

BV Mehrfamilienhäuser
in Merkendorf

KS Projekt GmbH

Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung

Auftraggeber	KS Projekt GmbH Hauptstraße 37 91732 Merkendorf
Auftragnehmer	KP Ingenieurgesellschaft für Wasser und Boden mbH Richard-Stücklen-Str. 2 91710 Gunzenhausen  www.ibwabo.de
Bearbeiter	Christian Pfisterer  (09831) 8860-15  christian.pfisterer@ibwabo.de
Baustellen-Anschrift	Hauptstraße 54, 91732 Merkendorf

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorgang.....	3
2.	Untersuchungen	3
2.1.	Standortbeschreibung.....	3
2.2.	Aufschlüsse und Bodenklassifikation	4
3.	Bodenkennwerte und Homogenbereiche	4
3.1.	Bodenmechanische Kennwerte	4
3.2.	Homogenbereiche und Frostempfindlichkeit	5
4.	Bemessungswerte des Sohlwiderstands nach EC 7	6
5.	Gründungsempfehlung	7
6.	Orientierende Schadstoffuntersuchung.....	12
7.	Haftung, Abnahme der Gründungssohlen.....	13
8.	Quellen.....	14

Anlagen:

- Anlage 1: Lageplan mit Aufschlusspunkten
- Anlage 2: Schichtprofile, Rammsondendiagramme, Profilschnitte und bodenmechanische Kennwerte
- Anlage 3: Bodenmechanische Laborergebnisse
- Anlage 4: Setzungsberechnungen

1. Vorgang

Die KS Projekt GmbH plant den Neubau von Mehrfamilienhäusern in der Hauptstraße 54 in Merkendorf.

Als Grundlage für die weiteren Planungen sowie zur Vorbereitung der Ausschreibung sollten die vorhandenen Untergrundverhältnisse untersucht werden.

Die KP Ingenieurgesellschaft für Wasser und Boden mbH wurde mit der Durchführung der Erkundungsarbeiten und der Erstellung des nachfolgenden Baugrundgutachtens beauftragt. Die Baugrunderkundungen wurden am 10.04.2024 vorgenommen. Hierzu wurden drei Rammkernsondierungen (RKS) sowie drei schwere Rammsondierungen (RS-DPH) abgeteuft.

2. Untersuchungen

2.1. Standortbeschreibung

Das Baufeld befindet sich relativ eben auf einem Höhengniveau zwischen 429,3 und 429,50 m NHN.

Die Geologische Karte von Bayern 1:25.000, UmweltAtlas Bayern [2] weist für den Untersuchungsbereich das Anstehen des Blasensandsteins aus. Dieser ist meist weißgrau bis rotgrau, fein- bis grobkörnig in gebankter bis massiger Form ausgeprägt, vereinzelt kann rotbrauner bis grüngrauer Ton-/Schluffstein eingeschaltet sein.

91732 Merkendorf gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zu keiner Erdbebenzone. [1].

Das Baufeld liegt außerhalb eines HQ_{100} oder HQ_{Extrem} Überschwemmungsbereichs und außerhalb von Wasserschutzgebieten [3].

Die digitale Hydrogeologische Karte 1:100.000 Grundwassergleichen des UmweltAtlas Bayern weist naheliegend zum Baufeld Grundwassergleichen im Sandsteinkeuper mit Quartär bei rd. 430 m NN aus [2]. Der 270 m nördlich gelegene vordere Stadtgrabenweiher liegt auf einem Höhengniveau von rd. 429 m NHN. Der 270 m südlich gelegene Weiher beim Stadtpark liegt auf einem Höhengniveau von rd. 431 m NHN.

Das Baufeld liegt innerhalb der Frosteinwirkungszone II mit maximalen Frosteintrittstiefen von 1,05 m.

2.2. Aufschlüsse und Bodenklassifikation

Die Bodenklassifikation erfolgt gemäß DIN 1054 bzw. Eurocode 7 [4] anhand der durchgeführten und in den Anlagen dargestellten Rammkernbohrungen sowie der Schlagzahldiagramme der schweren Rammsondierungen und der Laborversuche. Die Bohrprofile, Rammdiagramme und Schichtenverzeichnisse sind sowohl graphisch als auch textlich als Anlage 2 beigefügt.

Bei den Erkundungsarbeiten konnten hauptsächlich sandige Böden angetroffen werden welche zumeist nichtbindig vorliegen. Vereinzelt können tonige Schichten in weicher bis steifer Konsistenz anstehen. Ab 2,0 bzw. 2,9 m unter GOK war aufgrund des Anstehens von Sandstein kein Bohrfortschritt möglich.

In den Bohrungen wurde im Rahmen der Sondierungsarbeiten ein Grund- bzw. Schichtwasserzutritt bei rd. 0,70 m unter GOK bzw. 428,80 m ü. NHN verzeichnet.

Das Anstehen von Sandstein der Bodenklasse 7 kann nicht ausgeschlossen werden, da eine Unterscheidung mittels Rammsondierung zwischen Bodenklasse 6 und 7 nicht möglich ist. Für eine eindeutige Unterscheidung wäre ein gesonderter Baggerschurf mit Felsschaufel durchzuführen.

3. Bodenkenwerte und Homogenbereiche

3.1. Bodenmechanische Kennwerte

Für die Errichtung der Mehrfamilienhäuser können für die weiteren Betrachtungen die in Anlage 2.2, Tabelle 1 aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte angesetzt werden. Die Festlegung dieser Werte erfolgt auf Grundlage der Bodenansprache, den ermittelten hydrogeologischen Verhältnissen sowie der Bodenklassifikation nach DIN 1054 bzw. Eurocode 7 [4].

3.2. Homogenbereiche und Frostepfindlichkeit

Nach DIN 18300 bzw. Eurocode 7 liegen im Hinblick auf die erforderlichen Erdarbeiten folgende Homogenbereiche vor:

Tabelle 2: Einteilung in Homogenbereiche nach ATV DIN 18300

Bereich	Beschreibung	Boden- gruppe	Konsistenz/ Lagerung	Eigenschaften
O	Oberboden / Mutterboden	--	--	Bodenklasse 1 humos
B1	nichtbindige und bindige Sande	ST-ST*, SU-SU*	weich bis steif locker bis dicht	Bodenklasse 3-4 _{ST} Frostepfindlichkeit F2-3 _{ST} grau - braun
B2	sandige Tone lokal schwach organisch	TL, TM	weich bis steif	Bodenklasse 4 Frostepfindlichkeit F3 braun - grau violett
X1	Blasensandstein	Sst	sehr mürbe bis mittelhart	Bodenklasse 6
X2	Blasensandstein	Sst	hart	Bodenklasse 7 - nicht erschlossen -

O = Oberboden; A = Auffüllung; B = Boden

Bei dem anstehenden Felsen muss mit einem erhöhten Aufwand gerechnet werden (Bodenklasse 6- evtl. 7)!

4. Bemessungswerte des Sohlwiderstands nach EC 7

Die entsprechend der DIN 1054:2010-12 nachfolgend angegebenen Tabellenwerte mit der Bemessung des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ gelten für die Bemessungssituation BS-P - auf der sicheren Seite liegend – und daher auch für andere Bemessungssituationen. Sie sind aus den bisherigen Tabellen (DIN 1054:2005) durch Multiplikation mit dem **Faktor 1,4** abgeleitet. Die Voraussetzungen für die Anwendung der Tabellen sind gegenüber der DIN 1054:2005-01 unverändert!

Tabelle 3: Bemessungswerte des Sohlwiderstands

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes in m	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes kN/m ²	
	Bodenplatte Tiefgarage	Bodenplatte Wohngebäude nicht unterkellert
	Sandstein mürbe bis mittelhart	Sande mitteldicht
0,5 m	steht nicht an	Weiche bindige Böden → nicht tragfähig, Bodenaustausch
1,0 m		Lockere Sande vorverdichten
1,5 m		480
2,0 m		500
ab 2,5 m	Sandstein (mürbe bis mittelhart): 700-800 (Gesteinsdruckfestigkeit)	
zulässige charakteristische Bodenpressung DIN 1054 / aufnehmbarer Sohldruck	<p>Bodenplatte Tiefgarage: Die Bodenplatte der Tiefgarage gründet im Homogenbereich X1. Hierfür kann ein aufnehmbarer Sohldruck von rund 500 – 600 kN/m² angesetzt werden.</p> <p>Bodenplatte Wohngebäude (nicht unterkellert): Die Bodenplatte der Wohngebäude gründet im Homogenbereich B1 und B2. Da oberflächlich nicht ausreichend tragfähige Böden anstehen, ist hier ein Bodenaustausch von ca. 0,50 m erforderlich. Bei Betrachtung der Böden mit der erforderlichen Tragschicht und dem vorverdichteten sandigen Erdplanum kann hierfür ein aufnehmbarer Sohldruck von rund 200 kN/m² angesetzt werden.</p>	

5. Gründungsempfehlung

Einbindung in das Gelände: Annahme Baukote 0,00 = OK RFB = 429,60 m ü. NHN

Bei dem geplanten Bauvorhaben wird entsprechend der uns derzeit vorliegenden Infos von drei Mehrfamilienhäusern (3-geschossig) teils nicht unterkellert, teils mit Tiefgarage ausgegangen.

Als Gründungsniveau (UK Bodenplatte nicht unterkellert) wird von einer Höhe von 429,20 m NHN ausgegangen.

Die Tiefgarage wird in etwa 3,3 m unter GOK auf einer Höhe von 426,30 m NHN gründen.

Die hier getroffenen Annahmen sind zu überprüfen!

Setzungsberechnungen

Wie die Setzungsberechnungen der Anlage 4 zeigen, würden sich unter unten aufgeführten Annahmen folgende rechnerische Setzungen ergeben:

Tabelle 4: Ergebnisse Setzungsberechnungen

Gründung	Bauwerkslast / Kanten- pressung [kN/m ²]	Einbindetiefe auf ± 0,00 [m]	Bodenaustausch/ Tragschicht [m]	Setzung [cm]	Bettungs- modul [MN/m ³]
Bodenplatte RKS1 - nicht unterkellert -	75	-0,40	0,50 Tragschicht (z.B. 0/56)	0,7	15-18
Bodenplatte RKS2 - nicht unterkellert -	75	-0,40	0,50 Tragschicht (z.B. 0/56)	0,5	16-20
Bodenplatte RKS3 - nicht unterkellert -	75	-0,40	0,50 Tragschicht (z.B. 0/56)	0,9	14-16
Bodenplatte Tiefgarage RKS1- RKS3	90	-3,30	Sauberkeitsschicht ausreichend	0,1	> 40

¹⁾ Für die Berechnung der Bodenplatte wurde ein 2,0 m breites x 10,0 m langes Segment mit der genannten flächigen Kantenpressung berechnet.

Die schadlose Aufnahme der Setzungen sowie die Fundamentabmessungen und Lastannahmen sind vom Statiker zu prüfen. Ggf. sind die Setzungsberechnungen zu aktualisieren.

Bodenplatte (nicht unterkellert):

Auf Höhe der Gründungssohle stehen bindige Sande von nur weicher Konsistenz an. Diese sind nicht tragfähig, weswegen hier eine Tragschicht von mind. 0,5 m (Mineralbeton, z.B. 0/56) erforderlich ist. Somit ergeben sich rechnerische Setzungen von unter 1,0 cm.

Bodenplatte Tiefgarage:

Die Bodenplatte der Tiefgarage gründet auf dem Festgestein. Hier ist eine Sauberkeitsschicht ausreichend.

Locker gelagertes nichtbindiges Erdplanum ist vorzuverdichten.

Das Planum ist vor Vernässung zu schützen und die Erdbauarbeiten sind „vor Kopf“ auszuführen.

Die Tragschicht ist mittels Plattendruckversuchen ($E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$) abzunehmen.

Tragschicht

Bei Bodenaustausch zur Herstellung eines tragfähigen Erdplanums / Gründungshorizontes bzw. einer Tragschicht mit Ersatzboden sollten die in Tabelle 5 aufgeführten Kennwerte beachtet werden. Bei einer Verwendung von RC-Material ist darauf zu achten, dass der Ziegelanteil möglichst gering ausfällt (< 10%).

Tabelle 5: Richtwerte für Ersatzboden / Tragschichten bei Bodenaustausch

Bodengruppe DIN 18196:	GU, GT, GW, (GI)
Kieskorn:	$\geq 30 \text{ Gew.-%}$ ($d \geq 2 - \leq 63 \text{ mm}$)
Steinanteil:	$\leq 10 \text{ Gew.-%}$
Feinkornanteil:	$\leq 15 \text{ Gew.-%}$ ($\leq 5 \text{ Gew.-%}$ bei F1)
Glühverlust:	$\leq 3 \text{ Gew. \%}$
Proctordichte D_{Pr} :	$\geq 1,8 \text{ t/m}^3$
Schütthöhe:	0,20 – 0,40 m (je nach Gerät)
Einbau / Verdichtung:	lagenweise
Scherwinkel ϕ_k' :	$\approx 32 - 35^\circ$

Wiedereinbau von Aushubmaterial

Die anstehenden bindigen Böden des Homogenbereiches B2 sowie die teils tonigen bis stark tonigen Sande des Homogenbereiches B1 sind stark frostempfindlich und somit zum Wiedereinbau in statisch wirksamen Bereichen nicht geeignet. Zur Geländemodellierung kann das Material verwendet werden.

Die schwach tonigen Sandböden des Homogenbereiches B1 entsprechen der Frostempfindlichkeitsklasse 2 und sind damit gering bis mittel frostempfindlich. Diese Böden wären zum Wiedereinbau geeignet, nicht jedoch zum frostsicheren Wiedereinbau. Eine Separierung der F2- und F3-Sande im Zuge der Aushubarbeiten wird jedoch als schwierig angesehen. Vor einem Wiedereinbau sollten die Sande mittels Sieblinie auf den Feinkornanteil überprüft werden (< 15%).

Wasserhaltung und Bemessungswasserstand

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurden in den Rammkernsondierungen RKS1-3 Grundwasserzutritte bei rd. 0,80 m unter GOK bzw. 428,80 m ü. NHN verzeichnet.

Die digitale Hydrogeologische Karte 1:100.000 Grundwassergleichen des UmweltAtlas Bayern weist naheliegend zum Baufeld Grundwassergleichen im Sandsteinkeuper mit Quartär bei rd. 430 m NN aus [2]. Der 270 m nördlich gelegene vordere Stadtgrabenweiher liegt auf einem Höhengniveau von rd. 429 m NHN. Der 270 m südlich gelegene Weiher beim Stadtpark liegt auf einem Höhengniveau von rd. 431 m NHN.

Der Bemessungsgrundwasserstand ist somit bei 429,3 m ü. NHN ca. aktuelle GOK anzusetzen.

Im Bereich des nicht unterkellerten Bereichs ist für anfallendes Niederschlagswasser sowie auftretendes Grundwasser auf den teils bindigen Bodenschichten ist in jedem Fall eine Ableitung vorzusehen und es sind Pumpensümpfe vorzuhalten. Das Planum ist hiermit vor Vernässung und dem daraus resultierenden Aufweichen zu schützen (z.B. Schutzschicht, Abdecken, Planum mit Gefälle zu Pumpensumpf, usw.).

Im Bereich der Tiefgarage ist eine zusätzliche grundwasserabsenkende Wasserhaltung erforderlich. Der Wasserstand muss hierfür um ca. 3,0 m abgesenkt werden, um einen Wasserstand von 0,5m unterhalb der Aushubsohle zu erreichen. Berechnung folgt noch...

Es ist zu beachten, dass für die Ab- und Einleitung von Niederschlags- bzw. Schichtwasser aus der Baugrube in Gewässer in Abstimmung mit der zuständigen Behörde eine wasserrechtliche Erlaubnis einzuholen ist.

Wassereinwirkungsklasse nach DIN 18533 [4] und Beanspruchungsklasse nach WU-Richtlinie

Aufgrund des hohen Bemessungswasserstandes ist die **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** anzusetzen.

Nach WU-Richtlinie ist die **Beanspruchungsklasse 1** zu wählen.

Versickerung von Oberflächenwasser

Eine Versickerung von Oberflächenwasser ist aufgrund des zu geringen Abstandes zum MHGW von < 1,0 m gemäß den Anforderungen des DWA-Arbeitsblattes A 138 [5] **nicht möglich**.

Baugrubenböschung/Verbau

Die Baugrube ist in den anstehenden nichtbindigen Böden sowie den bindigen Böden nur weicher Konsistenz mit maximal **45°** zu böschen.

Lokal kann in den anstehenden bindigen Böden von mind. steifer Konsistenz mit bis zu **60°** geböscht werden. Der Sandstein kann mit **80°** geböscht werden.

Die Baugrubenflanken sind vor Vernässung zu schützen (z.B. Abhängen mit Folie).

Ist eine Böschung nicht möglich, muss die Baugrube verbaut werden (z.B. Bohrträgerverbau).

Verkehrsflächen

Für geplante Zufahrts- und Stellflächen ist zu berücksichtigen, dass die als Planum anstehenden Böden großteils als stark frostempfindlich anzusehen sind und außerdem flurnah Grundwasser ansteht. Für die untersuchten Flächen ist somit entsprechend der **Belastungsklasse BK 0,3** eine **Mindeststärke des Aufbaus gemäß RStO 12 [6] von 0,55 m** vorzusehen.

Aufgrund des teilweise anstehenden weichen Planums (bei RKS1+2) ist dort ein **zusätzlicher Bodenaustausch von rd. 0,25m** erforderlich, welcher nicht auf die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus angerechnet werden darf.

Tabelle 6: Mindestdicke frostsicherer Oberbau nach RStO 12

Örtliche Verhältnisse	RKS1-3
	Bk0,3
Frostempfindlichkeit	F3
Mindestdicke Belastungsklasse [m]	0,50
A Frosteinwirkung	+ 0,05
B kleinräumige Klimaunterschiede	± 0,00
C Wasserverhältnisse	+ 0,05
D Lage der Gradiente	± 0,00
E Ausführung Randbereiche: Rinnen, Abläufe, Rohrleitungen	- 0,05
Berechneter frostsicherer Oberbau	0,55

Sollte die Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Böschungen oder Gräben erfolgen, wäre die Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Oberbaus um 5 cm zu erhöhen.

6. Orientierende Schadstoffuntersuchung

Schadstoffuntersuchung

Aus dem anstehenden gewachsenen Boden wurde eine Mischprobe erstellt und gemäß dem Parameterumfang nach der Ersatzbaustoffverordnung [6] untersucht. Die Analyse wurde in der Feinfraktion (< 2mm) durchgeführt.

Die Listenvergleiche sind als Anlage 5, das Probenahmeprotokoll als Anlage 6 und die Prüfberichte als Anlage 7 beigefügt.

Tabelle 3: Einstufung nach Ersatzbaustoffverordnung

Bohrung	Tiefe m u. GOK	EBV
RKS1-3, Boden	0,20 – 3,00	BM 0

Die Probe des **gewachsenen Bodens** ist nach Ersatzbaustoffverordnung als **BM 0 Material** einzustufen.

Auffälliges Material ist zu separieren und mittels Haufwerksuntersuchung zu deklarieren.

Betonaggressivität nach DIN 4030

Bei der RKS1 wurde eine Grundwasserprobe entnommen und im Labor hinsichtlich ihrer Betonaggressivität untersucht. Die Analysenergebnisse sind als Anlage 9 beigefügt.

Die Analyse ergab, dass es sich um „**nicht angreifendes**“ Grundwasser handelt.

7. Haftung, Abnahme der Gründungssohlen

Voraussetzung für die Haftung für die Gründung der Gebäude bei Einhaltung der im vorangegangenen Text genannten Vorgaben ist die Vorlage der gründungsrelevanten Planunterlagen sowie die Abnahme der Gründungssohlen.

Mit freundlichen Grüßen

Gunzenhausen, den 31.07.2024

Christian Pfisterer, B.Eng.
- Projektleitung -

Dipl.-Geogr. Olaf Pattlach
- Geschäftsführer -

8. Quellen

[1] HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM, DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM GFZ (https://www.gfz-potsdam.de/din4149_erdbebenzonenabfrage/); Stand 08.07.2024.

[2] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT:
IÜG (2018): Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete; Stand 08.07.2024.
UmweltAtlas Bayern: <http://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/>; Stand 08.07.2024.

[3] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG:
Handbuch Eurocode 7 Geotechnische Bemessung – Band 1, 2011
DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, 2010
DIN 18300: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten, 2015
DIN 18533-3:2017-07: Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Teil 3: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungstoffen, 2017

[4] DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2005):
Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Hennef.

[5] RSTO 12 (2012):
Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen,- FGSV Verlag, Köln