



GeoIngenieure FLG GmbH, Platanenallee 23, 64832 Babenhausen

F&R Projektbau GmbH
Darmstädter Straße 103
c/o Die Haftpflichtkasse Nebeneingang 2

64380 Roßdorf

Verband Beratender Ingenieure VBI
Mitglied im Deutschen Talsperrenkomitee
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
Baugrund- und Altlastenuntersuchung
Prüf- und Sachverständigengutachten
Geotechnische Objekt- und Tragwerksplanung
Geothermie
Abbruch- und Rückbauplanung

**Kompetenz
in Grund
und Boden**

GeoIngenieure FLG GmbH

**Platanenallee 23
D – 64832 Babenhausen**

**Tel. +49 (0) 6073 - 8 90 90 - 10
Fax. +49 (0) 6073 - 8 90 90 - 29
www.GeoIngenieure.net
office@GeoIngenieure.net**

Projekt Altheimer Straße 4
Ort Groß-Umstadt / Richen
Az. 31920

Büro Frankfurt
Rohrbachstraße 33
D – 60389 Frankfurt
Tel. +49 (0)69 – 242 46 131

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Harald Früchtenicht (*)
Dr.-Ing. Christian Gutberlet (**)
Dr.-Ing. Olivier Semar

1. Bericht (Geotechnischer Bericht)

Auftraggeber F&R Projektbau GmbH
Ort, Datum Babenhausen, den 16.05.2023

Sparkasse Dieburg
IBAN: DE 97 50852651 0 165100801
SWIFT-BIC: HELADEF1DIE

Amtsgericht Darmstadt HRB 96880

Verteiler F&R Projektbau GmbH (1-fach + pdf)
SAM Hochbau Planungs GmbH (pdf)
Planungsbüro für Städtebau Göringer
Hoffmann Bauer (pdf)

(*)
ö.b.u.v. Sachverständiger für
Erd- und Grundbau, tiefe Baugruben
und Pfähle (IHK Darmstadt)
(**)
Prüfsachverständiger für Erd- und Grundbau
(Ingenieurkammer Hessen)



I. Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag.....	2
2	Unterlagen.....	3
2.1	Allgemeine Unterlagen.....	3
2.2	Projektspezifische Unterlagen.....	3
3	Ausgangssituation	3
4	Baugrundverhältnisse	5
4.1	Allgemeine geologische Angaben, Erdbebenzone und Untersuchungsumfang.....	5
4.2	Aufschlussergebnisse	6
4.2.1	Auffüllung/Oberboden	6
4.2.2	Schluff und Feinsand	6
4.2.3	Pliozäne Schluffe und Tone	7
5	Charakteristische Bodenkennwerte, Bodengruppen und -klassen	7
6	Hydrogeologische Verhältnisse	8
6.1	Grundwasserstände.....	8
6.2	Grundwasserchemismus	9
6.3	Sonstige Wässer.....	9
6.4	Schutzgebiete	9
7	Baufaufgabe und geotechnische Kategorie	10
8	Geotechnische Empfehlungen.....	11
8.1	Erdbau und Baugrube.....	11
8.2	Gründung und Abdichtung	12
8.2.1	Mehrfamilienhaus	12
8.2.2	Doppelhäuser	13
8.3	Verfüllung der Arbeitsräume	14
8.4	Verkehrsflächen.....	14
8.5	Versickerung.....	14
9	Zusammenfassung und Schlussbemerkung	15

II. Anlagenverzeichnis

Anlage	Inhalt
1	Lageplan der Aufschlusspunkte
2	Baugrundprofile

1 Auftrag

Die F&R Projektbau GmbH erteilte den Auftrag, geotechnische Untersuchungen und Beratungen zur Errichtung eines Mehrfamilienhauses und zweier Doppelhäuser im Groß-Umstädter Stadtteil Richen vorzunehmen.

Auf der Basis allgemeiner geologischer Unterlagen und ergänzender eigener Bodenaufschlüsse ist die Baugrund- und Grundwassersituation zu beschreiben. Hiervon ausgehend sind geotechnische Empfehlungen für eine wirtschaftliche und sichere Ausführung zur o.g. Bauaufgabe zu geben.

2 Unterlagen

2.1 Allgemeine Unterlagen

- [1.1] *geologie.hessen.de*, Internetpräsenz des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie
- [1.2] *openstreetmap.org*, offene und freie Weltkarte
- [1.3] Geologische Karte von Hessen, Maßstab 1:25000, Blatt Groß-Umstadt
- [1.4] *www.hlnug.de*, Internetpräsenz des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie
- [1.5] *gruschu.hessen.de*, Internetpräsenz des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie

2.2 Projektspezifische Unterlagen

- [2.1] Stadtwerke Groß-Umstadt, Kanalplan
- [2.2] SAM Hochbau Planungs GmbH, Lageplan mit Geländehöhen
- [2.3] SAM Hochbau Planungs GmbH, Bauwerkspläne (Grundrisse, Schnitte, Ansichten)

3 Ausgangssituation

Die großräumliche Lage des Projektareals ist Abb. 1 zu entnehmen. Demnach befindet es sich im Groß-Umstädter Stadtteil Richen. Das Grundstück Altheimer Straße 4 wies nach [2.1] bis anscheinend vor kurzem ein Wohngebäude auf, dessen Abbruchgrube im Gelände noch erkennbar ist.

Das Baufeld liegt in der Gemarkung Richen, Flur 1, Flurstück 246. Die UTM-Koordinaten des Mittelpunktes des Grundstücks sind nach [1.1] ca.

- Ostwert 49 44 50
- Nordwert 55 26 310

Das Areal wird durch eine nach Westen abfallende Wiesenfläche eingenommen. Baumbewuchs steht nur auf den Grundstücksgrenzen.

Die Geländehöhen liegen im Osten an der (nach Norden selbst leicht ansteigenden) Straße bei rund 155,5-156,5 mNN und an der westlichen Grundstücksgrenze mit ca. 151,2-151,8 mNN gut 4 m tiefer (siehe auch Anlage 1).

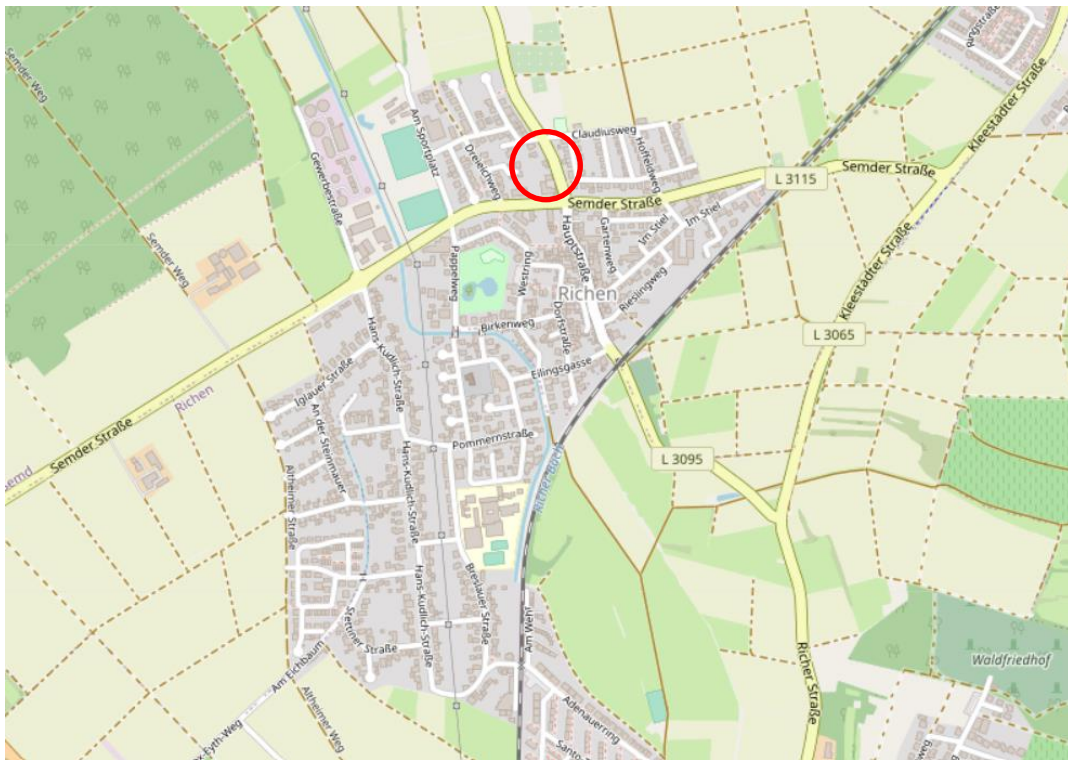


Abb. 1 Lage gemäß [1.2]



Abb. 2 Ansicht des Baufelds mit dem nördlichen Nachbarhaus



4 Baugrundverhältnisse

4.1 Allgemeine geologische Angaben, Erdbebenzone und Untersuchungsumfang

Aus den geologischen Kartenunterlagen [1.1, 1.3] ist bekannt, dass im Projektareal „Jüngerer Abhangsschutt, Schuttkegel, Trockentäler im Lössgebiet“ anstehen. Die Geologie ist in Richen sehr kleinteilig (siehe Abb. 3) – östlich jenseits der Altheimer Straße folgen dann schon Flugsandfelder, während westlich vom Grundstück weiche Bachablagerungen folgen, die uns vom benachbarten Flurstück 205/21 bekannt sind und demnach auch torfige Lagen enthalten können.

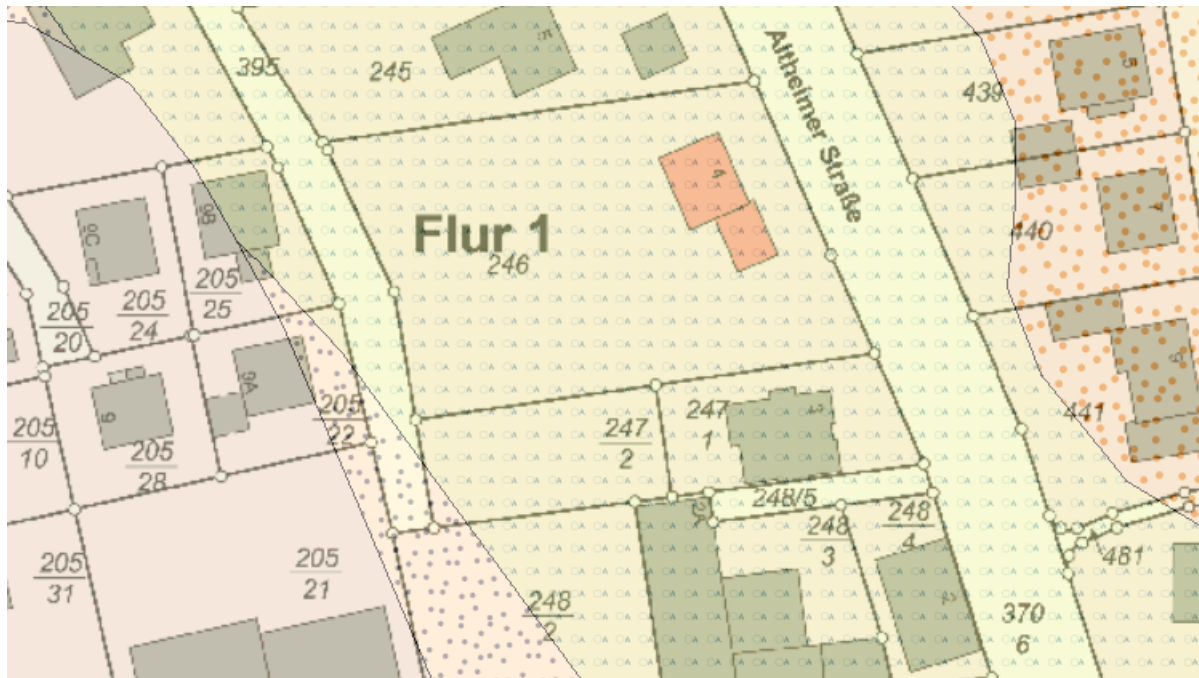


Abb. 3 Auszug aus der geologischen Kartierung [1.1]

Das Areal befindet sich in der Erdbebenzone 0 nach DIN 4149. Hieraus resultieren keine weiteren Maßnahmen.

Unser Außendienst hat am 08. und 09.05.2023 im Gelände folgende Aufschlüsse ausgeführt:

- 5 Kleinbohrungen mittels Rammkernsondierungen (RKS, d = 60 mm nach DIN EN ISO 22475)
- 3 schwere Rammsondierungen (DPH, Spitzenquerschnitt 15 cm², Fallgewicht 500 N nach DIN EN ISO 22476-2)
- Ausbau von zwei der o.g. Aufschlüsse zu einer Grundwassermessstelle (GWM, DN 32)

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Die Aufschlussergebnisse sind Anlage 2 zu entnehmen.

Die Aufschlusspunkte wurden durch unseren Außendienst lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezugspunkt wurde der Kanaldeckel vor dem Grundstück (siehe Anlage 1) verwendet und gemäß [2.1] mit 156,12 mNN angesetzt.

Aus den Kleinbohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und nach DIN 18196 und DIN EN ISO 14688 klassifiziert.¹

¹ Die Proben werden für 6 Wochen nach Berichtsvorlage eingelagert und danach entsorgt.



Folgende Laborversuche wurden ausgeführt:

- Grundwasseranalyse Betonangriff *wird nachgereicht*

4.2 Aufschlussergebnisse

Folgende Schichten wurden bis zur Aufschlussendtiefe angetroffen:

- 1 Auffüllung/Oberboden
- 2 Schluff und Feinsand (Lössböden)
- 3 Pliozäne Schluffe und Tone

4.2.1 Auffüllung/Oberboden

Das Gelände hat zwar bis auf die Abbruchgrube den Anschein eines weitgehend unbeeinflussten Grundstücks, es stehen jedoch in Teilbereichen Auffüllböden mit mehr als 1 m Mächtigkeit an.

Am westlichen Rande wurde bei RKS 1 und RKS 2 je rund 1,5 m Auffüllböden in Form von umgelagerten schluffigen Sanden aufgeschlossen. Im Topbereich hat sich hier sekundär eine magerere Durchwurzelungszone ohne regelrechten Oberboden gebildet.

Bei RKS 4 im mittleren Grundstücksbereich wurde keine regelrechte Auffüllung aufgeschlossen, hier steht lediglich anthropogen beeinflusster Oberboden in Dezimeterstärke an.

Bei RKS 6 und RKS 8 im Osten an der Straße wiederum wurde Auffüllung mit größerer Mächtigkeit erbohrt. Bei RKS 6 ist die Unterkante bei 2,4 m Tiefe. Bei RKS 8 wurde sie mit 1,7 m unter Gelände definiert. Die Auffüllböden sind auch hier sandige Schluffe bis schluffige Sande, die im Topbereich auch humos ausfallen können.

In Teilbereichen des Baufelds ist dann auch noch mit gewachsenem Oberboden zu rechnen, auch wenn dieser bei keiner Bohrung aufgeschlossen wurde.

4.2.2 Schluff und Feinsand

Unter der Auffüllung bzw. dem Oberboden folgen dann Lössböden.

Teilweise handelt es sich (überwiegend im Topbereich) um Lösslehm, d.h. um einen entkalkten feinsandigen Schluff. An anderer Stelle bzw. in größerer Tiefe geht der dann entweder in einen grobschluffigen Feinsand (Sandlöss) oder in regelrechten Löss, also einen feinsandigen kalkhaltigen Schluff, über.

Die beiden Kleinbohrungen an der Talseite (RKS 1 und RKS 2) weisen dieses Schichtenpaket bis zur Endtiefe von jeweils 6 m auf.

Bei der im Grundstückszentrum ausgeführten Kleinrammbohrung RKS 4 reichen die Lössablagerungen bis 4,6 m Tiefe.

An der höher liegenden Ostseite entlang der Altheimer Straße wurde die Basis der Schluffe/Feinsande bei 6,3-6,45 m Tiefe festgestellt. Sie weisen hier – insbesondere bei RKS 8 – einen von den restlichen Kleinbohrungen abweichenden Habitus auf.

So wurde bei RKS 6 im Topbereich eine quasi feinkornfreie und felszersatzähnliche Sandlage mit 15 cm Stärke festgestellt, die dann in ein Sand-Schluff-Gemisch übergeht, das in der

Bohrschappe in Vertikalen wechselt. Ab 2,8 m Tiefe folgen dann die Lössböden bis 6,2 m Tiefe, deren Konsistenz mit der Tiefe von halbfest zu steif abnimmt. Das untere Ende des Schichtenpakets bilden organische Schluffe mit weicher Konsistenz. Sandlössböden wie bei RKS 1 und RKS 2 wurden gar nicht festgestellt.

Bei RKS 8 stehen unter der Auffüllung Lössböden bis 4,1 m Tiefe an, die aber in den letzten Dezimetern ausgeprägt tonig sind und auch hier eine untypisch rotbraune Färbung aufweisen. Dann folgen weitere ca. 2,5 m Lösslehme, deren Konsistenz von steif auf weich abnimmt, bevor dann auch hier als unterer Abschluss eine Lage organischen Schluffs in weicher bis steifer Konsistenz folgt.

4.2.3 Pliozäne Schluffe und Tone

Die 3 Kleinbohrungen im zentralen bis östlichen Bereich (RKS 4, RKS 6, RKS 8) zeigen im Basisbereich pliozäne Böden in Form von primär Tonen, untergeordnet auch Sanden und Schluffen.

Sie weisen eine steife bis halbfeste Konsistenz auf und bieten eine höhere Tragfähigkeit als die darüber liegenden Lössablagerungen. In den Rammsondierungen zeigen sie allerdings keine signifikant höheren Schlagzahlen – auch der Schichtübergang zwischen den beiden Einheiten ist in den Schlagzahlenlinien nicht auszumachen.

5 Charakteristische Bodenkennwerte, Bodengruppen und -klassen

Nachstehende Tabelle 1 enthält eine Zusammenfassung aller für die vorliegende Baumaßnahme relevanten charakteristischen Kennwerte, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen.

		aufgefüllter Mutterboden	Auffüllung	Schluffe/ Feinsande	Plioziän (Ton)
Feuchtwichte γ_k	kN/m ³	17	18	18,5	19,5
Wichte unter Auftrieb γ'_k	kN/m ³	-	-	9,5	10
wirksamer Reibungswinkel φ'_k	°	0	30	30	22,5
wirksame Kohäsion c'_k	kN/m ²	0	0	2,5 (c)	12,5
Steifemodul E_s (Erstbelastung)	MN/m ²	-	-	7 -10 (c)	12
Frostempfindlichkeitsklassen (a) (b)		F3	F1-F3	F3	F3
Bodengruppe DIN 18196		OH, OU	SU, SU*, TL, UL	TL, UL, OT, OU SE, ST, ST*	TM, UM (SE)

- (a) Bei Winterbaustellen sind die notwendigen Maßnahmen zum Schutz von Planums- und Gründungsflächen zu beachten.
 (b) Nach visueller Bewertung, genaue Einstufung nur durch Zusatzuntersuchung möglich.
 (c) In tieferen Lagen bei weicher Konsistenz ist $c' = 0$ und $E_s = 4 \text{ MN/m}^2$ (2 MN/m² für die organischen Lagen) anzusetzen.

Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB:
 F1 - nicht frostempfindlich
 F2 - gering bis mittel frostempfindlich
 F3 - stark frostempfindlich

Alle angegebenen charakteristischen Werte sind nach DIN EN 1997-1:2009:9 als „vorsichtige Schätzung desjenigen Wertes festzulegen, der im Grenzzustand wirkt“. Sie sind maßgebend für statische Berechnungen. Es können auch höhere Werte auftreten, was insbesondere beim Lösen besonders zu beachten und im Bedarfsfall gesondert zu untersuchen ist.

Tab. 1 Bodenkennwerte

Nach der aktuellen VOB C (diverse ATVs) sind die bekannten Bodenklassen durch **Homogenbereiche**² zu ersetzen. Diese können aus den Schichtbeschreibungen in Kap. 4 unter Berücksichtigung des eingesetzten Bauverfahrens (ggf. nach zusätzlicher Prüfung des Chemismus) gebildet werden³. Übergangsweise geben wir gemäß nachstehender Tabelle 2 noch die Bodenklassen nach den Altfassungen der hier zu beachtenden ATVs für die relevanten Schichten an.

nicht mehr normierte Bodenklassen nach...	aufgefüllter Mutterboden	Auffüllung	Schluffe/Feinsande	Pliozän (Ton)
DIN 18300	1	3-4	3-4	irrelevant
DIN 18301	BO1	BN1-2, BB2-3	BN1-2, BB2-3	BB2-4 (BN1-2)

Tab. 2 Bodenklassen nach früherer Normierung

6 Hydrogeologische Verhältnisse

6.1 Grundwasserstände

Im Zuge der Baugrunderkundung am 08. und 09.05.2023 sowie bei einer Nachmessung am 15.05.2023 wurde Grundwasser in folgenden Tiefen festgestellt:

Aufschluss	Ansatzhöhe	angebohrt		bei Einsatzende 09.05.2023		15.05.2023	
	[mNN]	[m u GOK]	[mNN]	[m u GOK/ROK]	[mNN]	[m u GOK/ROK]	[mNN]
RKS 1	151,68	2,22	149,46	1,93	149,75	1,82	149,86
RKS 2	151,13	2,16	148,97	1,59	149,54	1,50	149,63
DPH 3	152,53	1,13	151,40	-			
GWM 3 ROK	152,80	-		1,46	151,34	1,33	151,47
RKS 4	152,87	1,86	151,01	1,58	151,29	1,46	151,41
RKS 6	155,68	4,20	151,48	4,15	151,53	4,00	151,68
DPH 7	155,67	3,53	152,14	-			
RKS 8	154,79	4,15	150,64	-			
GWM 8 ROK	154,86	-		3,17	151,69	3,06	151,80

Demnach sind die meisten Wasserstände der Messung am Einsatzende (09.05.2023) im Vergleich zu den ersten Messungen („angebohrt“) angestiegen – im Falle von RKS 2 und RKS 8 sogar deutlich. Zur 1. Folgemessung am 15.05.2023 hat sich dann durchgängig ein weiterer Anstieg ergeben. Diese Werte werden als nahe am Ruhewasserstand interpretiert.

Verwertbare Langfristdaten des Landesgrundwasserdienstes liegen nicht vor. Daher müssen die Schwankungsbreiten der Wasserstände vorsichtig und auf der sicheren Seite liegend geschätzt werden.

² Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08: Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für eingesetzte Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Sind umweltrelevante Stoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen.

³ Sofern der Ausschreibende bei der Festlegung der Homogenbereiche für Erdarbeiten genaue Eintragungen in die geotechnischen Schnitte oder Angaben zu anderen Homogenbereichen (z.B. für Bohrarbeiten, Ramm- und Rüttelarbeiten, Verbauarbeiten, Düsenstrahlarbeiten etc.) benötigt, können weitere Angaben hierzu gesondert angefordert werden.

Das Grundwasser fällt mit dem Gelände ab, daher setzen wir die charakteristischen Wasserstände $GW_{\max}$ vorläufig entsprechend der Führung der in Anlage 2 dargestellten Schnitte (siehe im Lageplan in Anlage 1) an:

- Schnitt 4 (Anlage 2.4, RKS 1, RKS 2): $GW_{\max} = 150,5 \text{ mNN}$
- Schnitt 5 (Anlage 2.5, DPH 3, RKS 4, DPH5): $GW_{\max} = 152 \text{ mNN}$
- Schnitt 6 (Anlage 2.6, RKS 6, DPH 7, RKS 8): $GW_{\max} = 152,5 \text{ mNN}$

abgeschätzt.

Die Wasserstände sind bis zum Baubeginn regelmäßig zu messen. Wir empfehlen folgenden Messrhythmus: Mitte Juni 2023, Mitte August 2023, Mitte Oktober 2023 und dann monatlich bis Mai 2024.

Ohne diese Messkette wird empfohlen, die o.g. charakteristischen Wasserstände um 0,5 m zu erhöhen.

Für den Bauzustand können bauzeitliche Wasserstände in der Region der gemessenen Stände festgelegt werden:

- Schnitt 4 (Anlage 2.4, RKS 1, RKS 2): $GW_{\text{Bauzeit}} = 150 \text{ mNN}$
- Schnitt 5 (Anlage 2.5, DPH 3, RKS 4, DPH5): $GW_{\text{Bauzeit}} = 151,5 \text{ mNN}$
- Schnitt 6 (Anlage 2.6, RKS 6, DPH 7, RKS 8): $GW_{\text{Bauzeit}} = 152 \text{ mNN}$

6.2 Grundwasserchemismus

Der Zulauf zu den eingerichteten Grundwassermessstellen GWM 3 und GWM 8 war so gering, dass die Wasserprobe für die Analyse auf Betonangriff aus beiden Messstellen geschöpft werden musste. Die Wasserprobe wurde unserem akkreditierten Vertragslabor Eurofins Umwelt West GmbH zugeführt. Das Ergebnis wird nachgereicht und gesondert dokumentiert.

6.3 Sonstige Wässer

Versickertes Oberflächenwasser kann auch oberhalb des Grundwassers zumindest lokal und periodisch auftreten. Besonders prädestiniert hierfür ist die Basis der Auffüllung, die beim Anschneiden Schichtwässer freigeben kann, die u.U. anfangs recht ergiebig sein können. Möglicherweise bluten diese dann nach gewisser Zeit aus, das ist aber nicht gesichert. In jedem Fall tendieren derartige Auffüllböden in ansonsten eher homogen gering durchlässigem Baugrund dazu, dass sich ein gewisser Badewanneneffekt mit aufstauenden Wässern einstellen kann. Es muss zumindest zeitweilig mit Druckwassercharakter gerechnet werden, wenn nicht mit geeigneten technischen Maßnahmen (z.B. Dränage) dauerhaft entgegengewirkt wird.

6.4 Schutzgebiete

Nach [1.5] liegt das Baufeld in einem sich im Festsetzungsverfahren befindlichen Schutzgebiet (Zone IIIB).



7 Bauaufgabe und geotechnische Kategorie

Die Baumaßnahme umfasst den Bau eines Mehrfamilienhauses mit Tiefgarage, hinter das im straßenabgewandten Grundstücksbereich zwei Doppelhäuser platziert werden sollen (siehe Abb. 4). Die Höheneinordnung wurde gemäß [2.2] wie folgt mitgeteilt:

Bauteil	Höhe im Bauwerkssystem	Höhe im mNN -System
OK EG FFB MFH	$\pm 0,00$ m	$\cong 156,00$ mNN
OK KG FFB MFH	- 3,01 m	$\cong 152,99$ mNN
OK EG FFB DH	- 3,50 m	$\cong 152,50$ mNN

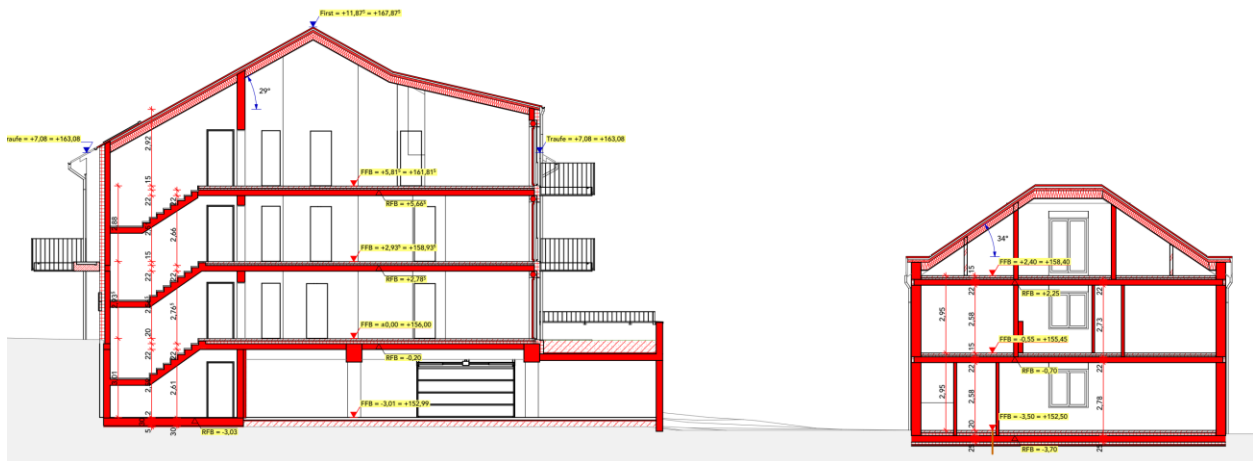


Abb. 4: Schnitt durch MFH (links) und Doppelhaus (rechts) [2.3]

Der Grundriss UG aus [2.3] zeigt für das MFH eine große Tiefgarage, lediglich zur Straße hin sind einige Räume und der Treppenhauskern mit Aufzug eingeplant. Zur Tiefe der Aufzugsunterfahrt liegen uns keine Angaben vor.

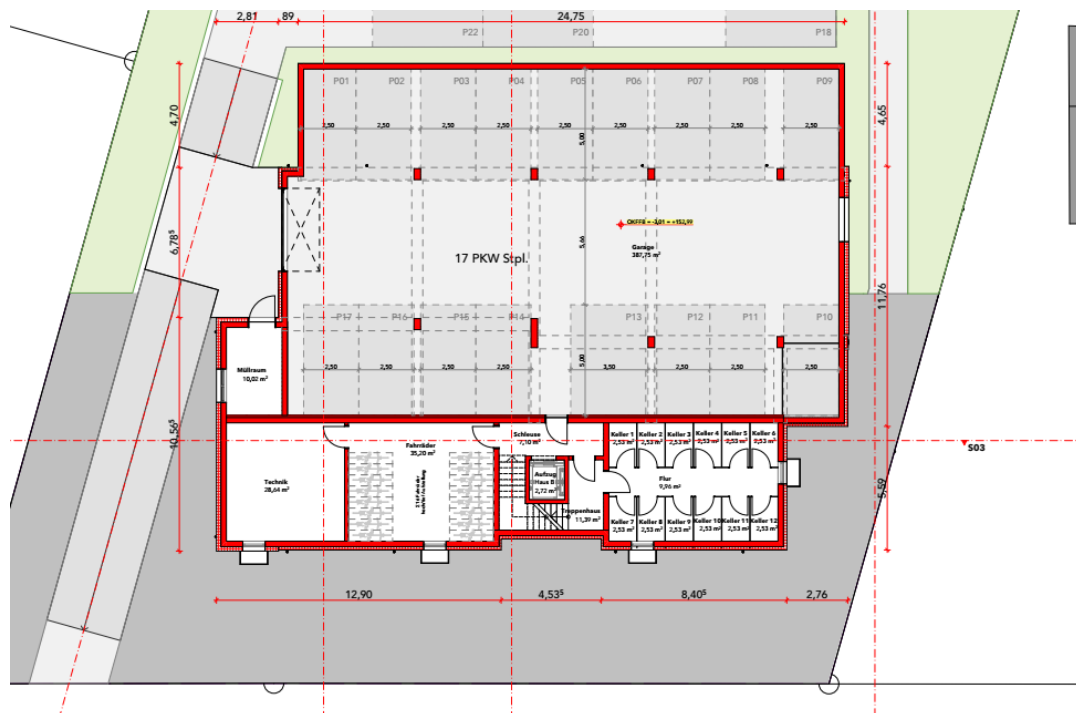


Abb. 5 Grundriss UG des MFH [2.3]

Sofern sich im Zuge der weiteren Planungen größere Abweichungen von obigen Annahmen (insbesondere Höhen) ergeben, müssen unsere Empfehlungen geprüft bzw. gegebenenfalls überarbeitet werden.

Die Bauaufgabe ist in die geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 1054:2010-12 einzuordnen⁴.

8 Geotechnische Empfehlungen

8.1 Erdbau und Baugrube

Die beim Erdaushub anfallenden Böden können der Baugrundbeschreibung in Kap. 4 in Verbindung mit den Profilen in Anl. 2 entnommen werden (Bodenklassen nach Kap. 5).

Nach organoleptischer Klassifizierung sind die Aushubböden bis auf die Auffüllungen mit Fremdstoffanteilen unauffällig. Eine abfalltechnische Einstufung des Aushubbodens ist nicht Teil des Auftrags.

Die Baugrube kann vermutlich fast überall mit Böschungen hergestellt werden, da auch zur Straße hin ein recht großer Abstand des Untergeschosses besteht. Lediglich an der Nordseite bzw. Nordostecke des MFH ist wahrscheinlich ein Verbau erforderlich, da hier der Abstand der Bauwerksaußenkante zur Grundstücksgrenze nur noch ca. 2,3 m (bei einer Baugrubentiefe von rund 2,5-3 m) beträgt. Wir empfehlen zu prüfen, ob unter temporärer Inanspruchnahme des Nachbargrundstücks eine Böschung realisiert werden kann.

Zur Straße hin ist eine Böschungsneigung von 45° vorzusehen, da hier viele eher rollige oder wenig tragfähige Auffüllböden anstehen. Ansonsten kann – unter Einhaltung der Randbedingungen nach DIN 4124 – unter 60° geböscht werden. Da eine der Voraussetzungen dafür eine mindestens steife Konsistenz ist, müssen die Böschungen auf jeden Fall mit witterungsstabil befestigten Planen abgedeckt werden.

Sollte aus den Böschungen Wasser austreten, sind die betreffenden Bereiche durch Belastungsfilter aus Grobschotter (z. B. 50/150) zu sichern. Diese sind mindestens 0,5 m tief und mit einer an die Wasseraustritte angepassten Breite die in die Böschung einzuarbeiten. Das Wasser ist mit einer Böschungsfußdränage zu fassen und einer offenen Wasserhaltung zuzuführen.

Die Sohle des MFH liegt in den Schluffen des Lösspakets. Diese weisen zwar nach den Erkundungsergebnissen im Topbereich eine halbfeste Konsistenz auf, sie sind ausgesprochen leichtplastisch und verändern ihre Konsistenz daher schon bei kleinsten Wassergehaltsänderungen.

Die Doppelhäuser werden mit ihren östlichen Bereichen ebenfalls im Löss liegen, im Westen dagegen ist ein Geländeaufbau von ca. 0,5-1 m erforderlich.

Vor dem Geländeaufbau müssen die dortigen Auffüllböden etwas behandelt werden. Der anstehende schluffige Sand ist in Lagen zu ca. 25 cm mit der Schafffußwalze einzubauen. Besondere Verdichtungsanforderungen werden nicht empfohlen – der wiedereingebaute Boden muss nur in etwa die Steifigkeit des anstehenden halbfesten Lössbodens erreichen.

Das kann mit einem partiellen Aushub und Wiedereinbau unter Zugabe eines Bindemittels erfolgen. Wir schätzen ab, dass ca. 2 % Mischbinder (50:50) ausreichen, um eine Grundtragfähigkeit von ca. $E_{v2} = 30-40 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen.

⁴ Diese Einstufung gilt nach derzeitigem Kenntnisstand und ist im Zuge der weiteren Planung zu verifizieren.

Wir empfehlen im Vorfeld der Ausführungsplanung Baggerschürfe, um im Bereich der Doppelhäuser das Ausmaß der Auffüllung genauer festzustellen und die Randbedingungen für den dort erforderlichen Erdbau genauer zu fassen.

8.2 Gründung und Abdichtung

Bei Verifizierung der in Kap. 6 vorläufig genannten charakteristischen Wasserstände kann das Grundwasser bis knapp unter die Bauwerkssohlen ansteigen, wird diese aber nicht erreichen. Es ist zudem bei diesen Wasserständen zu beachten, dass diese sich ja auch auf die Bergseite beziehen – talabwärts fällt das Wasser dann ja weiter ab.

Unter diesen Bedingungen ist der Verzicht auf eine wasserdichte Ausführung / Weiße Wanne möglich.

8.2.1 Mehrfamilienhaus

Für das MFH wird empfohlen, die bergseits liegenden Räume – zumindest diejenigen mit hochwertiger Nutzung – als Weiße Wannen auszubilden. Hier kommen dann Plattengründungen in Betracht. Die Aufzugsunterfahrten sind auf jeden Fall als Weiße Wannen auszubilden.

Der Tiefgaragenpart kann dann gepflastert werden – für die Stützen und Wände kommen Einzel- und Streifenfundamente in Betracht. Bei Lastabtragung über den steifen bis halbfesten Schluff/Löss gelten die Sohlwiderstände nach Tab. 3 und Tab. 4.

Es zeigt sich, dass die Setzungen noch verträglich sind. Lediglich für größere Fundamente ist es ratsam, die tatsächlichen Sohlspannungen so zu reduzieren, dass die Setzungen bei 1,5-2 cm zu erwarten sind. Für das Einzelfundament mit 2 m Kantenlänge wird beispielsweise ein maximaler Sohldruck (Beanspruchungsseite) von $\sigma_{E,k} = 250 \text{ kN/m}^2$ empfohlen.

Da die Fundamentsohlen in den höheren und eher festeren Lagen des Lössbodens zum Liegen kommen, die weichen Zonen erdbaulich aber kaum zu erreichen sind, erscheint eine Bodenverbesserung durch Einbau von Polstern nur wenig zielführend.

Es kann sinnvoll sein, die Stützen auf elastisch gebettete Balken zu setzen. Die elastische Bettung hängt von der Fundamentgeometrie massiv ab, so ergibt sich beispielsweise für unterschiedliche Breiten:

- $a = 10 \text{ m}, b = 1 \text{ m}$ $k_s = 8 \text{ MN/m}^3$
- $a = 10 \text{ m}, b = 2 \text{ m}$ $k_s = 5 \text{ MN/m}^3$

Für den Unterbau des Pflasters wird eine zusätzliche Stabilisierung von 25 cm verdichtungsfähigem Schotter empfohlen, um die Grundtragfähigkeit $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ zu erzielen. Das Planum sollte ein leichtes Gefälle talwärts haben. Außerdem sollte der Schotter unter den tragenden Bodenplatten der Kellerräume mit 25 cm Stärke weitergeführt werden, damit Sickerwasser und hoch aufsteigendes Grundwasser leichter talwärts sickern kann.

Es wird empfohlen, eine Dränage unter das Pflaster einzubauen und talwärts zu einer Rigole zu führen, um etwaiges aufsteigendes Grundwasser dem Wasserkreislauf wieder zuzuführen.

Die o.g. Bodenplattenbereiche können mit einer abgeschätzten Bettung von $k_s = 4 \text{ MN/m}^3$ (Randerhöhung auf 1 m Breite auf 150 %) vorbemessen werden. Wegen der Mischgründung empfehlen wir eine Setzungsberechnung nach dem Steifemodulverfahren.



Fundamentbreite bei Streifenfundamenten	charakteristischer Wert des Sohlwiderstandes ⁵	geschätzte Setzung
b [m]	$\sigma_{R;k}$ [kN/m ²]	s [cm]
0,4	310	< 1
1,0	375	1,5

Tab. 3a: Charakteristische Werte des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente (t = 0,5 m)

Fundamentbreite bei Streifenfundamenten	charakteristischer Wert des Sohlwiderstandes ⁶	geschätzte Setzung
b [m]	$\sigma_{R;k}$ [kN/m ²]	s [cm]
0,4	390	< 1
1,0	460	1,5 – 2

Tab. 3b: Charakteristische Werte des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente (t = 0,8 m)

Fundamentbreite bei Einzelfundamenten	charakteristischer Wert des Sohlwiderstandes	geschätzte Setzung
b [m]	$\sigma_{R;k}$ [kN/m ²]	s [cm]
1,0	590	1 – 1,5
2,0	620	2 – 2,5

Tab. 4: Charakteristische Werte des Sohlwiderstandes für quadratische Einzelfundamente (t = 0,8 m)

Anmerkungen zu charakteristischen Sohlwiderständen und geschätzten Setzungen:

- Die Sohlwiderstände gelten für rein vertikale Belastungen.
- Zwischenwerte dürfen interpoliert werden, Extrapolationen sind nicht zulässig.
- Der charakteristische Wert des Sohlwiderstandes resultiert aus Grundbruchberechnungen im Bruchzustand mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN 1054:2010-12: $\gamma_{R;v} = 1,0$ und mittlerer Belastung.
- Der charakteristische Wert des Sohlwiderstandes ist keine zulässige Bodenpressung nach DIN 1054:1976-11 und kein zulässiger Sohldruck nach DIN 1054:2005-01.
- Die geschätzte Setzung gilt für den erwarteten Gebrauchszustand bei $0,4 \dots 0,5 \cdot \sigma_{R;k}$.

8.2.2 Doppelhäuser

Für die Doppelhäuser ist gemäß Kap. 8.1 ein Geländeauftrag vorzunehmen, so dass diese dann partiell auf gewachsenem und partiell auf aufgeschüttetem Boden liegen. Letzterer ist noch nicht

⁵ Der charakteristische Wert des Sohlwiderstandes ist bei der weiteren Fundamentbemessung mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN 1054:2010-12 entsprechend der jeweiligen Bemessungssituation zu versehen. Hieraus resultiert der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R;d}$, der größer oder gleich dem Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung $\sigma_{E;d}$ sein muss ($\sigma_{E;d} \leq \sigma_{R;d}$). Falls bei der Fundamentbemessung

- genauere Angaben zu den zu erwartenden Setzungen bzw. Differenzsetzungen oder
- konkrete Grundbruchberechnungen nach DIN 4017 benötigt werden, bzw.
- andere geometrische Situationen oder Lasten zu untersuchen sind,

stehen wir nach Übermittlung der Bemessungswerte der Einwirkungen (aufgeteilt in ständig und veränderlich) hierfür zur Verfügung.

⁶ Der charakteristische Wert des Sohlwiderstandes ist bei der weiteren Fundamentbemessung mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN 1054:2010-12 entsprechend der jeweiligen Bemessungssituation zu versehen. Hieraus resultiert der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R;d}$, der größer oder gleich dem Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung $\sigma_{E;d}$ sein muss ($\sigma_{E;d} \leq \sigma_{R;d}$). Falls bei der Fundamentbemessung

- genauere Angaben zu den zu erwartenden Setzungen bzw. Differenzsetzungen oder
- konkrete Grundbruchberechnungen nach DIN 4017 benötigt werden, bzw.
- andere geometrische Situationen oder Lasten zu untersuchen sind,

stehen wir nach Übermittlung der Bemessungswerte der Einwirkungen (aufgeteilt in ständig und veränderlich) hierfür zur Verfügung.

definiert, daher gilt für die empfohlene Plattengründung nur bislang nur ein vorläufiger Bettungsmodul von $k_s = 5 \text{ MN/m}^3$, der noch zu spezifizieren ist.

Für die Abdichtung genügt entweder eine WU-Ausbildung der Bodenplatte oder ein kapillarbrechender Unterbau (Kies 8/16 mit einer bergseits von 15 cm auf talwärts 20 cm anwachsenden Stärke, also auf leicht geneigtem Planum) in Verbindung mit einer Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser nach Lastfall W1-E.

8.3 Verfüllung der Arbeitsräume

Für die Verfüllung der Arbeitsräume empfehlen wir verdichtungsfähige, gut abgestufte Kiese und Sande (mit Feinkornanteil $< 0,063 \text{ mm}$ unter 5 %) oder vergleichbare Recyclingmaterialien (Z0) zu verwenden. Auch andere Materialien können geeignet sein, jedoch empfehlen wir dafür eine vorlaufende Eignungsprüfung zu verlangen.

Zur Reduzierung der Wasserbeanspruchung empfehlen wir eine Minimierung des Oberflächenwasserzutritts zu den Arbeitsräumen durch folgende Maßnahmen:

- Wegführung von Oberflächenwasser vom Bauwerk im Gefälle und Zuführung zu einer geordneten Entwässerung
- Abdichtung der obersten 50 cm der Arbeitsräume mit bindigem Boden ($k < 10^{-7} \text{ m/s}$), sofern nicht vergleichbar abdichtende Verkehrsflächen vorliegen

Allgemein ist das Verfüllmaterial in Lagen zu 20 bis 30 cm einzubauen und mit geeigneten kleinen Verdichtungsgeräten auf folgende Mindestwerte zu verdichten:

- | | |
|--|---------------------------------|
| ▪ Freiflächen ohne besondere Anforderungen | $\geq 95 \%$ der Proctordichte |
| ▪ unter Verkehrsflächen | $\geq 97 \%$ der Proctordichte |
| ▪ unter Fußbodenkonstruktionen | $\geq 100 \%$ der Proctordichte |

Wir empfehlen, Verdichtungskontrollen im angemessenen Umfang zu fordern.

8.4 Verkehrsflächen

Das Planum oberhalb der verfüllten Arbeitsräume gemäß Kap. 8.3 wird die erforderliche Grundtragfähigkeit $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (gemäß ZTVE-StB) aufweisen. Nach entsprechendem Nachweis kann der normgemäße Aufbau nach RStO 2001 je nach gewählter Bauklasse und Oberbau vorgenommen werden.

Außerhalb der verfüllten Arbeitsräume steht überwiegend Schluff an. Hier ist kein ausreichend tragfähiges Planum für Verkehrsflächenaufbauten zu erwarten. Vorläufig schätzen wir die notwendige zusätzliche Stabilisierungsstärke mit mindestens 25 cm ab. Definitiv kann dies jedoch erst durch Kontrollversuche bzw. Probeflächen angegeben werden.

Für die Planumsstabilisierung empfehlen wir gut abgestuften Schotter (0/56 bis 0/150 mit Feinkornanteil $< 0,063 \text{ mm}$ unter 5 %) oder vergleichbare Recyclingmaterialien (Z0) zu verwenden.

8.5 Versickerung

Da der Boden überwiegend aus bindigen Böden mit teilweise hohem Grundwasserstand besteht, scheidet eine technische Versickerung von Niederschlagswasser aus. Lediglich die Wiederversickerung von Dränwasser mit kontinuierlich-geringem Wasserandrang ist bereichsweise denkbar.

9 Zusammenfassung und Schlussbemerkung

Der vorliegende 1. Bericht beschreibt die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse für den geplanten Neubau eines Mehrfamilienhauses mit Tiefgarage und zwei Doppelhäusern im Groß-Umstädter Stadtteil Richen.

Der Baugrund besteht – neben lokal auftretender Auffüllung – im Topbereich aus Schluffen und Feinsanden, die als Löss(lehm) bzw. Sandlöss anzusehen sind. Darunter folgen an der Bergseite Tone, mitunter auch Sande.

Das Grundwasser steht teilweise recht oberflächennah an.

Die Grundwasserstände sind noch durch weitere Messungen zu prüfen. Sollten sich die vorläufig abgeschätzten charakteristischen Wasserstände bestätigen, kann auf eine wasserdichte Ausführung der Tiefgarage verzichtet werden.

Der vorliegende 1. Bericht darf nur für die benannte Bauaufgabe und in seiner Gesamtheit verwendet werden. Er gilt für die aktuelle Planungsversion und insbesondere die benannten Höhenverhältnisse. Sofern sich hieran signifikante Änderungen im Zuge der weiteren Planung ergeben, sind entsprechende Abstimmungen mit den *GeoIngenieuren* zu führen.

Gemäß gesonderten Angaben sind wir zu Sohlabnahmen und Verdichtungskontrollen entsprechend dem Baufortschritt aufzufordern.

GeoIngenieure FLG GmbH

Bearbeiter: Dr.-Ing. Christian Gutberlet

Dr.-Ing. Christian Gutberlet



Eugen Panasjuk, M.Sc.