in jedem Fall bis zu den tragfähigen, schlämmkornarmen Kiesen abzuteufen, die ab einer Tiefe von rund 2 m bis 3 m unter der derzeitigen GOK anstehen.

Ein Betonieren der Schächte gegen Erdreich ohne Sicherung mittels Betonringen oder einer alternativ in Betracht kommenden Stahlverrohrung ist nicht zu empfehlen bzw. nur im Sonderfall möglich, da die Schachtwände meist keine ausreichende Standsicherheit aufweisen.

Bei der Herstellung der Brunnen sollte der Aushub des Bodens im Schachtgreiferverfahren erfolgen, wobei die Brunnenringe bzw. die Stahlverrohrung im Zuge des Aushubs nachgedrückt werden. Die Arbeiten sind so durchzuführen, dass kein seitlicher Bodenentzug bzw. -einbruch erfolgen kann. Unter dem Grundwasserspiegel sind die Brunnen mit entsprechender Wasserauflast (Wasserzugabe) abzuteufen. Das Anheben des Greifers muss langsam erfolgen. Das Einbringen des Betons muss im Kontraktorverfahren erfolgen. Generell empfiehlt sich die Einweisung des ausführenden Personals durch einen Sachverständigen für Geotechnik.

Zur Bemessung von Brunnen mit einem Durchmesser von 1,5 m oder 2,0 m kann in den schlämmkornarmen Kiesen für Regelfälle nach DIN 1054:2010 von einem Bemessungswert des Sohlwiderstands von $\sigma_{R,d} = 450 \text{ kN/m}^2$ ausgegangen werden. Dies gilt für eine Mindesteinbindetiefe von 1,5 m unterhalb der Bodenplatte. Das Eigengewicht der Brunnen kann bei der Bemessung vernachlässigt werden. Bei Ausnutzung des genannten Werts ist mit Setzungen zwischen rund 1 cm und 2 cm zu rechnen.

Bei besonders niedrigen Wasserständen ist im Sonderfall eine Bauweise denkbar, bei der die Au-enablagerungen in kleinen Abschnitten restlos entfernt und durch grobkörniges Material ersetzt werden. Die Verdichtung muss dann parallel zum Einbau mit einem Vorbaurüttler am Bagger und ab 0,5 m über dem Grundwasserspiegel zusätzlich mit einer schweren Vibrationswalze erfolgen. Diese Variante ist jedoch sehr risikoreich und kann, wenn überhaupt, nur von erfahrenen Tiefbauunternehmen ausgeführt werden. Die Realisierbarkeit ist im Einzelfall zu prüfen und hängt auch stark von den tatsächlichen Wasserständen ab. Ggf. sind zur näheren Überprüfung Probefelder anzulegen. Auf dem so eingebauten Bodenaustausch könnte dann, bei ausreichender Qualität, eine Plattengründung ausgeführt werden.

Zusammenfassend ist mit anspruchsvollen Gründungsverhältnissen zu rechnen, die in jedem Fall weitere Erkundungen und eine Begleitung durch einen Sachverständigen für Geotechnik erfordern. Da die gut tragfähigen Kiese in erreichbarer Tiefe anstehen, kann die Gebäudegründung unter Beachtung der genannten Randbedingungen ohne aufwendigen Spezialtiefbau (Pfehlgründungen etc.) ausgeführt werden. Ausgehend vom aktuellen Gelände werden jedoch nur geringe Aushubtiefen möglich sein.

5.2 Straßenbau

5.2.1 Frostsicherer Straßenoberbau

Nachfolgend gehen wir davon aus, dass die Gradiente der geplanten Erschließungsstraßen in etwa geländegleich oder knapp (bis zu ca. 0,8 m) über dem derzeitigen Gelände zu liegen kommt. Bei größeren Aufschüttungen ist die Situation bezüglich der entstehenden Verformungen gesondert zu prüfen.

Nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12, Tabelle 2) ist die Ausführung von Wohnwegen und Wohnstraßen in Belastungsklasse 0,3 bis Bk1,0 erforderlich. Oberrohr liegt nach der Karte der Frosteinwirkungszonen in Deutschland (Ausgabe 2012) in der Frosteinwirkungszone II. Im Planum stehen durchweg sehr frostempfindliche Böden (F 3-Böden) an. Für die Belastungsklassen Bk0,3 und Bk1,0 errechnet sich die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus gemäß RStO 12 in der Frosteinwirkungszone II wie folgt:

		Belastungsklasse Bk0,3	Belastungsklasse Bk1,0
Richtwert gemäß Tabelle 6, Zeile 2	=	50 cm	60 cm
+ Tabelle 7, Spalte A (Frosteinwirkung Zone II)	=	5 cm	5 cm
+ Tabelle 7 Spalte C (Grundwasser)	=	5 cm	5 cm
Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus	=	60 cm	70 cm

Gegebenenfalls sind weitere Zu- und Abschläge gemäß der tatsächlichen Planung zu berücksichtigen. So ist z.B. bei einer Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen ein Abschlag von 5 cm möglich. Bei einem Bodenaustausch mit F 2-Material im Planum ist ein Abschlag von 10 cm möglich. Die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel gemäß Tabelle 8 der RStO 12 sind jedoch in jedem Fall einzuhalten. Diese beträgt bei einer Tragschicht aus überwiegend ungebrochenem Material und Bk0,3 im vorliegenden Fall 25 cm. Bei Bk1,0 sind mindestens 35 cm einzuhalten.

5.2.2 Anforderungen an die Verdichtung

Gemäß ZTV SoB-StB 04 und ZTV E-StB 09 werden folgende Anforderungen für den Straßenoberbau gestellt:

Oberkante Frostschutzschicht Bk0,3

- Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 100 \%$
- Verformungsmodul $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$
- Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$

Oberkante Frostschutzschicht Bk1,0

- Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 103 \%$
- Verformungsmodul $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
- Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$

Oberkante Planum

- Verformungsmodul $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

5.2.3 Stabilisierung des Planums

Nach den ausgeführten Untersuchungen ist davon auszugehen, dass im Planum sehr gering tragfähige Deckschichten anstehen, wobei die unter dem Mutterboden anstehenden Sande noch eine etwas bessere Tragfähigkeit aufweisen. Auch deshalb ist zu empfehlen nach Abtrag des Mutterbodens den erforderlichen Aufbau nach oben einzubauen. Auch in den Sanden wird sich der geforderte Verformungsmodul nicht erreichen lassen. Eine Stabilisierung des Planums wird somit erforderlich. Hierzu kommen im Normalfall ein Bodenaustausch mit Kiessand oder Schotter oder eine Verbesserung der anstehenden Böden mit Bindemittel in Betracht. Die Verbesserung mit Bindemittel sollte aufgrund der organischen Anteile im vorliegenden Fall nicht ausgeführt werden. Sofern insbesondere im nordöstlichen Teil des Planungsgebiets (z.B. RKS 2) ausgeprägte Torfe angetroffen werden, können diesen nicht unter der Straße belassen werden. Hier wird dann ein restloser Austausch erforderlich. Die Sachlage sollte in diesem Bereich bei der Bauausführung durch Probe-schürfe kontrolliert werden.

Bei einem flächigen Teilbodenaustausch oder einer entsprechenden Anschüttung sollte als Austausch- bzw. Schüttmaterial Kiessand oder Schotter der Bodengruppen GU (Schlammkorngelalt max. 10 %), GW oder GI verwendet werden. Es sollte direkt auf die unter dem Mutterboden meist ansehenden Sande in Lagen von maximal 30 cm Dicke aufgebracht und auf mindestens mitteldichte Lagerung im Sinne der DIN 1054 verdichtet werden. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lastausbreitung sollte eine Verbreiterung des Austausch- bzw. Schüttmaterials mit zunehmender Tiefe unter einem Winkel von 45° vorgenommen werden. Unter dem Schüttmaterial empfiehlt sich zur Trennung von den natürlichen Auenablagerungen besonders der Einbau eines Trennvlieses (GRK 4).

Im vorliegenden Fall sollte zur Stabilisierung des Planums der Bodenaustausch in einer Mindestdicke von ca. 50 cm eingebaut werden. Sofern bereichsweise die Sande durchteuft werden, und bereits breiige bis weiche, bindige Böden anstehen, ist die Dicke des Bodenaustauschs auf 60 – 80 cm zu erhöhen. Die genaue Dicke ist anhand von Probefeldern festzulegen und auch nach dem flächigen Einbau durch Plattendruckversuche und LKW-Befahrbarkeitsversuche zu prüfen. Sollten bei den Befahrbarkeitsversuchen in Teilbereichen erhöhte Einsenkungen verzeichnet werden, ist hier nachzubessern.

Allgemein ist auf die Witterungsempfindlichkeit der im Planum anstehenden Böden hinzuweisen. Ohne Sondermaßnahmen wird auch ein Befahren mit dem Baustellenverkehr nicht möglich sein. Denkbar ist der frühzeitige Einbau des Bodenaustauschs zur Planumsstabilisierung. Von dieser Ebene aus kann dann der Kanalbau erfolgen. Ein Aufweichen von Böden ist in jedem Fall zu vermeiden. Bei Arbeitspausen ist durch Abwalzen mit einer Glattmantelwalze stets eine geschlossene Oberfläche herzustellen. Durch ein ausreichendes Quergefälle mit entsprechender Vorflut ist eine ausreichende Entwässerung sicherzustellen. Bei unverbesserten Böden ist von einem Quergefälle von 6 % auszugehen.

5.3 Kanalbau

Auch beim Kanalbau sind besonders die sehr hohen Grundwasserstände zu beachten. Nach den vorliegenden Unterlagen weisen die vorhandenen Kanäle im Riedweg eine Tiefe von bis zu 3 m auf. Hierzu ist anzumerken, dass die Aushubsohle dann direkt in den hoch durchlässigen quartären Kiesen liegt. Hier ist ohne wasserundurchlässige Umschließung generell mit einem hohen Wasserandrang zu rechnen, der auch in kurzen Abschnitten nur mit einer leistungsfähigen Wasserhaltung zu bewältigen ist. Für die neuen Kanäle sollte die Tiefenlage maximal bis zu OK der Kiese beschränkt und eine Einbindung in die Kiese vermeiden werden. Alternativ ist eine sehr flache Verlegung der

Kanäle zu empfehlen, wobei wiederum der Druckspiegel des Grundwassers in Bezug auf einen möglichen Sohlaufbruch beachtet werden muss.

5.3.1 Gründung der Kanäle

Bei einer Lage der Kanäle im Bereich der OK der quartären Kiese kann die Gründung prinzipiell direkt in der Rohrbettung erfolgen. Zur Ableitung des anfallenden Wassers sollte jedoch eine mindestens 30 cm dicke Dränschicht aus Waschkies oder Split 8/16 vorgesehen werden, in der zusätzlich eine Dränleitung verlegt werden kann. Die Dränschicht ist zusätzlich in ein Trennvlies GRK 3 einzuschlagen. Generell können nur kleine Abschnitte mit einer Länge von maximal 10 m am Stück ausgehoben und eingebaut werden. Aufgrund der schwankenden Höhenlage der Kiese wäre es z.B. auch denkbar, die planmäßige Kanalsole in einer Tiefe von ca. 1,8 m bis 2,0 m unter derzeitigem Gelände anzuordnen. Im Fehlbetrag bis zu den Kiesen ist dann eine Lage Waschkies und darüber Kiessand gemäß den genannten Anforderungen einzubauen.

Sofern eine flache Verlegung der Kanäle gewählt wird, kommt die Gründungssole in den gering tragfähigen Deckschichten zu liegen. Hier werden weitere Maßnahmen zur Stabilisierung der Gründungssole erforderlich. Unter der Rohrbettung sollte ein Bodenaustausch gemäß den Anforderungen in Abschnitt 5.1 in einer Mindestdicke von 40 cm vorgesehen werden. Etwaige Torfe sind restlos zu entfernen. Bei breiigen Böden ist die Dicke auf 50 cm zu erhöhen. In jedem Fall sollte der Bodenaustausch in ein Trennvlies GRK 3 eingeschlagen werden.

5.3.2 Kanalgrabenverbau und Wasserhaltung

Unter Beachtung der genannten Hinweise werden sich Aushubtiefen von maximal 3 m, meist aber nur 2 m bis 2,5 m ergeben. Da im Planungsgebiet derzeit noch keine Bebauung vorhanden ist, kann bei der genannten Tiefe der Grabenverbau mittels Systemplatten erfolgen. Sofern im Anschlussbereich an die bestehenden Kanäle der Kanalgraben im Nahbereich von Gründungsbauteilen zu liegen kommt, ist die Situation besonders zu prüfen und mit dem Baugrundgutachter abzustimmen. Als gefährdet ist die Bebauung generell dann einzustufen, wenn sich zwischen dem Fundament, der Aushubsole im Kanalgraben und der Horizontalen ein Winkel von mehr als 30° ergibt.

Die Böschungen von unverbauten Baugruben dürfen gemäß DIN 4124 bei den vorliegenden Böden über dem Grundwasserspiegel nicht steiler als 45° angelegt werden. Im Bereich von breiigen Böden ist die Böschungsneigung auf 30° zu reduzieren. Die DIN 4124 schreibt geringere Böschungsneigungen vor, wenn besondere Einflüsse, wie z.B. Verkehrslasten, Bauwerkslasten, Erschütterungen, Grundwasser, Störungen des Bodengefüges usw., die Standsicherheit gefährden. Im Zweifelsfall sollte die Standsicherheit durch einen Sachverständigen geprüft werden.

Wie bereits erläutert, sollte eine Einbindung von Kanalgräben in die Kiese in jedem Fall vermieden werden. In diesen Böden ist für die Dimensionierung von Wasserhaltungsmaßnahmen von einer Durchlässigkeit im Bereich zwischen $k = 1 \times 10^{-3}$ m/s und $k = 1 \times 10^{-2}$ m/s auszugehen. Sofern die Graben- bzw. Aushubsole auf den Kiesen liegt, ist zur Wasserhaltung zunächst die genannte Lage Waschkies 8/16 einzubauen und in ein Trennvlies GRK 3 einzuschlagen. Bei Bedarf sind zusätzlich Dränleitungen zu verlegen und an Pumpensümpfe anzuschließen. Die anfallende Wassermenge ist je nach Abschnittslänge rechnerisch zu ermitteln. Schon vorab ist bei einer Abschnittslänge von ca. 10 m von einer Wassermenge von mindestens 5 l/s auszugehen, wobei die tatsächliche Wassermenge stark schwanken kann. Die Pumpensümpfe und Dränleitungen sind in jedem Fall filterstabil auszubilden, um Erosions- und Suffosionsvorgänge zu vermeiden. Die Abschnittslänge ist entsprechend an den Wasserandrang anzupassen. Sämtliche Wasserhaltungsarbeiten bedürfen einer wasserrechtlichen Genehmigung.

5.3.3 Kanalgrabenverfüllung

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen ist davon auszugehen, dass die in dem für den Kanalbau relevanten Bereich anstehenden Auenablagerungen durchweg vernässt sind und auch organische Anteile aufweisen. Ein ordnungsgemäßer Wiedereinbau im Sinne der ZTV E-StB 09 mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97 \%$ ist im vorliegenden Fall nicht möglich. Eine Verbesserung mit Bindemittel ist aufgrund der organischen Anteile nicht zu empfehlen. Die Grabenverfüllung sollte somit mit Liefermaterial erfolgen. Hierzu sollte Kiessandmaterial gemäß Abschnitt 5.1 verwendet werden. Je nach verwendetem Material sind die Anforderungen an die Verdichtung gemäß Tabelle 2 der ZTV E-StB 09 einzuhalten. Das Material ist in Lagen von maximal 30 cm Dicke einzubauen. Die Verdichtung der Grabenverfüllung ist bei der Bauausführung durch eine Eigen- und Fremdüberwachung gemäß ZTV E-StB 09 zu überwachen.

5.4 Versickerung

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist im Planungsgebiet aufgrund der sehr hohen Wasserstände nicht möglich.

5.5 Bauwerksabdichtung und Hinterfüllung

Alle unter das Gelände einbindenden Bauwerksteile müssen ausreichend abgedichtet werden. Nach DIN 18195-1 ist auch oberhalb des geschlossenen Grundwasserspiegels eine Abdichtung nach DIN 18195-6 (drückendes Wasser) erforderlich, wenn der Untergrund aus weniger durchlässigem Boden ($k < 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$) besteht, da ein Aufstauen des Grundwassers nicht ausgeschlossen werden kann. Lediglich bei der Anordnung einer Dränung nach DIN 4095 ist dann eine Abdichtung nach DIN 18195-4 (Erdfeuchte, Sickerwasser) ausreichend.

Im vorliegenden Fall stehen im bauwerksrelevanten Bereich nahezu durchweg Böden an, die eine Durchlässigkeit $< 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ aufweisen. Darüber hinaus ist in den Kiesen ein geschlossener Grundwasserspiegel ausgebildet. Auf dieser Grundlage sollten im vorliegenden Fall alle in den Untergrund einbindenden Bauteile nach DIN 18195-6 gegen drückendes Wasser abgedichtet oder als WU-Konstruktion ausgebildet werden. Auch bei nicht unterkellerten Gebäuden, die über dem aktuellen Gelände liegen, sollte unter der Bodenplatte zumindest eine Dränschicht nach DIN 4095 eingebaut werden, wenn die Abdichtung gegen Erdfeuchte und Sickerwasser ausgebildet werden soll. Besser ist auch hier eine Abdichtung gegen drückendes Wasser.

Etwaige Dränschichten sind generell filterstabil auszubilden und mit ausreichender Vorflut zu versehen, damit das ggf. anfallende Wasser abgeleitet werden kann. Besonderes Augenmerk ist auch auf die korrekte Hinterfüllung der Bauwerksteile zu legen. Bei der Ausführung der Dränschicht und der Hinterfüllung unterkellerten Gebäude sind die Hinweise der DIN 4095 zu beachten. Die Hinterfüllung und Überschüttung von Bauwerken sollte generell nach den Anforderungen der ZTV E-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.

6. Verfasser

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



M.Eng., Dipl.-Ing. (FH) Jeckle
(Bereichsleiter)

