



G U T A C H T E N

Nr. 170248

Projekt: Erschließung Neubaugebiet „Frankfurter Straße“

Ort: Babenhausen, Frankfurter Straße 44

Auftraggeber/Bauträger: VISTA Reihenhaus GmbH, Mönchengladbach

Klärungsauftrag: Untergrundverhältnisse, Gründungsmöglichkeiten,
Bauausführung, Niederschlagsversickerung, Aushubentsorgung

Ort und Datum: Seligenstadt, 06.09.2017

Anlagen:

1. Lageplan
2. Bodenprofile, Rammsondierungen
3. Siebanalysen
4. Chemische Analysen

Aushändigung: 2 - fach an Auftraggeber (zzgl. pdf-Dateien per E-Mail)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Anlass und Auftrag.....	3
2. Gelände und Bauvorhaben	3
3. Leistungsumfang.....	4
4. Untergrundverhältnisse	4
4.1 Baugrund + Bodenkennwerte.....	4
4.2 Grundwasser.....	6
4.3 Erdbeben.....	6
4.4 Schadstoffe im Boden.....	6
5. Gründungsfolgerungen für die Wohnhäuser	7
5.1 Bemessungsangaben	7
5.2 Setzungen	8
5.3 Auflagerung der Bodenplatten	8
6. Bauausführung	8
6.1 Homogenbereiche gemäß DIN 18300	8
6.2 Baugruben Wohnhäuser.....	9
6.3 Kanalbau	9
6.4 Straßenbau	10
6.5 Allgemeine Hinweise	11
7. Versickerung von Niederschlagswasser	11
8. Zusammenfassung.....	13
9. Schlussbemerkungen	14

1. Anlass und Auftrag

Die VISTA Reihenhause GmbH plant in Babenhausen die Erschließung des Neubaugebietes „Frankfurter Straße 44“ und dessen Bebauung mit Reihen- und Doppelhäusern. Das Geotechnische Büro Meßmer wurde am 20.06.2017 vom Bauträger beauftragt, eine Baugrunduntersuchung durchzuführen, allgemeine Vorschläge für die Gründung und Bauausführung der Neubauten mit Empfehlungen zu Straßenausbau und Kanalverlegung auszuarbeiten, die Bodendurchlässigkeit im Hinblick auf die geplante Niederschlagsversickerung festzustellen sowie Hinweise zur Aushubentsorgung abzugeben. Die altlastenrechtliche Bewertung ist nicht Gegenstand der Untersuchung.

Zur Projektbearbeitung stehen uns folgende maßgeblichen Planunterlagen zur Verfügung:

- [U 1] Übersichtslageplan im Maßstab 1 : 1.000 mit Eintragung der geplanten Baufenster und Unterlegung mit Luftbild, Dornieden-Gruppe vom 22.11.2016
- [U 2] Erschließungskonzept Trennsystem mit Eintragung der geplanten Kanäle und Kanalhöhen, erstellt von Leinfelder Ingenieure GmbH am 13.12.2016
- [U 3] Orientierende umwelttechnische Untersuchung, erstellt von Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH, Darmstadt (06.06.2011)
- [U 4] Geologische Karte, Blatt Babenhausen, Maßstab 1:25.000, Ausgabe 1894/1994
- [U 5] ZTVE-StB 09, ZTVA-StB 12 sowie RStO 12, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- [U 6] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen) vom 06.11.2003 (TR LAGA M 20, sog. LAGA-Richtlinie)
- [U 7] Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen und Kassel vom 10.12.2015

2. Gelände und Bauvorhaben

Bei dem untersuchten Areal handelt es sich um ein nahezu ebenes, derzeit noch überwiegend bebautes Grundstück am nördlichen Ortsrand von Babenhausen auf Flur 8, Flurstücke 63 und 64/2. Es ist vorgesehen, die auf dem Gelände befindlichen Lagerhallen und Werkstätten, das Wohnhaus sowie die Gaststätte komplett abzureißen.

Die geodätischen Höhen schwanken zwischen ca. 124,8 und 125,05 mNN. Für die Erschließung werden Kanalrohre in Tiefen von etwa 2,0 – 2,5 m unter Gelände verlegt. Die geplanten Straßen orientieren sich an den Anbindungshöhen der Kanalrohrleitungen in der Frankfurter Straße, die etwa auf 125,0 mNN liegen. Im Hinblick auf das erforderliche Rohrgefälle ist es daher erforderlich, das Gelände nach Nordwesten bis ca. 125,70 und nach Südwesten bis ca. 125,40 mNN anzuschütten.

Es ist geplant, auf dem Untersuchungsgelände ein- bis zweigeschossige, nicht unterkellerte Reihen- und Doppelhäuser zu errichten. Die Gründung ist über statisch wirksame Bodenplatten vorgesehen. Detaillierte Angaben über die zu erwartenden Bauwerkslasten, die genauen Gründungshöhen und Planungsdaten liegen derzeit noch nicht vor. Für die weitere Planung wird von Höhenstellungen der Häuser ausgegangen, die bei Annahme OK FFB EG = 0,2 m über GOF zwischen 125,9 und 125,4 mNN liegen dürften (siehe Anlagen 2).

Der Gesamtaufbau ist planungsseitig auf 1,13 m festgelegt. Er setzt sich aus 0,13 m Fußbodenaufbau, 0,2 m Bodenplattenstärke, 0,25 m Schaumglasschotter und 0,55 m Schotterpolster zusammen.

3. Leistungsumfang

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 09. und 10.08.2017 insgesamt neun Kleinbohrungen im Rammkernbohrverfahren (\varnothing 60 - 50 mm) zur Kenntnis der Bodenbeschaffenheit in Tiefen von 7 m unter GOF abgeteuft. Außerdem wurden sechs Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH nach DIN ISO 22476-2) zur Feststellung der Tragfestigkeiten ebenfalls 7 m tief niedergebracht.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus dem Lageplan in **Anlage 1** hervor. Die Höheneinmessung wurde auf die im Lageplan gekennzeichneten Kanaldeckel bezogen, deren Oberkante mit 125,11 bzw. 125,17 mNN angesetzt wurden.

Aus sämtlichen Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und zum Zweck einer einheitlichen Benennung und Beschreibung nach DIN EN 14688-1 bzw. DIN 4022 sowie zur bautechnischen Klassifizierung nach DIN 18196 und 18300 einer detaillierten bodenmechanischen Ansprache unterzogen. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse wurden gemäß DIN 4023 in Form von höhengerecht angeordneten Bodenprofilen bzw. von Rammdiagrammen in den **Anlagen 2** dargestellt.

Zur Abschätzung der Bodendurchlässigkeit wurden Laborversuche (Siebanalysen gemäß DIN 18123) durchgeführt, deren Auswertung in **Anlage 3** enthalten ist.

Zur Deponierung der Aushubböden wurden zwei Bodenmischproben zusammengestellt, die auf die Parameter der LAGA-Richtlinie bzw. des Merkblattes „Entsorgung von Bauabfällen“ analysiert wurden. Die chemischen Analysen wurden von der Fa. Isega Umweltanalytik GmbH, Hanau, durchgeführt. Die Laborberichte sind zusammen mit den Probenahmeprotokollen und Analyse-Ergebnissen in **Anlage 4** aufgeführt.

4. Untergrundverhältnisse

4.1 Baugrund + Bodenkennwerte

Nach der Geologischen Karte [U 4] stehen im Untersuchungsgebiet jungdiluviale Bachablagerungen der Gersprenz über mitteldiluvialen Flussschottern des Mains an, die von einem tiefreichenden Tertiärhorizont unterlagert werden. In den Kleinbohrungen wurde im Einzelnen folgender Schichtaufbau festgestellt:

Zuoberst sind an den Bohrstellen meist **Straßen- und Wegbefestigungen** – teilweise aus Hartstein- bzw. Recyclingschotter oder Kies/Feinkies, teilweise aus Asphalt – vorhanden. Lediglich in Bohrung BS 1 zeigte sich 5 cm starker **Mutterboden**.

Unter den Befestigungen bzw. an den Bohrstellen BS 2 und BS 7 direkt von GOF aus zeigen sich in allen Bohrungen **Auffüllungen** überwiegend in Form schwach schluffiger bis schluffiger, z.T. schwach kiesiger bis kiesiger **Sande** der Bodengruppen SU/SU* bis in Tiefen zwischen 0,5 und 1,6 m unter GOF (124,4 – 123,2 mNN) in meist lockerer Lagerung. Örtlich (z.B. BS 7) wurden auch schluffig-sandige **Tone** der Bodengruppe TM angetroffen. Im Bereich BS 7 wurde außerdem eine ca. 0,3 m starke und mürbe **Beton**-Schicht durchörtert. Die Auffüllböden sind durch die Einlagerung von Bauschutt-, Metall-, Plastik-, Schlacke-, Kohle-, Asphalt- und Bitumenreste sowie Tonschmitzen charakterisiert.

Auf Basis der orientierenden Schadstofferkundung [U 3] reichen die Auffüllböden i.A. bis in Tiefen zwischen 1,0 und 1,3 m unter GOF, im Bereich der Bohrung RKS 2 (Westflügel der südöstlichen Halle) bis Endtiefe von 2 m. Die hier als Schluffe definierten Auffüllböden dürften jedoch unter bodenmechanischen Gesichtspunkten eher den von uns aufgeschlossenen schluffigen Sanden der Bodengruppe SU* entsprechen (siehe auch Anlage 3.3 → BS 2).

Unter den Auffüllböden erstrecken sich – z.T. unter Zwischenschaltung geringmächtiger **Hochflutsande** in Form schluffiger, z.T. toniger Sande der Bodengruppen SU*/ST* – **Terrassensande** in Form z.T. schwach kiesiger bis kiesiger, schwach schluffiger bzw. schwach toniger Sande der Bodengruppen SE/SW/SU/ST in Wechsellagerung mit **Terrassenkiesen** in Form stark sandiger, z.T. schwach schluffiger Kiese der Bodengruppen GW/GU bis in die jeweiligen Endtiefen. Zonenweise sind die Sand- und Kiesterrassen schluffig ausgebildet und in die Bodengruppen SU*/GU* einzustufen. Im Bereich BS 6 zeigt sich außerdem ein dünnes **Schluff**-Band (Bodengruppe UL) in steifer Konsistenz.

Die Sande und Kiese sind überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert; lediglich oberflächennah bis in Tiefen zwischen ca. 1,5 und 2,5 m unter GOF (ca. 123,5 – 122,3 mNN) ist örtlich lockere Lagerung vorhanden.

Abweichungen hinsichtlich der Schichtausbildung und Schichtmächtigkeit zwischen den Bohrpunkten sind naturgemäß nicht auszuschließen. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen können für die anstehenden Böden erfahrungsgemäß vereinfachend die folgenden charakteristischen Bodenkennwerte angegeben werden:

	Auffüllsande	Sande, locker	Sande/ Kiese, mitteldicht	Sande/ Kiese, dicht	Tone/ Schluffe
Wichte des Bodens γ_k [kN/m ³]	17,0	18,0	19,0	20,0	19,0
Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	-	10,0	11,0	12,0	-
Reibungswinkel φ'_k [°]	30,0	32,5	35,0	37,5	27,5
Kohäsion c'_k [kN/m ²]	0	0	0	0	5
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	10 - 15	20 - 25	45 - 55	60 - 70	6 - 8

Diese Kenngrößen sind für erdstatische Berechnungen zu verwenden.

4.2 Grundwasser

Während der Bohrarbeiten im August 2017 wurde das Grundwasser in Tiefen zwischen 5,0 und 5,3 m unter GOF, entsprechend ca. 119,6 – 119,8 mNN, angeschnitten.

Auf Basis des hydrologischen Kartenwerkes des Hessischen Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie kann ein Bemessungs-**Höchstgrundwasserstand 120,5 mNN** angesetzt werden. Der Grundwasserflurabstand liegt somit über 5 m, so dass eine Beeinflussung der Bauwerke bzw. der Bauausführung durch Grundwasser – auch bei unterkellerten Gebäuden bzw. im Kanalbau – ausgeschlossen ist. Die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser über Rigolen oder Schächte ist ebenso möglich.

Bei der Planung ist jedoch zu berücksichtigen, dass in niederschlagsreichen Zeiträumen örtlich und zeitlich begrenzt oberhalb des Grundwasserspiegels Schichten- bzw. Sickerwässer auftreten können.

4.3 Erdbeben

Gemäß Erdbebenzonenkarte DIN EN 1998-1/NA:2011-01 liegt das Baugelände in Erdbebenzone 0. Der Ansatz einer Horizontalbeschleunigung ist daher nicht erforderlich ($a_g = 0$). Ausgehend von den geologischen Verhältnissen und der Bodenansprache ist das Bauareal der geologischen Untergrundklasse S und der Baugrundklasse C zuzuordnen.

4.4 Schadstoffe im Boden

Im Hinblick auf die erforderliche Entsorgung der Aushubböden wurde eine Mischprobe aus den aufgefüllten (→ **MP 1**) und eine weitere aus den gewachsenen Bodenzonen (→ **MP 2**) des geplanten Baugrubenaushubs zusammengestellt. Diese wurden im Labor auf die Parameter der LAGA-Richtlinie [U 6] bzw. des Merkblattes „Entsorgung von Bauabfällen“ [U 7] analysiert und bewertet.

Auf der Grundlage der durchgeführten chemischen Analysen (siehe Anlagen 4) ist die **Mischprobe MP 1** aus den **Auffüllböden** in **LAGA-Einbauklasse Z 0*** und die Probe **MP 2** aus den **gewachsenen Böden** in **LAGA-Einbauklasse Z 0** einzustufen.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass einige Deponien zur Annahme des Aushubbodens zusätzlich zur LAGA-Analyse die Untersuchung weiterer chemischer Parameter gemäß Deponieverordnung bzw. sog. Hessischer Verfüllrichtlinie fordern. Hierzu werden sechs Monate lang Rückstellproben vorgehalten, die bei Bedarf analysiert werden können. Außerdem wird darauf hingewiesen, dass die vorliegenden chemischen Analysen von den Deponien i.A. nur akzeptiert werden, wenn sie nicht älter als sechs Monate sind.

Hinweis: Bei den Bohrungen handelt es sich um punktuelle Aufschlüsse. Es liegt daher in der Natur derartiger Untersuchungen, dass kleinräumige Einlagerungen von Bauschutt, Müll o.ä. nicht unbedingt festgestellt werden können. Sollten daher bei der Ausführung größere Partien Bauschutt bzw. organoleptisch auffällige Böden angetroffen werden, ist unser Büro unverzüglich einzuschalten.

5. Gründungsfolgerungen für die Wohnhäuser

5.1 Bemessungsangaben

Unter Zugrundelegung der geplanten Geländeanschüttung ergeben sich folgende Höhenstellungen und Baugrubensohlen der Häuser, bezogen auf den Bereich der jeweiligen Bohrung (siehe auch Anlagen 2):

BS 1 → OK FFB EG ≈ 125,90 mNN	Baugrubensohle ≈ 124,75 mNN
BS 2 → OK FFB EG ≈ 125,65 mNN	Baugrubensohle ≈ 124,50 mNN
BS 3 → OK FFB EG ≈ 125,40 mNN	Baugrubensohle ≈ 124,25 mNN
BS 4 → OK FFB EG ≈ 125,80 mNN	Baugrubensohle ≈ 124,65 mNN
BS 5 → OK FFB EG ≈ 125,60 mNN	Baugrubensohle ≈ 124,45 mNN
BS 6 → OK FFB EG ≈ 125,40 mNN	Baugrubensohle ≈ 124,25 mNN
BS 7 → OK FFB EG ≈ 125,60 mNN	Baugrubensohle ≈ 124,45 mNN
BS 8 → OK FFB EG ≈ 125,50 mNN	Baugrubensohle ≈ 124,35 mNN
BS 9 → OK FFB EG ≈ 125,40 mNN	Baugrubensohle ≈ 124,25 mNN

Damit führen die Baugrubensohlen vor allem nach Westen hin in relativ starkmächtige (bis ca. 1,2 m Schichtstärke verbleibende) und locker gelagerte Auffüllsande, während sie nach Osten hin bereits im gewachsenen Hochflutsand bzw. in geringmächtig verbleibenden Auffüllsanden liegen.

Soweit die Auffüllböden nur geringmächtig ausgebildet sind, stehen darunter bis in Tiefen zwischen 1,5 und 2,5 m unter GOF (ca. 122,5 – 123,5 mNN) überwiegend Hochflut- bzw. Terrassensande in lockerer Lagerung an.

Wenn keine Detailerkundung für jede einzelne Hausgruppe durchgeführt und die Gründungsverhältnisse nicht lokal festgestellt werden, wird empfohlen, die innerhalb der Auffüllsande liegenden Baugrubensohlen zusätzlich mit Grobschotter zu stabilisieren. Hierzu sind die in planmäßiger Baugrubensohle anstehenden Auffüllböden mindestens 0,3 m stark bzw. bis auf die gewachsenen Böden auszutauschen und durch den Einbau einer Grobschotterpackung zu ersetzen.

Unter diesen Voraussetzungen kann die statische Bemessung der Bodenplatten über das Steifemodulverfahren mit den Bodenkennwerten nach Kapitel 4.1 oder über das Bettungsmodulverfahren erfolgen. Zur Vorbemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren kann der Bettungsmodul zu

$$k_{s,k} = 8 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Ein mittlerer Sohldruck ideeller, in die Bodenplatte integrierter Fundamentstreifen ($b \geq 0,5$ m) von $\sigma_{zul} = 200 \text{ kN/m}^2$ (Sohlwiderstand $\sigma_{R,d} = 280 \text{ kN/m}^2$) ist hierbei nicht zu überschreiten.

Im Hinblick auf den frostsicher geplanten Aufbau kann auf Frostschrünzen verzichtet werden.

5.2 Setzungen

Um eine Vorstellung von der Größenordnung der zu erwartenden Fundamentsetzungen zu erhalten, wurden Berechnungen nach DIN 4019 auf der Grundlage überschlägiger Gebäudelasten durchgeführt. Die errechneten absoluten Setzungen der Bodenplatten liegen bei vorgeschlagener Gründung in einer Größenordnung von 0,5 bis 1,0 cm.

Die durch die Setzungsdifferenzen von wenigen Millimetern auftretenden Winkelverdrehungen liegen somit voraussichtlich im zulässigen Bereich, so dass eine Beeinträchtigung der Bauwerkskonstruktion nicht zu erwarten ist. Eine endgültige Stellungnahme zur Frage der Setzungen und Setzungsunterschiede ist allerdings erst möglich, wenn uns Fundamentpläne mit Lastangaben vorliegen.

Erfahrungsgemäß handelt es sich bei Spannungsbeeinflussung der Sande und Kiese bzw. der Schotterpackung um Sofortsetzungen, die nach Errichtung des Rohbaues größtenteils abgeklungen sind.

5.3 Auflagerung der Bodenplatten

Die Bodenplatten können auf dem fachgerecht einzubringenden Gründungspolster aufgelegt werden. Im Hinblick auf die kapillarbrechenden Eigenschaften des Schaumglaschotters kann auf den zusätzlichen Einbau einer kapillarbrechenden Kies-/Schotter-schicht verzichtet werden.

6. Bauausführung

6.1 Homogenbereiche gemäß DIN 18300

Gemäß DIN 18300:2015 ist der Boden entsprechend seinem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Danach sind bei den Erdarbeiten zwei Homogenbereiche zu erwarten (siehe auch Kapitel 4.1 und Anlage 2):

Homogenbereich I : Mutterboden → Bodengruppe OH

Homogenbereich II: Auffüll- und Hochflutsande

→ Bodengruppen SU/ST/SU*/ST*, Lagerungsdichte 0,2 – 0,3,

Auffülltone → Bodengruppe TM, Konsistenz 1 - 1,5, Plastizität 10 - 15 %,

Terrassensande → Bodengruppen SE/SU/ST, Dichte $D = 0,4 - 0,6$

Terrassenkiese → Bodengruppen GW/GU/GU*, Dichte $D = 0,4 - 0,6$

Die Beurteilung der Homogenbereiche beruht naturgemäß nur auf den stichprobenartig durchgeführten Aufschlüssen. Für die Klassifizierung des Bodens ist deshalb letztlich der großräumige Aufschluss in der Baugrube maßgebend.

6.2 Baugruben Wohnhäuser

Für die Herstellung der Baugruben gelten DIN 4124 und die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau (EAB).

Um die in Baugrubensohle anstehenden Sande möglichst ungestört zu erhalten, ist der Endaushub abschnittsweise in vorsichtiger Arbeitsweise durch einen außerhalb der Baugrube stehenden Bagger mit zahnlosem Löffel auszuführen.

Die Baugrubensohlen sind planmäßig zwischen ca. 124,75 und 124,25 mNN herzustellen. Soweit in Baugrubensohle noch Auffüllungen anstehen, wird empfohlen diese bis auf den gewachsenen Untergrund, bei größerer Tiefenausdehnung mindestens 0,3 m stark auszuräumen und durch Grobschotter (z.B. Körnung 60/120 o.ä.) zu ersetzen. Ansonsten ist die Tragfestigkeit des Untergrundplanums durch Plattendruckversuche nachzuweisen, wobei ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (entsprechend $E_{vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$) zu erreichen ist.

Wegen der im Bereich des Westflügels der südöstlichen Halle in [U 3] festgestellten tiefreichenden Auffüllböden sollten hier grundsätzlich zusätzliche Bohr- bzw. Rammaufschlüsse vorgesehen werden.

Vor Aufbringen des Schotterpolsters ist das Untergrundplanum intensiv mit schwerem Verdichtungsgerät nachzuverdichten.

Als Schüttboden ist gut verdichtbares und tragfestes Bodenmaterial (z.B. Hartsteinschotter der Körnung 0/45 oder 0/56, oberste Lage 0/32) zu wählen, das im Vor-Kopf-Verfahren einzubauen ist. Jede Schüttlage ist auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Anstelle von Hartsteinschotter kann auch güteüberwachtes RC-Material mit Eignungsnachweis und einem chemischen Belastungsgrad von max. Z 1.1 eingesetzt werden.

Um im Hinblick auf den Spannungseinfluss des Bodenplattenrandes eine gute Tragfestigkeit in den Außenbereichen der Anschüttungen sicherzustellen, ist das Schotterpolster mit einer ausreichenden seitlichen Verbreiterung gegenüber den Außenkanten der Platte (Druckverteilungswinkel $\leq 45^\circ$ gegenüber der Horizontalen) herzustellen, wobei eine intensive Verdichtung der über die Platte hinausreichenden Randzone zu gewährleisten ist. Es wird empfohlen, Lastplattendruckversuche zur Verdichtungskontrolle vorzusehen. Dann sind auf dem Tragschichtplanum Wiederbelastungswerte $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bei $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ (alternativ $E_{vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$) zu fordern.

6.3 Kanalbau

Für die Herstellung der Kanalrohr- und Schachtbaugruben gelten die DIN 4124, die DIN EN 1610, das ATV Regelwerk A 127 sowie die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau (EAB). Im Hinblick auf eine Minimierung der Einbaumassen können die Kanalgräben im Schutz eines Verbaues hergestellt werden, wobei vor allem Grabenverbaugeräte gemäß DIN 4124 bzw. DIN EN 13331-1 in Frage kommen. Ansonsten ist in den Sanden und Kiesen ein Böschungswinkel von 45° nicht zu überschreiten.

Bei Verlegungstiefen zwischen 2,0 und 2,5 m unter Gelände führen die Kanal- bzw. Schachtsohlen überwiegend in gut tragfeste gewachsene Sandhorizonte. Die Sande stellen einen gut tragfähigen Baugrund dar, so dass eine direkte Rohrauflagerung ohne gründungstechnische Zusatzmaßnahmen möglich ist. Werden in Kanalgrubensohle noch Auffüllböden angetroffen, wird empfohlen, einen teilweisen Bodenaustausch mit Schotter in einer Mindeststärke von 0,2 m durchzuführen. Grundsätzlich ist eine Bettungsschicht aus Sand von $a \geq 0,1$ m zu berücksichtigen (siehe DIN EN 1610, Bettung Typ 1), wobei bei Einbringung über Schotter ein Geotextil (Bauvlies z.B. GRK 3) zwischenzuschalten ist, um das Einschlämmen des Sandes in die Porenräume des Schotters zu verhindern. Rechnerische Sohlpressungen von Schachtbauwerken und Leitungen bis $\sigma_{R,d} = 250$ KN/m² sind hierbei unproblematisch.

Die Rohreinbettung ist mit beidseitiger, lagenweiser Verfüllung und Verdichtung des Rohrgrabens bis 0,3 m über Rohrscheitel vorzunehmen, wobei ein nichtbindiger Boden mit max. Größtkorn von ≤ 20 mm zu verwenden ist. Im Übrigen sind die Hinweise der Rohrhersteller bzw. DIN EN 1610 und ATV Regelwerk A 127 zu beachten.

Die starkbindigen Auffüll- und Decksande bzw. die in geringer Menge zu erwartenden Tone sind für den Wiedereinbau in der Verfüllzone nicht geeignet. Demgegenüber können die schwachbindigen Aushubkiese der Bodengruppen GW/GU und Aushubsande der Bodengruppen SE/SU/ST wieder eingebaut werden. Starkbindige Kiessande der Bodengruppe GU* können bei Einhaltung der Verdichtungskriterien gemäß [U 5] ebenfalls wieder eingebracht werden. Bei fehlenden Verfüllmassen sind Mineralgemische (z.B. Körnung 0/8 – 0/32) zu verwenden.

Für den im Bereich der Leitungs- und Verfüllzone zu erreichenden Verdichtungsgrad gelten die Anforderungen der ZTVE-StB 09, Abs. 4.3.2. Die zum Wiedereinbau vorgesehenen Aushubböden sind vor Witterungseinflüssen mit Abdeckfolien zu schützen.

6.4 Straßenbau

Es wird empfohlen, im Zuge der Bauausführung auf dem jeweiligen Planum Lastplattendruckversuche zur Überprüfung der Tragfestigkeiten vorzusehen. Für die Ausbildung des Straßenoberbaues ist die RStO 12 heranzuziehen. Mutterböden sind vollständig auszuräumen.

Die oberflächennahen Auffüll- und Decksande sind in Frostempfindlichkeitsklasse F 3 einzustufen. Bei Ansatz „Wohnstraße“ und Belastungsklasse Bk1,0 wird dann eine Gesamtdicke des frostsicheren Straßenaufbaues von mindestens 0,6 m erforderlich.

Die o.a. Gesamtdicke setzt auf dem Unterbau-/Untergrundplanum einen Verformungsmodul im Lastplattendruckversuch von mindestens $E_{v2} \geq 45$ MN/m² (entsprechend $E_{vd} \geq 25$ MN/m²) voraus. Im Hinblick auf die lockere Lagerung der Deckschichten ist jedoch davon auszugehen, dass die geforderten Tragfähigkeitswerte auf dem Erdplanum nicht erreicht werden können. Es wird daher empfohlen, einen zusätzlichen Bodenaustausch mit Grobschotter Körnung 0/56 in einer Mindeststärke von 0,2 m vorzusehen. Ansonsten kann die weitere Vorgehensweise durch Anlegen eines Probefeldes und Überprüfung der Tragfestigkeiten mittels Lastplattendruckversuch festgelegt werden.

Im Falle einer nach Westen hin erforderlichen Unterbau-Anschüttung wird auf die in Kapitel 6.2 angegebenen Hinweise zu Schüttmaterial und Verdichtungsqualität verwiesen.

Im Hinblick auf die im Untergrund verbleibenden heterogenen Auffüllungen wird außerdem empfohlen, zur Untergrundbewehrung zusätzlich ein knotensteifes Geogitter (z.B. Secugrid 40/40, Tensar SS 40 oder gleichwertig) zwischen Erdplanum und Tragschicht aufzubringen. Die einzelnen Bahnen sind mindestens 0,3 m zu überlappen und in den Seiten auf einer Länge $\geq 0,5$ m zu verankern. Die Geotextilien dürfen nicht direkt befahren werden und sind im Vor-Kopf-Verfahren zu beschütten.

Anstelle der Tragschichtverstärkung besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit, eine Bodenverbesserung des Planums mit Mischbinder auf der Grundlage der ZTVE-StB 09 in einer Mindeststärke von 0,4 m durchzuführen. Zur Festlegung des Bindemittelgehaltes werden dann weitere Untersuchungen bzw. Eignungsprüfungen erforderlich. Aus den verbleibenden Auffüllungen dann noch ggf. entstehende Bodenbewegungen (z.B. Setzungen infolge Erschütterungen etc.) sind dann allerdings – beim Bauen ohne Geogitter – als Restrisiko in Kauf zu nehmen.

Als Baustoff für die ungebundene Tragschicht kann ein Brechsand-Splitt-Schotter-Gemisch der Körnung 0/45 oder 0/56 gewählt werden. Im Übrigen sind die Anforderungen an das Frostschutz- bzw. Tragschichtmaterial gemäß ZTV SoB-StB 04 zu stellen.

6.5 Allgemeine Hinweise

Zur Verfüllung von alten Baugruben infolge des Ausräumens von Tankbehältern oder Kellerräumen ist gut verdichtbares Bodenmaterial (z.B. Schotter, qualifizierter Recycling-schotter o.ä. der Körnung 0/32 oder 0/45) zu wählen, das im Vor-Kopf-Verfahren einzubauen ist. Zu den Rändern hin ist die Baugrube entsprechend den örtlichen Gegebenheiten abzutreten.

Sämtliche Anschüttungen sind lagenweise einzubringen und in jeder Lage nachweislich auf 100 % Proctordichte zu verdichten. Die Dicke der Schüttlagen richtet sich nach dem zum Einsatz vorgesehenen Verdichtungsgerät, sollte aber 0,3 m nicht überschreiten.

Es ist grundsätzlich zu berücksichtigen, dass die oberflächennah anstehenden bindigen und locker gelagerten Böden bei Zutritt von Wasser rasch aufweichen bzw. bei Befahren mit Baugeräten oder Baufahrzeugen tiefgründig aufgelockert werden.

7. Versickerung von Niederschlagswasser

Für die Versickerungsbemessung kann von einem Höchstwasserstand MHGW = 120,5 mNN ausgegangen. Eine Versickerung über Schächte bzw. Rigolen ist im Hinblick auf den ausreichenden Grundwasserflurabstand von ca. 4,5 m daher grundsätzlich möglich, wobei maximale Tiefen von Rigolen bis 121,5 mNN und von Sickerschächten bis 122,0 mNN einzuhalten sind.

Zur Ermittlung der Sickerraten der ungesättigten Zone $k_{f,u}$ wurden mehrere repräsentative Siebanalysen für die anstehenden Sand- bzw. Kiesböden durchgeführt. Die Durchlässigkeitsbeiwerte für gesättigten Boden $k_{f,g}$ konnten bei einem Feinkornanteil $d_{10} < 10$ % nach Beyer ermittelt werden.

Danach können den Sanden/Kiessanden der Bodengruppen SE/GW mit Feinteilgehalten < 5 % mittlere Durchlässigkeitsbeiwerte $k_{f,g} \approx 2 \times 10^{-4}$ m/s und den schwach bindigen Sanden/Kiessanden SU/GU bei Feinteilgehalten 5 - 10 % Durchlässigkeitsbeiwerte $k_{f,g} \approx 1 \times 10^{-5}$ m/s zugeordnet werden. Gemäß Anhang B der DWA-A 138 ist für die unterschiedlichen Bestimmungsmethoden ein Korrekturfaktor einzuführen. Für Sieblinienauswertung beträgt der Korrekturfaktor 0,2. Hieraus resultiert eine maßgebliche Sickerrate der Sande SE und Kiessande GW von $k_{f,u} = 4 \times 10^{-5}$ m/s. Für Sande SU und Kiessande GU mit Schluffanteilen 5 - 10 % kann eine mittlere Sickerrate von $k_{f,u} = 2 \times 10^{-5}$ m/s angesetzt werden.

Sofern an den Standorten der Versickerungsanlagen keine gezielten Erkundungen durchgeführt werden, wird daher für die Bemessung empfohlen, einen auf der sicheren Seite liegenden Durchlässigkeitsbeiwert $k_{f,u} = 2 \times 10^{-5}$ m/s anzusetzen.

Die schluffigen Auffüllsande kommen im Hinblick auf ihre anthropogenen Einträge, die schluffigen bzw. schluffig-tonigen Decksande und Kiessande im Hinblick auf ihre schwache Durchlässigkeit für eine Versickerung nicht in Betracht.

Das gezielte Ableiten von Niederschlagswasser in den Untergrund über Versickerungsanlagen ist gemäß §§ 2 Abs. 1, 3 Abs.1 Nr. 5 WHG erlaubnispflichtig. Das Areal liegt auf Basis des Kartenwerks des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (www.hlnug.de) in Trinkwasserschutzzone III B. Die Richtlinien für Grundwasserschutzgebiete gemäß DVGW Regelwerk (Arbeitsblatt W 101) sind zu beachten.

Da eine Überschreitung des Bemessungsregens grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann, ist ein rückstausicherer Notüberlauf vorzusehen. Sollte dies nicht möglich sein, wird die Überrechnung mit einer Überschreitungshäufigkeit mit $n = 0,1/a$ erforderlich. Wenn ohne Notüberlauf geplant wird, sind bei Überschreitung der Bemessungsregenspende Überstauereignisse und daraus eventuell resultierende Schäden in Kauf zu nehmen.

Der Rückhaltung von im Niederschlagsabfluss mitgeführten absetzbaren Stoffen ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Es sind daher entsprechende Absetzeinrichtungen vorzuschalten. Die Versickerungsanlagen sollten wenigstens halbjährlich kontrolliert und größere Stoff- bzw. Laubanreicherungen entfernt werden. Rigolen können nur bedingt gewartet werden. Deshalb ist beim Bau auf eine besonders sachkundige und fachgerechte Ausführung zu achten. Es wird daher empfohlen, die in die Rigolen eingelegten Sickerrohre einem Spülschacht zwecks möglicher Reinigung zuzuführen. Schacht- abdeckungen sind mit Lüftungsöffnungen oder mit Entlüftungshauben vorzusehen.

Grundsätzlich ist jedoch dafür Sorge zu tragen, dass die Sohle von Versickerungsanlagen in die durchlässigen, nichtbindigen Sande/Kiessande einbindet. Nach den Ergebnissen der Bohrungen stehen diese Böden i.A. unterhalb 1,5 – 2,0 m unter Gelände, örtlich (z.B. in den Bereichen BS 6 und BS 9) ab 2,3 bzw. 3,1 m unter GOF an. Die spezifischen Schichtgrenzen können den Anlagen 2 des Gutachtens entnommen werden. Ggfs. in Anlagensohle anstehende bindige Bodenzonen sind komplett auszuräumen.

Für größere Versickerungsanlagen werden standortspezifische Erkundungen erforderlich. Der Abstand der Versickerungsanlagen von nichtunterkellerten Gebäuden sollte 3,0 m nach Möglichkeit nicht unterschreiten. Im Übrigen sind die im Arbeitsblatt DWA-A 138 angegebenen Planungsgrundsätze zu beachten.

8. Zusammenfassung

Das vorliegende Baugrundgutachten beschreibt die durch neun Bohraufschlüsse und sechs Rammsondierungen festgestellten Baugrundverhältnisse in geologischer, hydrologischer und bodenmechanischer Hinsicht.

Nach den Aufschlussergebnissen führen die Baugrubensohlen der Wohngebäude bei Ansatz des planungsseitig vorgegebenen Gesamtaufbaus vor allem in den mittleren und westlichen Bauabschnitten in den Spannungseinfluss heterogener und unterschiedlich kompressibler Auffüllböden, ansonsten in locker gelagerte Decksande, die tiefgründig von gut tragfesten Terrassensanden und Terrassenkiesen unterlagert werden. Die Gründung der Häuser kann wie geplant über statisch wirksame Bodenplatten in Verbindung mit einem Schotter-Stabilisierungspolster erfolgen, wobei bei Lage der Baugrubensohle innerhalb von Auffüllungen zusätzliche Bodenaustauschmaßnahmen empfohlen werden. Für die Bemessung der Gründung und der Baugruben werden alle erforderlichen Kennwerte und die Größenordnung der zu erwartenden Setzungen der geplanten Neubauten angegeben. Zur Gewährleistung einer fachgerechten Bauausführung werden Empfehlungen ausgearbeitet.

Voraussetzung für den Bemessungsvorschlag ist der Einbau eines über den gesamten Gründungsbereich durchgängig gleichstark, homogen und lagenweise verdichtet eingebrachten Schotterpakets, das zur Stabilisierung der Randzone mit einer ausreichenden seitlichen Verbreiterung gegenüber den Außenkanten der Bodenplatte herzustellen ist.

Für den Kanal- und Straßenbau werden Hinweise zur Bauausführung bzw. Ausschreibung gegeben. Die geplanten Auflagerebenen der Kanäle und Schächte führen bereichsweise in gut tragfeste, gewachsene Terrassensande/-kiese, bei denen keine zusätzlichen Gründungsmaßnahmen notwendig werden. Bei örtlicher Einbindung innerhalb der Auffüllungen wird zur Stabilisierung der Graben- bzw. Schachtsohlen ein teilweiser Bodenaustausch empfohlen. Zur Sicherung der Gruben können Grabenverbaugeräte eingesetzt werden.

Die im Zuge des Kanalgrabenaushubs ausgeräumten erdfeuchten nichtbindigen Sande und Kiese sind für den Wiedereinbau geeignet, sofern sie nach Aushub vor Niederschlag geschützt und unter Beachtung der maßgeblichen Einbaukriterien wiederverfüllt werden. Die starkbindigen Auffüll- und Decksande sind für einen Wiedereinbau schlecht geeignet und daher anderweitig zu verwerten bzw. zu deponieren.

Zur Auflagerung des Straßenoberbaus werden zusätzliche Stabilisierungs- bzw. Bodenaustauschmaßnahmen erforderlich. Wegen der im Untergrund verbleibenden Auffüllungen wird außerdem empfohlen, ein Geogitter zur Aufnahme der ggf. aus Absenkungen entstehenden Biegezugspannungen einzubauen.

Auf Basis der chemischen Analysen können Aushubmassen aus den Auffüllböden in LAGA-Einbauklasse Z 0* und aus den gewachsenen Böden in Einbauklasse Z 0 eingestuft und entsprechend entsorgt bzw. wiederverwertet werden. Ggf. lokal anstehende, organoleptisch auffällige Böden sind zu separieren und nach Beprobung einer geordneten Entsorgung zuzuführen.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser kann auf Basis des Arbeitsblattes DWA-A 138 innerhalb der nichtbindigen Sande und Kiessande realisiert werden.

Auf die Witterungsempfindlichkeit der oberflächennah anstehenden starkbindigen Böden und auf die Gefahr der Aufweichung und Störung durch Wasserzutritt bzw. Baugeräte wird hingewiesen.

9. Schlussbemerkungen

Die bautechnischen Aussagen beziehen sich auf den uns zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens bekannten Planungsstand. Sie sind im Rahmen der Planung fortzuschreiben. Bei allen Erdarbeiten sind die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften zu beachten, vor allem die Sicherheitsvorschriften der Bauberufsgenossenschaft und die Ausführung der DIN 4124.

Die zugrunde gelegten Höhenbezüge sowie Lage und Höhenstellung der Objekte sind wesentlicher Bestandteil des vorliegenden Berichtes. Sie sind daher vor Beginn der Baumaßnahme sorgfältig zu prüfen. Sollten sich im Zuge der weiteren Planung oder bei der Ausführung noch Fragen in gründungstechnischer, hydrogeologischer oder abfallrechtlicher Hinsicht ergeben, bitten wir, unser Büro zur Bearbeitung heranzuziehen. Dies gilt insbesondere, wenn Abweichungen gegenüber den erwähnten Annahmen bzw. der Baugrundbeschreibung im Zuge der Bauausführung vorliegen.

Es wird darauf hingewiesen, dass im Hinblick auf die Größe des Baugebietes und die oberflächennah heterogenen Untergrundverhältnisse vor allem im Fall örtlich tieferreichender Auffüllungen Unwägbarkeiten und Risiken vorhanden sind, die nur durch zusätzliche Bohrungen bzw. Bodenaufschlüsse ausreichend sicher abgeklärt werden können. Die gründungstechnischen Empfehlungen können daher nur für eine Vorbemessung der Baukörper herangezogen werden.

Es wird empfohlen, unser Büro zur Baugrubenabnahme und zur Überprüfung der in den Baugruben großflächig anstehenden Bodenarten einzuschalten. Um Zusendung der endgültigen Fundament- und Lastenpläne zur Kenntnisnahme des aktuellen Planungsstandes und zur Überprüfung der tatsächlichen Setzungsbewegungen wird gebeten.

Dieses Gutachten ist urheberrechtlich geschützt. Es darf Dritten, ausgenommen für die Vertretung eigener, sich aus dem Zweck des Gutachtens ergebender Interessen, in vervielfältigter Form auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Unterzeichners zugänglich gemacht werden.

Seligenstadt, den 06.09.2017



Meßmer, Dipl.-Ing.

