

Gemeinde Ursberg
Prämonstratenser Straße 20

86513 Ursberg

Anerkannt nach RAP Stra für Eignungs-, Fremdüberwachungs- und Kontrollprüfungen sowie für Schiedsuntersuchungen in den Bereichen A, B, D, G, H und I

Geführt im Verzeichnis der Institute für Erd- und Grundbau

Umwelttechnik: Akkreditiert gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DAP-PL-2945.00

Zugelassen nach VSU Boden und Altlasten

Gutachten-Nr.: 16K0301

Projekt Nr.: 16 / 53125 - 150

Datum: 14.09.2016

BG Mindelzell Süd
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.	Beschreibung der Untergrundverhältnisse	4
3.1	Geologischer Überblick	4
3.2	Boden- und Untergrundbeschreibung	4
3.2.1	Auffüllungen und Deckschichten	4
3.2.2	Quartäre Kiese	5
3.2.3	Tertiäruntergrund (OSM)	6
3.3	Hydrogeologische Verhältnisse	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	10
5.1	Allgemeine Bebaubarkeit	10
5.2	Straßenbau	12
5.2.1	Frostsicherer Straßenoberbau.....	12
5.2.2	Anforderungen an die Verdichtung.....	12
5.2.3	Stabilisierung des Planums	13

Dieses Gutachten umfasst **15** Seiten und **22** 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.

5.3	Kanalbau.....	13
5.3.1	Gründung der Kanäle	13
5.3.2	Kanalgrabenverbau und Wasserhaltung.....	13
5.3.3	Kanalgrabenverfüllung	14
5.4	Versickerung	14
5.5	Bauwerksabdichtung und Hinterfüllung	14
6.	Verfasser.....	15

ANLAGEN

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Geologischer Schnitt
Anlage 3.1 + 3.2	Zusammenstellung der Versuchsergebnisse
Anlage 4	Glühverluste
Anlage 5	Fließ- und Ausrollgrenze
Anlage 6.1 + 6.4	Korngrößenverteilungen
Anlage 7.1 – 7.2	Grundwasseranalyse
Anlage 8.1 – 8.10	Probenahmeprotokoll und Analysenergebnisse

1. Allgemeines

1.1 Vorgang

Die Gemeinde Ursberg plant die Erschließung des Baugebiets Mindelzell Süd. Das IFM Dr. Schellenberg, Leipheim GmbH & Co. KG (nachfolgend IFM Leipheim) wurde mit E-Mail vom 3. August 2016 auf Grundlage des IFM-Angebots vom 3. August 2016 (Zeichen 08150t02) beauftragt, die Baugrunderkundung und die Gründungsberatung für diese Maßnahme durchzuführen.

1.2 Planungsgebiet und Bebauung

Das derzeit als landwirtschaftliche Grünfläche genutzte Planungsgebiet mit einer Grundfläche von rund 1,8 Hektar liegt am südlichen Ortsausgang von Mindelzell in Richtung Hasberg bzw. Tiefenried. Es grenzt an seiner Westseite direkt an die Dorfstraße bzw. Kreisstraße GZ 8. An seiner Nord-, Ost- und Südseite verlaufen wasserführende Flurgräben bzw. auf der Ostseite ein kleiner Bach. Großräumig betrachtet liegt das Planungsgebiet am Westrand des Mindeltals, das nach Norden entwässert. Es ist davon auszugehen, dass über die Flurgräben auch Sicker- und Schichtwasser- austritte vom naheliegenden, nach Westen ansteigenden Höhenzug abgeleitet werden. Weiterhin ist bekannt, dass von den westlich der Dorfstraße noch im Talraum der Mindel gelegenen Wohngebäuden private Kanäle existieren, die über das Grundstück verlaufen und mit denen zumindest zu Zeiten hoher Wasserstände in Dränagen anfallendes Wasser abgeleitet wird. Aktuell liegt der überwiegende Teil der Fläche noch innerhalb des vorläufig gesicherten Überschwemmungsgebiets der Mindel. Nach Fertigstellung der derzeit im Bau befindlichen Hochwasserschutzmaßnahmen liegt die Fläche voraussichtlich nicht mehr im Überschwemmungsgebiet.

Nähere Angaben zur Bebauung liegen noch nicht vor. Es ist davon auszugehen, 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 August 2016
- [3] Spartenpläne, eingeholt durch das IFM Leipheim bei den öffentlichen Spartenträgern im August 2016

2. Feld- und Laboruntersuchungen

2.1 Felduntersuchungen

Zur Erkundung des Baugrunds wurden am 30. August 2016 bauseits 5 Baggerschürfe angelegt und von einem Mitarbeiter des IFM Leipheim fachtechnisch aufgenommen. Aufgrund der hohen Grundwasserstände mussten die Schürfe in einer Tiefe von 2,0 m bzw. 2,2 m abgebrochen werden. Darüber hinaus wurden von einem Mitarbeiter des IFM Leipheim 2 Kleinrammbohrungen (\varnothing 80/60 mm) und 3 Sondierungen mit der schweren Rammsonde abgeteuft. Mit den Kleinrammbohrungen wurden Tiefen von 3,0 m bzw. 4,0 m und mit den Sondierungen zwischen rund 7,0 m und 7,8 m erreicht. Die Untersuchungspunkte wurden im Zuge der Feldarbeiten nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente der Kanaldeckel Nr. 123, dessen Höhe in den vorliegenden Unterlagen mit 517,41 mNN angegeben ist.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist dem beigefügten Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen. Die Anlage 2 enthält einen geologischen Schnitt mit den Ergebnissen der Schürfe und Kleinrammbohrungen sowie einer Interpretation des Schichtenverlaufes anhand der Rammdiagramme. Der in Anlage 2 dargestellte geologische Schnitt ist eine Interpretation des Schichtenverlaufes anhand der punktweise 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 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
- 5 Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18121
- 1 Bestimmung der Zustandsgrenzen und Konsistenzermittlung nach DIN 18122
- 4 Bestimmungen des Glühverlusts nach DIN 18128
- 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, DOC-Gehalts und Glühverlusts (Gesamtfraktion)

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 8 entnommen werden. 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. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

3.1 Geologischer Überblick

Nach den Angaben der geologischen Karte und unseren Erfahrungen aus der Umgebung liegt das Planungsgebiet im Bereich der quartären Talablagerungen der Mindel. Hierbei handelt es sich um quartäre Kiese, die von jungen Auenablagerungen überlagert werden. Diese können auch torfig ausgebildet sein. Nach Westen hin keilen die Kiese aus. Hier stehen die jungtertiären Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (OSM) an, die auch unter den Kiesen den tieferen Untergrund bilden.

3.2 Boden- und Untergrundbeschreibung

3.2.1 Auffüllungen und Deckschichten

Mit allen Aufschlüssen wurden zuoberst Auffüllungen und natürliche Deckschichten (Auenablagerungen) aufgeschlossen. In den Auffüllungen waren überwiegend nur geringe Fremdanteile wie Ziegelreste enthalten. Auf eine weitere Trennung wird deshalb verzichtet. Die Auffüllungen und Deckschichten reichen im Planungsgebiet bis in eine Tiefe zwischen rund 0,5 m und 1,8 m und setzen sich überwiegend aus organischen, sandigen bis stark sandigen, schwach bis stark kiesigen Schluffen und Tonen (Schwemmlahmen), stark schluffigen Wiesenkalke, Torfen und Gemischen aus

diesen Böden zusammen. Mit RKS 2 und SCH 1 wurden auch schlämmkornreiche kiesige Auffüllungen angetroffen. Die bindigen Anteile weisen meist nur eine weiche Konsistenz auf. An einer Bodenprobe aus SCH 1 wurde bei einem Wassergehalt von 28,8 % eine weiche Konsistenz ermittelt. An mehreren Proben wurden Glühverluste zwischen rund 8,9 % und 68,2 % bei Wassergehalten zwischen 52,7 % und 354,9 % ermittelt. Die Auffüllungen und Deckschichten sind somit überwiegend den Bodengruppen TA, OT, HN, HZ, OK, SU* und GU* zuzuordnen.

Die Auffüllungen und Deckschichten sind hoch kompressibel und weisen eine geringe Scherfestigkeit auf. Die Torfe und Lagen mit höheren organischen Anteilen sind besonders hoch kompressibel und setzungsanfällig. Die Auffüllungen und Deckschichten sind insbesondere aufgrund der Torfanteile nicht tragfähig und zur Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet. Sie sind gering bis mittel oder sehr frostempfindlich (F 2, F 3) und auch ausgeprägt wasserempfindlich (aufweichgefährdet) sowie überwiegend schwach bis sehr schwach durchlässig. Für eine weitere bautechnische Nutzung sind die Auffüllungen und Deckschichten überwiegend nicht geeignet. Allenfalls lokal anstehende Kiese können für untergeordnete Zwecke weiterverwendet werden. Hierbei dürfte es sich aber um die Ausnahme handeln. Von einer Verbesserung der Böden mit Bindemittel sollte aufgrund der organischen Anteile abgesehen werden. Für den Fall von Ramm- oder Rüttelarbeiten kann in den Deckschichten von geringen Eindringwiderständen ausgegangen werden.

3.2.2 Quartäre Kiese

Unter den Deckschichten wurden bis zur Endteufe der Schürfe und Kleinrammbohrungen quartäre Kiese aufgeschlossen. Im Übergangsbereich zu den Deckschichten sind diese verlehmt und weisen auch höhere organische Anteile (Pflanzenreste etc.) auf. An einer Bodenprobe aus diesem Bereich wurde im Labor ein Schlämmkorngehalt von 14,4 % ermittelt. An einer anderen Bodenprobe ergab sich ein Glühverlust von 2,4 %. Mit zunehmender Tiefe nehmen der Schlämmkorngehalt und der Anteil an organischen Beimengungen ab. An zwei weiteren Bodenproben ergaben sich Schlämmkorngehalte von 2,3 % und 6,4 %. Die quartären Kiesen sind somit überwiegend den Bodengruppen GI, GW, GU und GU* zuzuordnen. Die Rammsondierungen lassen auf eine überwiegend mitteldichte bis dichte Lagerung der Kiese schließen. Lediglich im Übergangsbereich zu den Deckschichten weisen sie teils nur eine lockere Lagerung auf.

Die quartären Kiese sind mit Ausnahme der verlehnten Übergangsbereiche, die mit organischen Anteilen durchsetzt sind, gering kompressibel und weisen eine hohe Scherfestigkeit auf. Die schlämmkornarmen Kiese sind tragfähig und zur Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. Verlehnte Übergangsbereiche mit organischen Anteilen sind mäßig kompressibel und nur bedingt zur Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. Die Kiese sind je nach Schlämmkorngehalt zwischen nicht und sehr frostempfindlich (F 1 bis F 3) einzustufen sowie durchlässig bis sehr stark durchlässig. Bei höherem Schlämmkorngehalt sind sie darüber hinaus aufweichgefährdet. Für bautechnische Zwecke sind nach einer entsprechenden Abtrocknung nur die schlämmkornarmen Kiese unterhalb des Übergangsbereichs geeignet. Material aus diesem Bereich wird jedoch kaum anfallen. Für den Fall erforderlicher Ramm- oder Rüttelarbeiten muss in den Kiesen von meist hohen Eindringwiderständen und einer entsprechend schweren bis 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.

3.2.3 Tertiäruntergrund (OSM)

Der Tertiäruntergrund wurde mit den vorliegenden direkten Aufschlüssen nicht erreicht. Nähere Angaben zur Tiefenlage und Zusammensetzung der Tertiärböden können nur auf Grundlage von tiefreichenden, verrohrten Aufschlussbohrungen erarbeitet werden.

3.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Während der Feldarbeiten im August 2016 wurde der Grundwasserspiegel bereits in geringer Tiefe mit durchteufen der geringer durchlässigen Deckschichten angeschnitten. Die Messung eines weiteren Grundwasseranstiegs war in den Schürfen und Kleinrammbohrungen nur teilweise möglich, da die Untersuchungsstellen relativ rasch einstürzten. Zusätzlich zu den Aufschlüssen wurde der Wasserstand in den angrenzenden Gräben an 4 Stellen (siehe Lageplan) eingemessen. Diese Messwerte und die Messwerte in den Untersuchungsstellen sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 1:

Nr.	Grundwasserstand in mNN	Bemerkung
SCH 1	515,77	Anstieg in 1 Stunde
SCH 2	515,15	Anstieg in 1 Stunde
SCH 3	514,69	Anstieg in 30 Minuten
SCH 4	514,98	Anstieg nicht messbar
SCH 5	515,37	Anstieg in 45 Minuten
RKS 2	515,68	Anstieg unvollständig
Punkt 1	515,76	
Punkt 2	514,83	
Punkt 3	514,76	
Punkt 4	514,71	

In RKS 1 konnte aufgrund des einstürzenden Bohrlochs keine Messung erfolgen. Zusammenfassend decken sich die Messwerte in den Untersuchungsstellen weitgehend mit den Messpunkten in den Flurgräben. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Osten bzw. Nordosten gerichtet. Während der Feldarbeiten herrschten allgemein mittlere Wasserstände. Für Zeiten hoher Wasserstände ist mit einem Spiegelanstieg des Grundwassers mindestens bis zur derzeitigen GOK zu rechnen. Dies gilt auch für die Zeit nach der Fertigstellung der Hochwasserschutzmaßnahmen. Oberflächige Geländeversickerungen können auch dann nicht ausgeschlossen werden. Bis zur Fertigstellung der Hochwasserschutzmaßnahmen wird zur Festlegung des Bemessungswasserstands der Hochwasserstand maßgebend. Generell sind der für die Bemessung der Wohngebäude maßgebende Be-

messungswasserstand und auch etwaige tiefere Wasserspiegellagen für den Bauzustand im Einzelfall festzulegen. Auch über dem geschlossenen Grundwasserspiegel ist mit Sicker- und Schichtwässern zu rechnen.

Die Grundwasseruntersuchung nach DIN 4030 erfolgte an einer Wasserprobe aus SCH 2. Das Wasser gilt nach der Einstufung dieser Norm als nicht betonangreifend.

3.4 Bodenklassen nach DIN 18300:2012

In der nachfolgenden Tabelle werden zur Übersicht noch Bodenklassen nach DIN 18300:2012 angegeben. Im Hinblick auf die Bauausführung wird dabei die bisherige Unterteilung in die Auffüllungen und Deckschichten sowie die quartären Kiese weitgehend beibehalten. Aufgrund des abweichenden Entsorgungswegs werden lediglich die Torfe gesondert aufgeführt. Auf eine weitere, feingliedrige Unterteilung wird verzichtet.

Tabelle 2:

Bodenart	Bodenklassen DIN 18300:2012 (Erdbauarbeiten)
Mutterboden	1
Auffüllungen und Deckschichten	2, 4, 5
Torfe	2
quartäre Kiese	3, 4, 5*

* bei Grobeinlagerungen

Die in der Tabelle angegebenen Bodenklassen beschränken sich auf den Zustand der punktwise 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 wurde 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 drei Homogenbereiche mit möglichen Streuungs- und Schwankungsbreiten definiert. Für ausgeprägte Torflagen in den Deckschichten, wie bei RKS 2, werden im Hinblick auf die Entsorgung eigene Angaben gemacht. Wir gehen bei den nachfolgenden Angaben zunächst von der Einstufung des Projekts in die geotechnische Kategorie 1 aus. Sollten mit den Kanalbaumaßnahmen größere Eingriffe in den Grundwasserspiegel oder ein tiefergehender Verbau erforderlich werden, wird die Einstufung in eine höhere geotechnische Kategorie erforderlich. Die dafür erforderlichen Angaben müssen dann auf Grundlage von umfangreichen Laborversuchen und tiefreichenden Aufschlussbohrungen erarbeitet werden.

Sofern bei der Ausschreibung der Erdarbeiten bereits die neue DIN 18300:2015 verwendet wird und die ZTV E-StB 09 noch Vertragsbestandteil ist, muss in den „weiteren Vertragsbedingungen“ eine Regelung diesbezüglich getroffen werden. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Abschnit-

te 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 3:

Homogenbereiche nach DIN 18300 Bereich Lockerboden GK 1

Homogenbereich	B 1	B 3	B 2
Bodenschicht	Auffüllungen und Deckschichten	Torfe	quartäre Kiese
Anteil Steine und Blöcke [%]	0 – 20	0 – 10	0 – 30
Anteil große Blöcke [%]	0 – 10	0 – 5	0 – 10
Konsistenz	breiig - weich ¹ $I_c = 0,3 - 0,75$.	n.b.	n.b.
Plastizität	mittel bis ausgeprägt ¹ $I_p = 20 - >50$	n.b.	n.b.
Lagerungsdichte I_D	0,15 – 0,35 locker	n.b.	0,35 – > 0,85 mitteldicht – sehr dicht
Organischer Anteil [%]	5 – 15	15 – 90	0 – 5
Bodengruppen nach DIN 18196	TA, OT, OK, SU*, GU*	HN, HZ	GI, GW, GU, GU*
Bezeichnung	Auffüllungen und Deckschichten	Torfe	quartäre Kiese
Schadstoffe nach Eckpunktepapier Bayern**	Z 1.1, Entsorgung nur mit besonderer Abstimmung bis TOC = 6 % in normalen Erdaushubdeponien	(Z 1.1) Entsorgung muss im Einzelfall im Vorfeld der Ausschreibung geklärt werden	n.b.
Wechselagerung	Schluffe, Tone, Sande, Kiese, Wiesenkalke	in den Auffüllungen und Deckschichten zwischengelagert	nein

n.b. nicht bestimmbar bzw. nicht bestimmt

** Ergebnisse der Voruntersuchung, keine verbindliche Einstufung

¹bindige Bereiche

²nicht bindige Bereiche

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 4 angegebenen Bodenkennwerten gerechnet werden. Die Werte gelten für die beschriebenen Böden im ungestörten Zustand.

Tabelle 4:

Geologische Schichtbezeichnung	Wichte des feuchten Bodens	Wichte des Bodens unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Kohäsion undränniert	Steifemodul
	γ	γ'	φ'	c'	c_u	E_s
	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	kN/m ²	MN/m ²
Auffüllungen und Deckschichten						
bindig, weich	18	8	22,5	0	10 – 20	2 – 4
kiesig/sandig	19	10	30	0	-	5 – 20
Torfe	15	5	17,5	0	10 – 20	0,3 – 1
Quartäre Kiese						
verlehmt, schwach organisch	19	10	32,5	0	-	10 – 30
schlammkornarm, mitteldicht bis dicht	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 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 die Mischproben MP 1 und MP 2 aus den bei der Baugrunderkundung aus den Auffüllungen und Deckschichten entnommenen Bodenproben zusammengestellt. Die Mischprobe MP 1 wurde aus allen Bodenproben aus diesem Bereich zusammengestellt und repräsentiert ein Gemisch aus den Lehmen, Sanden, Torfen und Wiesenkalke, wie es beim Aushub entstehen wird. Die Mischprobe MP 2 wurde aus den Torfen und besonders organischen Böden zusammengestellt. Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich um eine erste Voruntersuchung für die Ausschreibung.

Die Untersuchung beider Mischproben erfolgte nach LAGA Tab. II.1.1-2 und II.1.2-3 in der Fraktion < 2 mm, um die Einstufung nach dem Eckpunktepapier zu „Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen“ des BayStMLU vom Dezember 2005 (Eckpunktepapier) vornehmen zu können. Zur Prüfung der organischen Anteile wurden zusätzlich der TOC-Gehalt, der DOC-Gehalt und der Glühverlust ermittelt. Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich um erste Voruntersuchungen.

Bei der Mischprobe MP 1 ergab sich im Feststoff ein Cyanidgehalt von 1,1 mg/kg, wonach das untersuchte Material als Z 1.1-Material im Sinne des Eckpunktepapiers einzustufen ist. Weiterhin ergab sich ein Glühverlust von 10,3 % bei einem TOC-Gehalt von 4 %. Aktuell wird bei Gruben mit einer Trockenverfüllung in der Regel ein TOC-Gehalt von bis zu 6 % toleriert. Eine besondere Abstimmung mit dem Entsorger und den Behörden ist jedoch erforderlich. Eine Verfüllung in einem Nasskiesabbau ist nicht möglich.

Bei der Mischprobe MP 2 ergaben sich ein Cyanidgehalt von 2,0 mg/kg und ein Kohlenwasserstoffgehalt von 130 mg/kg. Die Torfe und besonders organischen Böden wären bei einer Einstufung nach Eckpunktepapier somit ebenfalls als Z 1.1-Material einzustufen. Aufgrund des ermittelten TOC-Gehalts von 10,0 % wird jedoch eine Entsorgung in einer normalen Erdaushubdeponie nicht möglich sein. Sofern torfiges Material gesondert ausgehoben werden kann, sollte es auf der Baustelle verwendet werden. Dies ist jedoch mit den Behörden abzustimmen. Sofern eine Entsorgung erfolgen muss, sind mögliche Entsorgungswege im Vorfeld der Ausschreibung abzustimmen. Hierzu können weitere Untersuchungen z.B. nach DepV erforderlich werden. Prinzipiell ist die Entsorgung von Material mit einem TOC-Gehalt von mehr als 6 % sehr schwierig und, wenn überhaupt möglich, kostenintensiv.

Die Torfe und beim Aushub anfallende, nach organoleptischem Befund auffällige Böden (z.B. Auffüllungen mit Fremdmaterialanteil) sollten generell 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 der DepV entsprechen. Bei der Ausschreibung sind entsprechende Positionen zu berücksichtigen.

5. Bautechnische Empfehlungen

5.1 Allgemeine Bebaubarkeit

Mit den durchgeführten Untersuchungen wurden oberflächennah nicht tragfähige Böden aufgeschlossen, die jedoch nur bis in vergleichsweise geringe Tiefen zwischen rund 0,5 m und 2,0 m reichen. Unter diesen Auenablagerungen stehen quartäre Kiese an, die nach einem kurzen, mäßig tragfähigen Übergangsbereich eine gute Tragfähigkeit aufweisen. In diesen Kiesen ist jedoch ein geschlossener Grundwasserspiegel ausgebildet, der unter den Deckschichten auch gespannt vorliegen kann. Zu Zeiten hoher Wasserstände ist ein Anstieg des Grundwasserspiegels mindestens bis zur GOK zu erwarten. Innerhalb der Kiese ist mit einer sehr hohen Durchlässigkeit zu rechnen. Bei Baugruben für Wohngebäude und beim Kanalbau muss davon ausgegangen werden, dass sich innerhalb der Kiese ohne weitere Sondermaßnahmen mit einer offenen Wasserhaltung nur sehr geringe Absenkbeträge von allenfalls wenigen Dezimetern bei gleichzeitig hohen Fördermengen realisieren lassen. Tiefere Eingriffe in den Grundwasserspiegel sind nur bei Anordnung einer wasserundurchlässigen Umschließung möglich. In diesem Fall wird zunächst eine nähere Erkundung der tieferen Schichten mittels verrohrten Baugrundaufschlussbohrungen erforderlich. Im Hinblick auf die Wohnbebauung sollte jedoch davon ausgegangen werden, dass sich derartige Maßnahmen nicht in einem vertretbaren Kostenrahmen realisieren lassen. Auch im Zuge der Erschließungsplanung sollten größere Eingriffe in den Grundwasserspiegel vermieden werden. Denkbar ist z.B. eine Aufhöhung des Geländes um ca. 1 m. Bei einer Bauausführung zu Zeiten ähnlicher Wasserstände wie zum Zeitpunkt der Felduntersuchungen könnten dann relativ flache Kanäle bis etwa 1,5 m unter späterer GOK oberhalb des Grundwasserspiegels realisiert werden. Bei deutlich höheren Wasserständen müssten Stillstandszeiten in Kauf genommen werden. Zu beachten ist, dass es bei der genannten Aufschüttung auch zu Setzungen in den kompressiblen Auenablagerungen kommt, sofern diese nicht ausgetauscht werden. Die Deckschichten sind somit unter Wohngebäuden und Ver-

kehrswegen restlos zu entfernen. Im Bereich von späteren Grünflächen können die Setzungen ggf. in Kauf genommen werden.

Für die weitere Beurteilung gehen wir von einer Lage der Gründungsebenen der Gebäude über dem Grundwasserspiegel aus. Bei den nachfolgenden Angaben handelt es sich um erste Hinweise, die im Zuge der Detailplanung von Gebäuden auf Grundlage von weiteren Untersuchungen zu prüfen und ggf. für den Einzelfall anzupassen sind. Sofern die Gründungssohlen der Gebäude in den Grundwasserspiegel einbinden, werden in jedem Fall besondere Maßnahmen erforderlich, die im Einzelfall auf Grundlage von tieferreichenden Bohrungen festzulegen sind.

Für die Gründung der Wohngebäude stellen die quartären Kiese den tragfähigen Gründungshorizont dar. Aufgrund der hohen Wasserstände empfiehlt sich auch im Hinblick auf die Gebäudeabdichtung eine für Wohngebäude übliche Plattengründung. Sofern unterhalb der planmäßigen Gründungssohle noch gering tragfähige Auenablagerungen anstehen, sind diese restlos zu entfernen und durch gut verdichtbares Kiessand- oder Schottermaterial zu ersetzen. Besonders organische Kiese im Übergangsbereich sollten ebenfalls entfernt werden.

Als Bodenaustauschmaterial sollte im Normalfall gut verdichtbares Ersatzmaterial, wie z.B. Kiessand oder Schotter der Bodengruppen GW, GI oder GU (Schlammkorngehalt max. 10 %) nach DIN 18196 verwendet werden. In frostgefährdeten Bereichen, wie z.B. bei nicht unterkellerten Gebäuden, ist frostsicheres Material der Bodengruppen GW oder GI zu verwenden. Um eine großflächige hydraulische Verbindung des Bodenaustauschkörpers mit den quartären Kiesen zu vermeiden, sollte auf Höhe der natürlichen Deckschichten mindestens 1 Schüttlage aus geringer durchlässigem Material z.B. der Bodengruppe GU* (Schlammkorngehalt ca. 20 %) in das Bodenaustauschpaket integriert werden. Je nach Tiefenlage der Gründungssohle kann diese geringer durchlässige Schicht auch auf den Arbeitsraum um das Gebäude begrenzt werden. Bei dem schlammkornreicheren GU*-Material ist während des Einbaus besonders auf den optimalen Wassergehalt zu achten. Hierzu kann eine Verbesserung mit Bindemittel erforderlich werden. Das Bodenaustauschmaterial sollte in Lagen von nicht über 30 cm Dicke eingebracht und auf mindestens mitteldichte Lagerung im Sinne der DIN 1054 ($D_{Pr} \geq 100\%$) verdichtet werden. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lastausbreitung sollte eine Verbreiterung des Austauschmaterials mit zunehmender Tiefe unter einem Winkel von 45° vorgenommen werden.

Die für die Bemessung der Bodenplatten erforderlichen Bettungsmodule sind im Einzelfall im Zuge der Detailplanung auf Grundlage von Setzungsberechnungen festzulegen. Hierbei sind auch etwaige Aufschüttungen zu berücksichtigen. Die erforderlichen Bodenkennwerte können der Tabelle 4 entnommen werden. Nach einer überschlägigen Vorabschätzung werden sich bei einer mittleren charakteristischen Sohlspannung von 50 kN/m^2 bis 70 kN/m^2 Bettungsmodule um rund 8 bis 10 MN/m^3 ergeben.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Zuge der Detailplanung von Gebäuden im Umfeld der jeweiligen Bauwerke weitere Erkundungen (Bohrungen, Schürfe, Sondierungen etc.) vorgenommen werden sollten, um die Baugrundverhältnisse näher zu prüfen. Auf dieser Grundlage sind die tatsächlichen Bemessungswerte für die Gründung und die zumindest teilweise erforderlichen Maßnahmen zur Stabilisierung der Gründungssohle festzulegen. Die in den nachfolgenden Abschnitten genannten Hinweise zu Aushubtiefen, Böschungen, Wasserhaltung etc. gelten entsprechend auch für Baugruben von Gebäuden.

5.2 Straßenbau

5.2.1 Frostsicherer Straßenoberbau

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. Mindelzell liegt nach der Karte der Frosteinwirkungszonen in Deutschland (Ausgabe 2012) in der Frosteinwirkungszone II. Im Planum stehen meist sehr frostempfindliche Böden (F 3-Böden) an. Diese müssen jedoch restlos ausgetauscht werden. Sofern der Austausch mit F 2-Böden erfolgt, errechnet sich für die Belastungsklassen Bk0,3 und Bk1,0 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 1	=	40 cm	50 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	=	50 cm	60 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. Sofern im Planum F 3-Böden eingebaut werden, ist eine Erhöhung der Dicke um 10 cm erforderlich. Die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel gemäß Tabelle 8 der RStO 12 sind in jedem Fall 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 nicht tragfähige Auenablagerungen anstehen, in denen der geforderte Verformungsmodul nicht nachgewiesen werden kann. Insbesondere in den Torfen ist mit langfristigen Verformungen zu rechnen, die zu anhaltenden Schäden im Straßenoberbau führen können. Aufgrund der überwiegend geringen bis mittleren Mächtigkeit dieser Böden empfiehlt sich im vorliegenden Fall der vollständige Austausch dieser Böden durch Kiessand- oder Schottermaterial. Das Aushubmaterial kann ggf. in Eingrünungsstreifen etc. zur Geländemodellierung verwendet werden. Die Verbesserung der anstehenden Böden mit Bindemittel ist aufgrund der organischen Anteile nicht zu empfehlen bzw. nicht möglich.

Bei einem flächigen Bodenaustausch oder einer entsprechenden Anschüttung sollte auch unter den Verkehrswegen als Austausch- bzw. Schüttmaterial Kiessand oder Schotter der Bodengruppen GU (Schlammkorngehalt max. 10 %), GW oder GI verwendet werden. Auch hier sollte zur Vermeidung einer großflächigen hydraulischen Verbindung mindestens 1 Schüttlage aus geringer durchlässigem Material der Bodengruppe GU* (Schlammkorngehalt ca. 20 %) in den Bodenaustausch (z.B. zweite Schüttlage) integriert werden. Das Bodenaustauschmaterial sollte in Lagen von maximal 30 cm Dicke eingebaut 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.

5.3 Kanalbau

Wie dargestellt sollte eine Lage der Kanäle über dem Grundwasserspiegel angestrebt werden. Sofern dies nicht möglich ist, werden im Hinblick auf die dann erforderlichen Verbaumaßnahmen tieferreichende Aufschlussbohrungen erforderlich, auf deren Grundlage das weitere Vorgehen festgelegt werden kann.

5.3.1 Gründung der Kanäle

Bei einer Lage der Kanäle knapp über dem Grundwasserspiegel werden unter der Rohrsohle noch gering tragfähige Böden in geringer Mächtigkeit anstehen. Diese sind entsprechend den Hinweisen in Abschnitt 5.1 und 5.2 restlos zu entfernen und durch das genannte Kiessand- oder Schottermaterial inkl. einer Lage aus geringer durchlässigem Material zu ersetzen. Auf dem Bodenaustausch kann die Gründung der Kanalrohre und Schächte in der Rohrbettung erfolgen.

5.3.2 Kanalgrabenverbau und Wasserhaltung

Aufgrund der hohen Wasserstände werden sich ohne Verbau nur sehr flache Gräben bzw. Baugruben bis etwa 2,0 m ab derzeitiger GOK realisieren lassen. Diese können im Zuge des Aushubs für den Straßenbau frei geböscht hergestellt oder mittels eines Systemplattenverbaus gesichert werden. Sofern im Anschlussbereich an die bestehende Kanalisation die Gräben dicht an angrenzender Bebauung vorbeigeführt werden, können weitere Sondermaßnahmen erforderlich werden. Als dicht angrenzend sollte die Bebauung im vorliegenden Fall dann eingestuft werden, wenn sich zwischen dem Eckpunkt des Fundaments, der dem Gebäude naheliegenden Baugruben- bzw. Grabenecke und der Horizontalen ein Winkel von mehr als 25° ergibt. Die erforderlichen Maßnahmen sind dann mit dem Baugrundgutachter abzustimmen. Wenn möglich sollte bei der Planung der Kanäle eine Lage außerhalb von gefährdeten Bereichen berücksichtigt werden.

Die Böschungen von unverbauten Baugruben dürfen gemäß DIN 4124 bei den vorliegenden Böden bis maximal 3 m Tiefe über dem Grundwasserspiegel ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit nicht steiler als 45° angelegt werden. In Torfen und Wiesenkalke ist die Böschungsneigung auf 30° zu reduzieren. Die DIN 4124 schreibt geringere Böschungsneigungen vor, wenn be-

sondere 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.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung ist davon auszugehen, dass die quartären Kiese eine hohe Durchlässigkeit aufweisen. Mit einer offenen Wasserhaltung werden sich in den Kiesen nur Absenkbeträge von wenigen Dezimetern bei gleichzeitig hohen Fördermengen realisieren lassen. Eine Einbindung von Gräben und Baugruben in den Grundwasserspiegel sollte somit möglichst vermieden werden. Zur Bemessung etwaiger Wasserhaltungsanlagen muss unterhalb des Übergangsbereichs in den schlämmkornarmen Kiesen von Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich zwischen 1×10^{-3} m/s bis 5×10^{-2} m/s ausgegangen werden. Sämtliche Wasserhaltungsanlagen sind in jedem Fall filterstabil auszubilden, um Erosions- und Suffosionsvorgänge zu vermeiden und bedürfen einer wasserrechtlichen Genehmigung.

5.3.3 Kanalgrabenverfüllung

Bei dem dargestellten Vorgehen liegen die Kanalgräben überwiegend innerhalb des ohnehin für den Straßenbau erforderlichen Bodenaustauschs. Die Kanalgrabenverfüllung hat entsprechend den Hinweisen zum Bodenaustausch nach Abschnitt 5.1 und 5.2 zu erfolgen.

5.4 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. Darüber hinaus muss der Sohlabstand der Sickereinrichtung zum MHGW mindestens 1,0 m betragen. Aufgrund der hohen Wasserstände ist im vorliegenden Fall eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht möglich und nicht zu empfehlen.

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 ($k < 1 \times 10^{-4}$ 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.

Der für die Gebäudeabdichtung maßgebende Bemessungswasserstand ist im Zuge der Detailplanungen im Einzelfall festzulegen. Unterhalb dieser Höhe ist die Abdichtung generell nach DIN 18195-6 gegen drückendes Wasser auszuführen. Alternativ können die Bauteile als WU-Konstruktion ausgeführt werden. Dies empfiehlt sich im vorliegenden Fall bei allen in den Untergrund einbindenden Bauteilen und den Bodenplatten, auch wenn diese über dem Bemessungswasserstand liegen.

6. Verfasser

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



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

