

Max von Bredow Baukultur Haimhausen GmbH & Co.KG
Spinnereiinsel 3b

83059 Kolbermoor

AZ 25-08-16
04.09.2025

Geotechnisches Baugrundgutachten **Bauvorhaben: Haimhausen, Dorfstraße Brauerei**

1. Vorgang
2. Morphologie, Geologische Situation, Schichtenfolge
3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte
4. Grundwasserverhältnisse
5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Anlagen:

- 1.1 Lageplan
- 2.1-3 geotechnische Baugrundprofile
- 3.1-4 bodenmechanische Laborversuche
- 4.1-4 Fundamentdiagramme

Unterlagen: Geologische Karte, Lageplan

1. Vorgang

Die Max von Bredow Baukultur Haimhausen GmbH & Co.KG beauftragte das Büro des Unterzeichners mit der Baugrunderkundung und Erstellung eines ingenieurgeologischen Baugrundgutachtens mit Gründungsvorschlag für o.g. Bauvorhaben.

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden in der Zeit vom 25.08. bis 27.08.2025 vier Bohrungen B 1 bis B 4, Tiefe jeweils 10,0 m, mit durchgehendem Gewinn von gekernten Bodenproben des Durchmessers 200 mm nach DIN 4021, sowie vier Rammsondierungen DPH 1 bis 4, Tiefe 5,1 m bis 10,0 m, (schwere Rammsonde nach DIN 4094) ausgeführt.

Die Lage der geotechnischen Aufschlüsse ist im Lageplan in der Anlage 1.1 dargestellt. Die angegebenen Höhen wurden per GPS eingemessen.

2. Morphologie, Geologische Situation Schichtenfolge

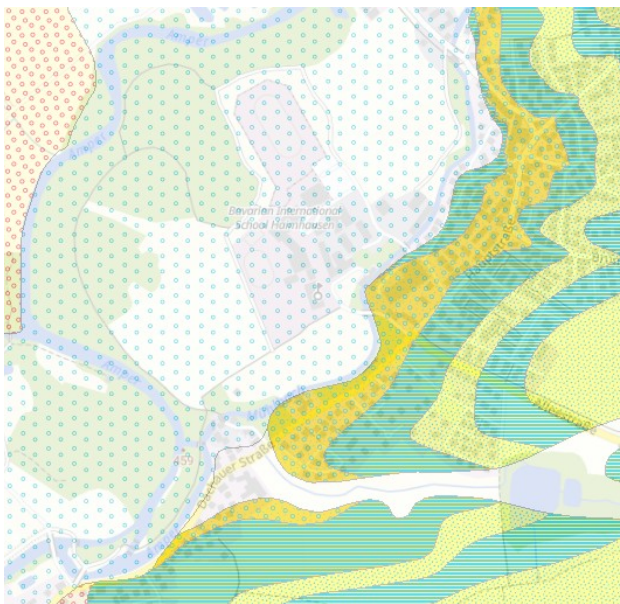
Morphologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Westen der Gemeinde Haimhausen und umfasst das Gelände der ehemaligen Schlossbrauerei. Das Gelände wird im Norden durch die Dorfstraße und im Süden durch die Hauptstraße begrenzt.

Die Geländeoberfläche steigt von Nordwesten nach Südosten an. Der Höhenunterschied von der Grundstücksgrenze bis zur Hauptstraße beträgt auf einer Strecke von 125 m ca. 7 m. Im Westen grenzt der Mühlbach an das Grundstück, der einen Seitenarm der Amper darstellt und nach Nordosten abfließt.

Für den Bereich der ehemaligen Brauerei ist eine Neugestaltung geplant.

Geologische Situation



Ausschnitt aus der geologischen Karte

Der tiefere Untergrund des Baugeländes besteht aus den Sedimentgesteinen der oberen Süßwassermolasse, die sich im Erdzeitalter des Tertiärs gebildet haben und im Untersuchungsgebiet in Form der nördlichen Vollschorer-Abfolge aufgeschlossen sind.

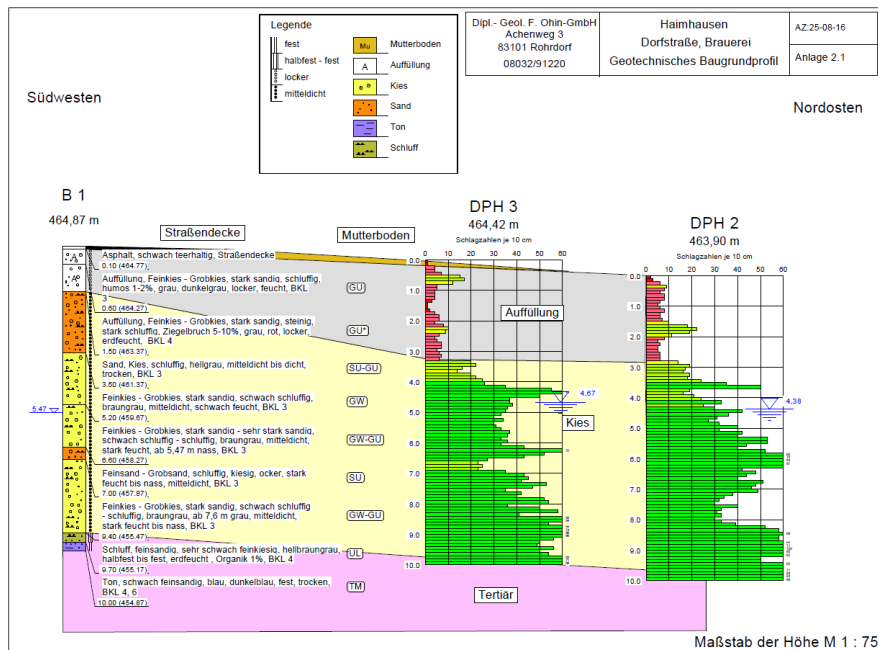
Darüber folgen fluviatile Kiese und Sande, die von dem Flusssystem der Amper nach der letzten Eiszeit abgelagert wurden.

Durch die Verwitterung wurde das anstehende Material entfestigt und der Verwitterungslehm entstand.

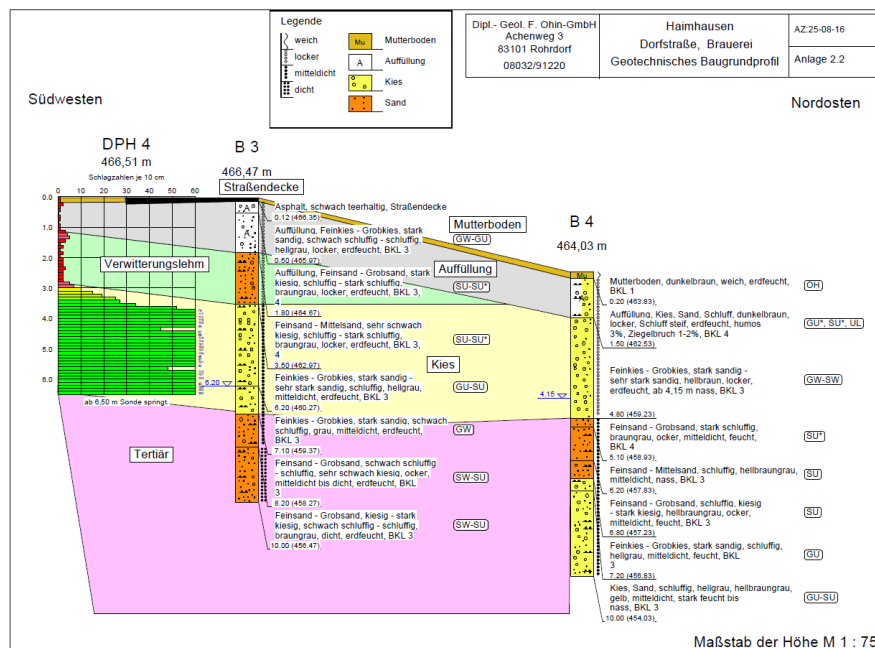
Im Zuge der Bebauung wurde das Gelände mit einer Auffüllung überdeckt und im Bereich der Verkehrsflächen mit einer Straßendecke versiegelt.

Schichtenfolge

Entsprechend der geologischen Situation wurde in den Bohrungen und Sondierungen das folgende Baugrundprofil angetroffen:



- : Mutterboden
- : Straßendecke
- : Auffüllung
- : Verwitterungslehm
- : Kies
- : Tertiär



Für eine bessere Übersicht wurde das Untersuchungsgebiet in drei Teilbereiche (Bereich Mühlbach, Bereich Zentrum und Bereich Hauptstraße) unterteilt, auf die im folgenden Bezug genommen wird. Das geologische Normalprofil baut sich von oben nach unten wie folgt auf:

Mutterboden

Der Mutterboden bedeckt das Gelände im Bereich der Grünflächen und ist 0,2 m dick. Unter dem Mutterboden folgt eine Auffüllung.

Straßendecke

Die Straßendecke wurde mit den Bohrungen B 1 (Westen) und B 3 (zentraler Bereich) durchbohrt. Die Schichtdicke wurde mit 10 cm bzw. 12 cm eingemessen. Unter der Straßendecke folgt eine Auffüllung.

Auffüllung

Die Auffüllung wurde in allen Bohrungen festgestellt. Ihre Oberkante liegt teilweise unter dem Mutterboden bzw. unter der Straßendecke und teilweise an der Geländeoberkante.

Die Basis der Auffüllung wurde in unterschiedlichen Tiefenbereichen festgestellt.

Bereich Mühlbach

Im Bereich Mühlbach liegt die Basis der aufgefüllten Böden zwischen 1,5 m und 3,3 m Tiefe. Die erschlossene Schichtdicke beträgt 1,4 m bis 3,1 m. Sondierungen aus älteren Untersuchungen auf dem Grundstück zeigen teilweise aufgefüllte Bereich bis 6,0 m unter Gelände. Diese Tiefenlage der Auffüllung konnte in unseren Aufschlüssen nicht bestätigt werden. Unter der Auffüllung folgt der Kies.

Bereich Zentrum

Im zentralen Bereich reicht die Auffüllung zwischen 1,1 m und 1,8 m tief in den Untergrund. Die Schichtdicke schwankt auf kurzer Distanz zwischen 0,9 m und 1,7 m.

Unter der Auffüllung folgt in der Regel der Verwitterungslehm. Die Ausnahme bildet die Bohrung B 4 im Norden, wo unter der Auffüllung der Kies einsetzt.

Bereich Hauptstraße

Die Auffüllung zeigt im Bereich Hauptstraße eine einheitliche Schichtunterkante bei 0,9 m unter Gelände. Unter der Auffüllung folgt der Verwitterungslehm.

Verwitterungslehm

Der Verwitterungslehm wurde nur in den Bereichen Zentrum und Hauptstraße erbohrt. Im Bereich Mühlbach wurde der Verwitterungslehm nicht festgestellt. Seine Oberkante liegt unter der Auffüllung zwischen 0,9 m und 1,8 m Tiefe.

Die Basis des Verwitterungslehms wurde in einem relativ einheitlichen Horizont zwischen 3,0 m und 4,1 m unter Gelände angetroffen.

Die Schichtdicke des Verwitterungslehms erhöht sich von 1,7 m bis 1,9 m im zentralen Bereich auf 2,5 m bis 3,2 m im Bereich Hauptstraße. Unter dem Verwitterungslehm folgt der Kies.

Kies

Der Kies ist im gesamten Gelände vorhanden. Er setzt zwischen 1,5 m und 4,1 m Tiefe ein. Die Basis der Kiesschicht ist in Rücken und Mulden gegliedert. Dadurch weist die Unterkante des Kiesel auf kurzer Distanz starke Schwankungen auf.

Bereich Mühlbach

Die Bohrungen und Sondierungen zeigen die Unterkante des Kiesel zwischen 9,4 m und 9,7 m Tiefe. Die Schichtdicke beträgt 6,7 m bis 7,9 m. Unter dem Kies folgt das Tertiär.

Zentraler Bereich

Im zentralen Bereich endet die Kiesschicht zwischen 4,8 m und 6,0 m Tiefe. Die Unterkante des Kiesel liegt damit etwa 4 m höher als im Bereich Mühlbach.

Die Schichtdicke des Kiesel liegt in diesem Abschnitt einheitlich zwischen 3,2 m und 3,6 m. Unter dem Kies folgt das Tertiär.

Bereich Hauptstraße

Die Sondierung DPH 1 zeigt im Bereich Hauptstraße die Unterkante des Kiesel bei 5,0 m Tiefe. Rund 40 m weiter in der Bohrung B 2 wurde die Basis des Kiesel bei 7,0 m Tiefe erreicht. Die Schichtdicke schwankt stark zwischen 1,5 m und 3,9 m. Unter dem Kies folgt das Tertiär.

Tertiär

Das Tertiär bildet den Abschluss der erschlossenen Schichtenfolge. Seine Oberkante liegt zwischen 4,8 m und 9,8 m unter dem Geländeniveau. Mit den maximal 10,0 m tiefen Aufschlüssen wurde die Unterkante des Tertiärs nicht erreicht. Entsprechend der regionalen Geologie wird sich das Tertiär noch etliche Meter in den Untergrund fortsetzen.

3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte

Zusätzlich zur Schichtansprache, die in den geotechnischen Baugrundprofilen in der Anlage 2.1-3 dargestellt ist, werden die bautechnischen Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten wie folgt beurteilt:

Straßendecke

Zur Bestimmung von Teer wurde das Lackansprühverfahren angewandt. Dieses Verfahren wird vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (Merkblatt Nr 3.4/1) als qualitativer Schnelltest zur Erkennung des Teergehaltes vorgeschlagen.

Die Straßendecke zeigt eine leichte Braunfärbung, die einen Hinweis auf teerhaltiges Material darstellen kann.

Auffüllung

Die grau bis braun und teilweise rot gefärbte Auffüllung besteht in der Regel aus einem schluffigen bis stark schluffigen Gemenge aus Kies und Sand. Untergeordnet kommt auch ein stark kiesiger und stark sandiger Schluff vor.

Die Fremdbestandteile sind unterschiedlich im Gelände verteilt. Während im zentralen Bereich und Bereich Hauptstraße vor allem mit humosen und organischen Einlagerungen zu rechnen ist, wurden im Bereich Mühlbach bis zu 10 % Ziegelbruch in der Auffüllung angetroffen.

Entsprechend dem Bohrwiderstand ist die Auffüllung locker gelagert. Schluffige Abschnitte weisen nach manueller Prüfung am Bohrgut eine steife Konsistenz auf. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen in der Auffüllung im Bereich Mühlbach im Mittel $N_{10} = 6$ bis 8 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe, was einer lockeren Lagerung entspricht. In den übrigen Bereichen reduzieren sich die mittleren Schlagzahlen auf $N_{10} = 1$ bis 3 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe und zeigen eine sehr lockere Lagerung bzw. weiche Konsistenz der Auffüllung an.

Die Auffüllung stellt aufgrund ihrer Zusammensetzung, der inhomogenen Zusammensetzung bzw. uneinheitlichen Verteilung und der sehr lockeren bis lockeren Lagerung einen setzungsanfälligen und für Gebäude nicht tragfähigen Baugrund dar. Verkehrsflächen können über einen Teilbodenersatzkörper in der Auffüllung gegründet werden.

Auf eine chemische Analyse wurde nach Rücksprache mit dem Auftraggeber verzichtet.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser in der Auffüllung ist nicht zulässig.

Verwitterungslehm

Der hellbraun bis grau gefärbte Verwitterungslehm besteht aus einem stark sandigen und schwach kiesigen Schluff, der an seiner Basis in einen stark schluffigen Fein- bis Mittelsand übergeht.

Die Konsistenz des Verwitterungslehms wurde manuell als halbfest eingestuft. Sandige Bereiche weisen dem Bohrwiderstand nach zu urteilen eine lockere Lagerung auf. Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen zeigen im Verwitterungslehm im Mittel $N_{10} = 2$ bis 4 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe und zeigen damit eine weiche Konsistenz bzw. sehr lockere bis lockere Lagerung der Sande an.

Der Verwitterungslehm ist aufgrund seiner sehr lockeren bis lockeren Lagerung bzw. weichen Konsistenz als frostempfindlicher, setzungsanfälliger und nicht tragfähiger Baugrund zu beurteilen. Für die Gründung von Verkehrsflächen kann der Verwitterungslehm als bedingt tragfähiger Baugrund eingestuft werden, dessen Tragfähigkeit durch einen Teilbodenersatzkörper zu erhöhen ist

Zur Versickerung von Niederschlagswasser ist der Verwitterungslehm aufgrund seiner schluffigen Zusammensetzung nicht geeignet.

Kies

Der grau gefärbte Kies besteht überwiegend aus einem schwach schluffigen bis schluffigen und stark sandigen Fein- bis Grobkies. Abschnittsweise ist der Sandanteil erhöht, wodurch das Material als stark kiesiger und schluffiger Fein- bis Grobsand anzusprechen ist. Steine kommen nur untergeordnet im Kies vor. Vier Korngrößenanalysen des Kieses ergaben folgende Zusammensetzungen (Anlage 3.1):

	B 1	B 2	B 3	B 4
Tiefe [m]	3,5 – 5,2	4,1 – 7,0	3,5 – 6,2	1,5 – 4,8
Kies	70 %	51 %	50 %	67 %
Sand	24 %	43 %	43 %	31 %
Schluff	6 %	6 %	7 %	2 %
Ungleichförmigkeit U	48,9	36,3	36,1	33,5
Krümmungszahl C	2,4	0,2	0,3	0,8
Bodengruppe	GU	GU	GU	GI
Bodenklasse	3	3	3	3
Frostsicherheit	F2	F2	F2	F1
Durchlässigkeit k_f	$4 \cdot 10^{-4}$ m/s	$2 \cdot 10^{-4}$ m/s	$1 \cdot 10^{-4}$ m/s	$7 \cdot 10^{-4}$ m/s

Entsprechend dem Bohrwiderstand wechselt die Lagerungsdichte des Kiesel zwischen mitteldicht und dicht gelagert. Untergeordnet, wie in der Bohrung B 4 zwischen 1,5 m und 4,8 m Tiefe, kommt auch eine lockere Lagerung vor.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierung zeigen im Mittel $N_{10} = 30$ bis 40 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe. Teilweise kommen reduzierte Schlagzahlen von $N_{10} = 8$ Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe vor.

Nach DIN 4094 4.2 und 4.9 sowie DIN 1054 Tabelle A 6.3 liegt die Lagerungsdichte D größtenteils zwischen 0,63 und 0,76, was einer mitteldichten bis dichten Lagerung entspricht. Die teilweise geringeren Schlagzahlen zeigen mit einer Lagerungsdichte D von 0,31 eine lockere Lagerung des Kiesel an.

Die Auswertung der Sieblinie nach Hazen und Beyer ergab eine Durchlässigkeit des Kiesel von $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s bis 7×10^{-4} m/s. Der Kiesel ist als stark durchlässig einzustufen und zur Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Das stützende Korngerüst verleiht dem Kiesel eine gute Tragfähigkeit, die nur geringe Setzungen erwarten lässt. Der Kiesel ist als ein tragfähiger Baugrund einzustufen.

Tertiär

Das Tertiär liegt im Untersuchungsgebiet als hellbraun bis ocker gefärbte Wechselagerung aus schwach schluffigen bis schluffigen Kiesel und Sanden vor. Einschaltungen aus einem feinsandigen Schluff bzw. einem blauen Ton wurden nur im Bereich der Endteufe der Bohrung B 1 festgestellt. Eine Korngrößenanalyse des sandigen Tertiärs ergab folgende Zusammensetzung

	B3
	8,2 m – 10 m
Kiesel	20 %
Sand	71 %
Schluff	9 %
Ungleichförmigkeit U	5,3
Krümmungszahl C	1,6
Bodengruppe	SU
Bodenklasse	3
Frostsicherheit	F2
Durchlässigkeit k_f	$7 \cdot 10^{-5}$ m/s

Die Lagerungsdichte der tertiären Kiessande ist entsprechend dem Bohrwiderstand mitteldicht bis dicht gelagert. Schluffige Bestandteile weisen eine halbfeste bis feste Konsistenz auf. Die hohen Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen bestätigen mit $N_{10} > 60$ Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe eine dichte Lagerung bzw. feste Konsistenz.

Das Tertiär stellt einen setzungsarmen und tragfähigen Baugrund dar.

Für die Standsicherheitsberechnungen dürfen die folgenden Bodenkennwerte verwendet werden:

Tabelle 1: charakteristische Bodenkennwerte

		Auffüllung	Verwitterungs- lehm	Kies	Tertiär
Wichte γ_k	kN/m ²	21/11 19/9	19/9 17/7	21/11 20/11	22/12 21/11
Reibungswinkel φ_k	Grad	32,5 25	30 20	37,5 35	37,5 35
Kohäsion undrännert c_{uk}	kN/m ²	40 0	40 0	0	120 0
Kohäsion drännert c'_k	kN/m ²	1 0	1 0	0	10 0
Steifezahl E_{sk}	MN/m ²	7 3	4 2	100 80	100 80
Bodengruppe	DIN 18196	GU – GU*, SU – SU*, UL	UL - SU*	GW – GU, SU	GU, SU, UL - TM
Bodenklasse	DIN 18300	3 bis 4	4	3	3 bis 4 6 bis 7
Frostsicherheit	ZTVE	F2 - F3	F3	F1 - F2	F2 - F3

Obere und untere vorsichtige mittlere Schätzwerte DIN 1054 -2003.

4. Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserbeobachtungen im Bohrloch sind in den Bohrprofilen der Anlage 2.1 dargestellt. Grundwasser lief in den Bohrungen B 1 bis B 4 und den Sondierungen DPH 2 bis DPH 3 zu.

4.1 Grundwasser- Stände, -Fließrichtung, -Leiter, -Durchlässigkeit

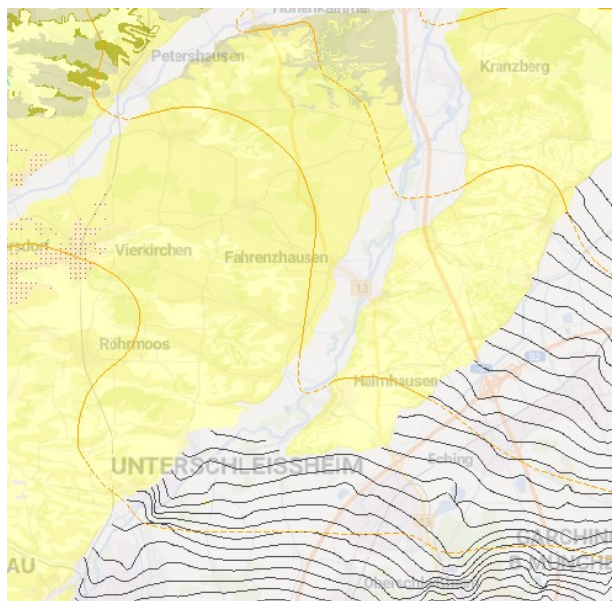
Die Wasserstandsbeobachtungen sind wie folgt zusammenzustellen:

Bohrung	Ansatzhöhe	Grundwasser angebohrt		Grundwasser bei Bohrende	
	m ü NN	m unter Gelände	m ü NN	m unter Gelände	m ü NN
B 1	464,87	5,47	459,4	5,47	459,4
B 2	468,50	8,43	460,07	8,43	460,07
B 3	466,47	6,20	460,27	6,20	460,27
B 4	464,03	4,15	459,88	4,15	459,88
DPH 2	463,90	4,38	459,52	4,38	459,52
DPH 3	464,42	4,67	459,75	4,67	459,75

Die Flurabstände liegen zwischen 4,2 m und 8,4 m unter Geländeoberkante. Der Grundwasserspiegel stellte sich im Mittel auf ca. 459,80 m ü NN ein.

Die Grundwasserfließrichtung folgt dem Verlauf des Mühlbaches bzw. der Amper nach Nordosten. Von einer Korrespondenz mit dem Mühlbach ist auszugehen.

Als Grundwasserleiter fungiert zum einen der Kies und zum anderen die tertiären Sand- und Kiesschichten.



Hydrologische Einheiten

Der Kies folgt dem Verlauf der Amper und steht oberflächennah an. Das Tertiär reicht tief in den Untergrund und tritt im Westen und Osten des Flusssystems an der Geländeoberfläche auf (gelbe Flächen).

Der entstehende Grundwasserleiter speist sich dadurch aus den quartären Schichten der Münchener Schotterebene im Süden und aus den morphologischen Rücken und Senken des Tertiärs im Umland.

Der Grundwasserleiter wird aufgrund seines großen Einzugsgebietes und seiner großen Durchlässigkeit von erheblichen Wassermengen durchströmt.

4.2 Versickerungsversuche

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Kiesel wurden in den Bohrungen B 1, B 3 und der Bohrung B 4 jeweils ein Versickerungsversuch durchgeführt.

In der Bohrung B 1 wurde der k_f – Wert durch die Messung der Absenkung in definierten Zeitabständen bestimmt (Anlage 3.2).

In den Bohrungen B 3 und B 4 stellte sich beim Befüllen mit Wasser ein konstanter Wasserspiegel ein (Anlage 3.3-4)

Die Ergebnisse aus den Versickerungsversuchen und den abgeleiteten k_f – Werten aus den Korngrößenverteilungen stellen sich wie folgt dar.

Bohrung	Versickerungsversuch	Korngrößenverteilung
B 1	$k_f = 5,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$	$k_f = 4,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
B 3	$k_f = 1,1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$	$k_f = 1,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
B 4	$k_f = 4,2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$	$k_f = 7,7 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Die ermittelten k_f – Werte aus den Korngrößenverteilungen und den Versickerungsversuchen unterscheiden sich jeweils um den Faktor 5 bis 10. Die deutlichen Abweichungen sind auf die hohe Lagerungsdichte des Kiesel bzw. der tertiären Kiesel und Sande zurückzuführen. Die Lagerungsdichte wird bei der Korngrößenverteilung nicht berücksichtigt.

Zur Bemessung der Versickerungseinrichtung kann für den Kiesel ein korrigierter Wert von $k_f = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ angesetzt werden.

Zur Versickerung von Niederschlagswasser ist der Kiesel geeignet. Die Auffüllung und der Verwitterungslehm eignen sich nicht für eine geregelte Versickerung von Niederschlagswasser und sind mit der Versickerungseinrichtung zu durchstoßen.

4.2 Überschwemmungsgebiet

Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdete Gebiete des bayerischen Landesamtes für Umwelt, ist das Baugelände bei einem 100-jährigen Hochwasser HQ100 bzw. einem extremen Hochwasser der Kategorie HQextrem nicht überflutungsgefährdet.



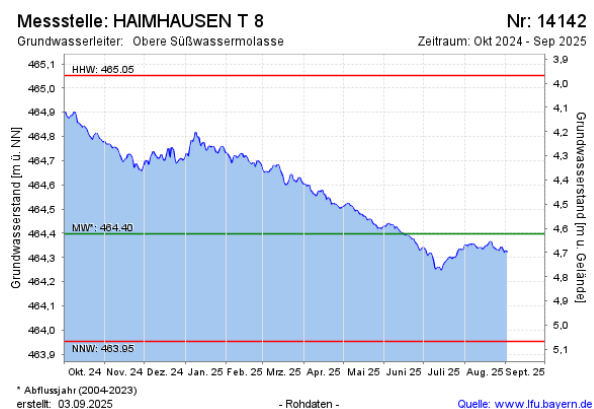
HQ100



HQextrem

4.3 Bemessungswasserstand

Jahreszeitlich bedingt herrschte zum Zeitpunkt der Bohrungen ein um etwa 10 cm verringerter Grundwasserstand. Der Vergleich mit Grundwasseraufzeichnungen aus dem kontinuierlich ausgewerteten Grundwasserpegel „Haimhausen T 8“, der im selben Grundwasserleiter liegt, ergab, dass Aufgrund von ergiebigen Regenfälle in Verbindung mit der Schneeschmelze der mittlere Grundwasserspiegel um 0,7 m ansteigen kann.

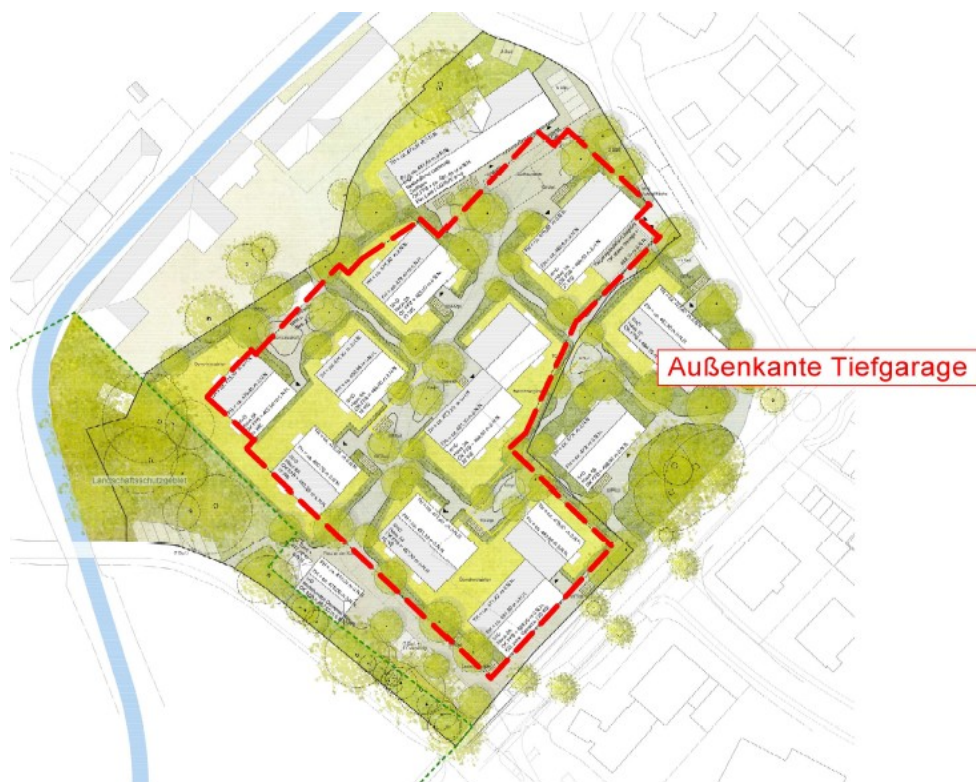


Aufgrund der relativ kurzen Aufzeichnungshistorie der Grundwassermessstelle (2004 bis 2025) wird der höchste anzunehmende Grundwasserstand HHW mit einem Sicherheitszuschlag von 0,5 m versehen.

Der höchste Grundwasserstand HHW ist auf 461,00 m ü NN anzusetzen. Der mittlere höchste Grundwasserstand MHW wird bei 460,20 m ü NN abgeschätzt.

5. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Auf dem Gelände sind mehrere Wohngebäude geplant, die mit einer gemeinsamen Tiefgarage unterkellert werden. Die Grundrissabmessungen der L – förmigen Tiefgarage gehen aus dem vorliegenden Lageplan mit etwa 115 m x 100 m hervor.



Lageplan (verändert, eigene Darstellung Außenkante TG)

Das Gründungsniveau ist nicht bekannt und wird von unserer Seite bei 4,0 m unter der angegebenen OK FFB der einzelnen Gebäude angenommen.

Daraus ergeben sich für die einzelnen Bereiche folgende angenommenen Gründungssohlen:

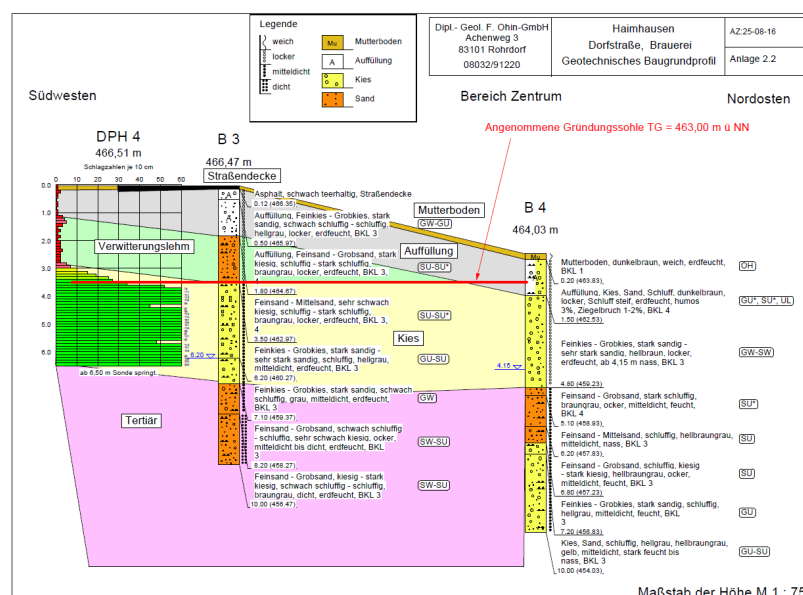
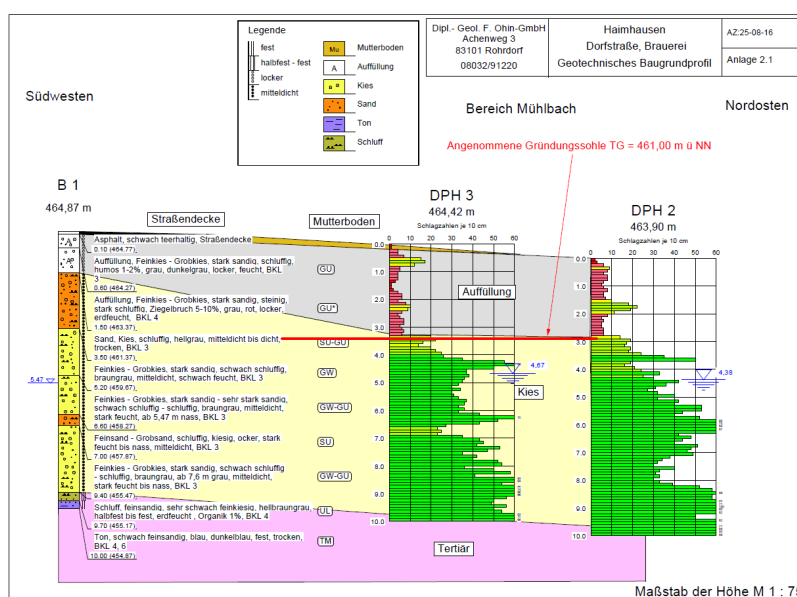
Bereich	Gründungssohle angenommen
Bereich Mühlbach	461,00 m ü NN
Bereich Zentrum	463,00 m ü NN
Bereich Hauptstraße	465,00 m ü NN

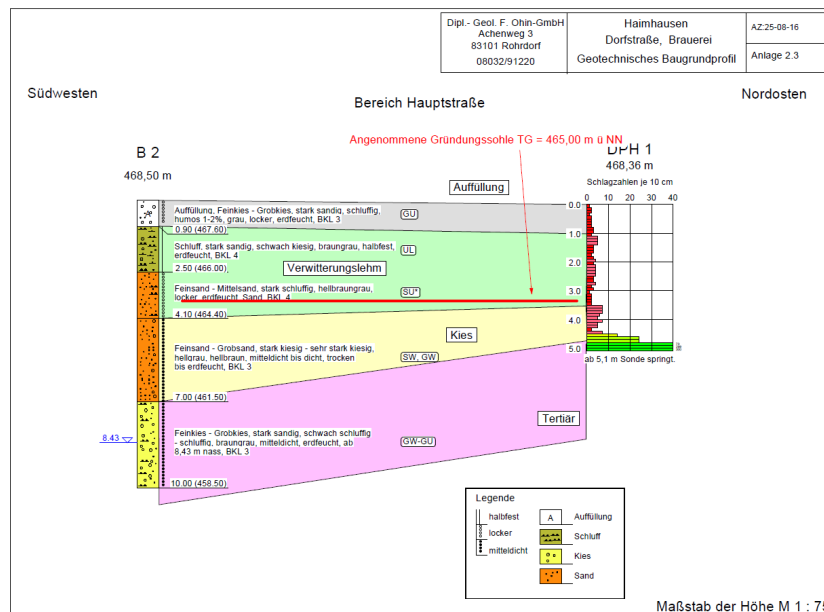
Die angenommene Gründungssohle ist in den geotechnischen Baugrundprofilen der Anlage 2.1-3 dargestellt.

Die bestehenden denkmalgeschützten Gebäude „Klausen“ im Süden und „Sudhaus“ im Norden sollen erhalten bleiben. Über die Art und Beschaffenheit der bestehenden Fundamente liegen keine Informationen vor.

5.1 Gründungstechnische Baugrundbeurteilung

Entsprechend dem vorliegenden geotechnischen Baugrundprofil vgl. Anlage 2.1-3 steht der tragfähige Baugrund in Form des Kiesel im Bereich Mühlbach ab 460,90 m ü NN, im zentralen Bereich ab 462,50 m ü NN und im Bereich Hauptstraße ab 464,40 m ü NN an.





Der Verwitterungslehm und die Auffüllung sind aufgrund ihrer Zusammensetzung und der sehr lockeren bis lockeren Lagerung bzw. der weichen Konsistenz als nicht tragfähig einzustufen. Die gesamten Tragwerkslasten sind in den Kies abzusetzen. Der Verwitterungslehm und die Auffüllung sind mit der Gründung zu durchstoßen.

5.2. Gründung

Die angenommene Gründungssohle der Tiefgarage liegt im Übergangsbereich zwischen Auffüllung/Verwitterungslehm und Kies. Es wird vorgeschlagen das Gebäudetragwerk auf einer biegesteifen Bodenplatte im Kies zu gründen.

Der Verwitterungslehm bzw. die Auffüllung sind mit der Gründung zu durchstoßen bzw. gegen einen Bodenersatzkörper aus Kiessand zu ersetzen.

Der Bodenersatzkörper besteht aus Kiessand mit max. 5 % Schluff, min 25 % Sand, Größtkorn 100 mm. Er ist lagenweise $D < 0,30$ m einzubauen und auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der Bodenersatzkörper reicht 1,0 m über die Bodenplatte hinaus und ist mit 60° geböscht.

Um die Auflockerung durch den Aushub rückgängig zu machen, ist die Aushubsohle mit einer schweren Rüttelplatte zu verdichten.

In der Anlage 4.1-3 sind die Fundamentdiagramme entsprechend EC 7 nach Setzungs- und Grundbruchberechnungen entsprechend DIN 4017 und DIN 4019 dargestellt.

Es wird bei der Berechnung von folgenden Vorgaben ausgegangen :

BS-P ständige Bemessungssituation (Lastfall 1)		
Teilsicherheitsbeiwert Widerstand Grundbruchwiderstand	γ_{Gr}	= 1,4
Teilsicherheit Gleiten	γ_{Gl}	= 1,10
Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen allgemein	γ_G	= 1,35
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	= 1,5
Verhältnis von veränderlichen / ständigen Einwirkungen		= 0,5
Einbindetiefe		= 0,0 m
Mittig belastete Fundamente		

Angegeben wird in Anlehnung an DIN 1054 der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ und der effektive zulässige Sohlwiderstand $\sigma_{E,k}$

Für die so gegründete Bodenplatte dürfen die folgenden Tragfähigkeitswerte angesetzt werden.

Maßgebliche Breite von 8,0 m in der Fläche

Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	$\sigma_{R,d}$	= 340 kN/m ²
Bemessungswert des Sohldrucks effektiv	$\sigma_{E,k}$	= 237 kN/m ²

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 2,0 cm behaftet.

Der effektive Wert des Bettungsmoduls beträgt

$$k_s = 0,237 / 0,02 = 11,85 \text{ MN/m}^3$$

Maßgebliche Breite von 3,0 m in Randbereichen

Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes	$\sigma_{R,d}$	= 564 kN/m ²
Bemessungswert des Sohldrucks effektiv	$\sigma_{E,k}$	= 395 kN/m ²

Die Flachgründung auf der Bodenplatte ist bei Auslastung der o.g. Bodenpressung mit einer Setzung von 2,0 cm behaftet.

Der effektive Wert des Bettungsmoduls beträgt

$$k_s = 0,395 / 0,02 = 19,75 \text{ MN/m}^3$$

Aus konstruktiven Gesichtspunkten ist das gesamte Kellergeschoss (Gründung und tragende Wände) als biegesteifer Kasten herzustellen.

Bereich Mühlbach

Für Einzel- und Streifenfundamente der Tiefgarage, die 0,6 m in den Kies einbinden können die folgenden Tragfähigkeitswerte angesetzt werden.

Bei einer Begrenzung der Setzung auf 0,5 cm sind folgende Tragfähigkeitswerte anzusetzen:

Bemessungswert des Sohldruck $\sigma_{R,d}$

Streifenfundament angenommen	$b = 0,6 \text{ m}$	$\sigma_{R,d} = 240 \text{ kN/m}^2$
Einzelfundament angenommen	$a = 1,5 \text{ m}$	$\sigma_{R,d} = 394 \text{ kN/m}^2$

effektive zulässige Sohlwiderstand σ_{Ek}

Streifenfundament angenommen	$b = 0,6 \text{ m}$	$\sigma_{Ek} = 168 \text{ kN/m}^2$
Einzelfundament angenommen	$a = 1,5 \text{ m}$	$\sigma_{Ek} = 276 \text{ kN/m}^2$

Auf Grund der unterschiedlichen Gründungssohlen und Wasserstände ergeben sich vom Bereich Mühlbach zum Bereich Zentrum und Hauptstraße unterschiedliche zulässige Bodenpressungen.

Bereich Zentrum und Hauptstraße

Für Einzel- und Streifenfundamente der Tiefgarage, die 0,6 m in den Kies einbinden können die folgenden Tragfähigkeitswerte angesetzt werden.

Bei einer Begrenzung der Setzung auf 0,5 cm sind folgende Tragfähigkeitswerte anzusetzen:

Bemessungswert des Sohldruck $\sigma_{R,d}$

Streifenfundament angenommen	$b = 0,6 \text{ m}$	$\sigma_{R,d} = 480 \text{ kN/m}^2$
Einzelfundament angenommen	$a = 1,5 \text{ m}$	$\sigma_{R,d} = 728 \text{ kN/m}^2$

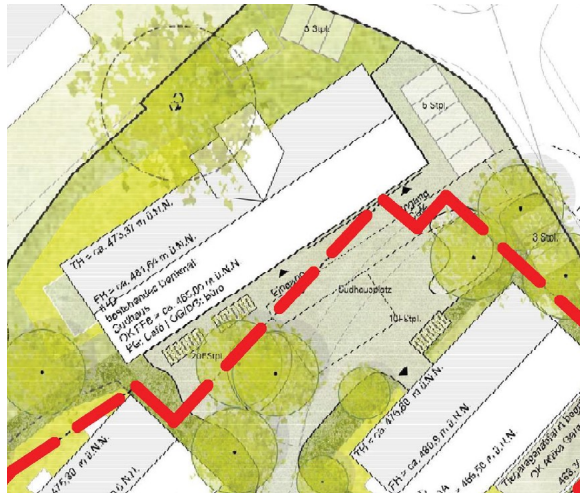
effektive zulässige Sohlwiderstand σ_{Ek}

Streifenfundament angenommen	$b = 0,6 \text{ m}$	$\sigma_{Ek} = 337 \text{ kN/m}^2$
Einzelfundament angenommen	$a = 1,5 \text{ m}$	$\sigma_{Ek} = 511 \text{ kN/m}^2$

Unterfangung

Im Norden reicht die geplante Tiefgarage sehr nah an das Sudhaus heran. Über die Gründungssituation des Sudhauses liegen keine Informationen vor.

Hier ist durch Schürfe die Lage und Art der Fundamente zu erkunden. Liegt die Aushubsohle unter dem Gründungsniveau des Bestandes, wird eine Unterfangung notwendig werden.



Exemplarisch ist in der Anlage 4.4 eine Unterfangung berechnet die 0,5 m in den Kies einbindet. Es wird bei der Berechnung von folgenden Vorgaben ausgegangen:

BS-P ständige Bemessungssituation (Lastfall 1)

Teilsicherheitsbeiwert Widerstand Grundbruchwiderstand

$$\gamma_{Gr} = 1,4$$

Teilsicherheit Gleiten

$$\gamma_{Gl} = 1,10$$

Teilsicherheitsbeiwert ständige Einwirkungen allgemein

$$\gamma_G = 1,35$$

Ungünstige veränderliche Einwirkungen

$$\gamma_Q = 1,5$$

Verhältnis von veränderlichen / ständigen Einwirkungen

$$= 0,5$$

Einbindetiefe

$$= 0,5 \text{ m}$$

Mittig belastete Fundamente

Angegeben wird in Anlehnung an DIN 1054 der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ und der effektive zulässige Sohlwiderstand σ_{Ek}

Bei einer Begrenzung der Setzung auf 0,5 cm sind folgende Tragfähigkeitswerte anzusetzen:

Bemessungswert des Sohldruck $\sigma_{R,d}$

Unterfangung angenommen

$$b = 0,6 \text{ m} \quad \sigma_{R,d} = 377 \text{ kN/m}^2$$

effektive zulässige Sohlwiderstand σ_{Ek}

Unterfangung angenommen

$$b = 0,6 \text{ m} \quad \sigma_{Ek} = 264 \text{ kN/m}^2$$

5.3 Grundwasserschutz und Auftriebssicherheit

Entsprechend der Ausführung im Abschnitt 4 wurde in den Bohrungen und Sondierungen Grundwasser bei im Mittel 459,80 m ü NN beobachtet. Schichtenwasser wurde nicht festgestellt.

Bei den angenommenen Gründungssohlen liegen alle Bereich über dem Grundwasserschwankungsbereich. Die Wassereinwirkungsklasse ist W 1.1 -E festzulegen. Achtung tiefere Gründungssohlen im Bereich Mühlbach bedeuten eine Einstufung W2.1-E.

Zur Bemessung der Auftriebssicherheit ist der höchste Grundwasserstand HHW auf 461,00 m ü NN festzulegen.

5.4 Baugrubensicherung und Wasserhaltung

Freie Böschung

Freie Böschungen sind in den anstehenden Böden bis 4,0 m Tiefe unter 50° möglich. Die freien Böschungen sind konstruktiv mit Folie o.ä. gegen Erosion durch Niederschlagswasser zu schützen.

Bei Schichtwasserzutritten sind die Böschungen mit Stützscheiben aus Einkornbeton zu sichern. Diese Maßnahme kann erst beim Aushub der Baugrube, wenn Schichtwasserzutritte bekannt sind, quantifiziert werden.

Steilere Böschungen sind möglich, sie sind jedoch statisch nachzuweisen und ggf. mit Spritzbeton und Erdnägeln zu sichern. Dort, wo mit Spritzbeton die Böschungen verschlossen werden, muss durch Drainöffnungen dafür Sorge getragen werden, dass sich kein Stauwasser hinter der Betonschale ansammeln kann.

Trägerbohlwandverbau

Alternativ zur freien Böschung und zur Spritzbetonsicherung ist der Trägerbohlwandverbau zu nennen. Die Bohlträger sind in vorgebohrte Löcher einzubauen, der Kies ist als schwer bis nicht ramm- bzw. rüttelbar zu bezeichnen.

Die Trägerbohlwand wird lediglich im Einflussbereich von bestehenden Fundamenten, Straßen und Kanälen als verformungsarmer Verbau zum Einsatz kommen.

5.5 Aushubklassen

Beim Baugrubenaushub ist nach DIN 18 300 mit den folgenden Bodenklassen und Auflockerungsfaktoren zu rechnen:

Böden	Bodenklasse	Auflockerung
Auffüllung	3 bis 4	10 - 20 %
Verwitterungslehm	4	15 - 20 %
Kies	3	10 – 15 %
Tertiär	3 bis 4, 6 bis 7	10 - 30 %

Für die Verfüllung der Arbeitsräume ist der Kies geeignet.

5.6 Homogenbereiche nach DIN 18300 2015

Die Böden sind in folgende Homogenbereiche zusammenzufassen:

	Mutterboden	Auffüllung	Verwitterungs- lehm	Kies	Tertiär
Homogenbereich	O1	B1	B2	B3	B4
Korngröße	Schluff	Kies, Sand und Schluff	Schluff und Sand	Kies und Sand	Kies, Sand, Schluff, Ton
Massenanteil Steine und Blöcke	0 %	< 15 %	0 %	< 25 %	Bis zu 100 % bei Festgestein
Dichte in kN/m ³	15	19 - 21	17 - 19	20 - 21	21 - 22
undrainierte Scherfestigkeit in kN/m ²	40	0 - 40	0 - 40	0	0 - 120
Wassergehalt	erdfeucht	erdfeucht	erdfeucht	erdfeucht – nass	erdfeucht - nass
Plastizitätszahl	-	-	5 – 15 %	-	-
Konsistenz	weich	weich	weich	-	halbfest bis fest
Lagerungsdichte	-	sehr locker bis locker	sehr locker bis locker	mitteldicht bis dicht	mitteldicht bis dicht
Organischer Anteil	15 %	< 5 %	< 3 %	0 %	0 %
Bodengruppe	OH	GU – GU*, SU – SU*, UL	UL - SU*	GW – GU, SU	GU, SU, UL - TM

5.7 Verkehrsflächen und Hofbefestigungen

Gemäß den Richtlinien der ZTVE - StB 20 (zusätzliche Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) muss der Untergrund Mindestanforderungen bezüglich des Verformungsmoduls ($EV_2 > 45 \text{ MN/m}^2$) genügen. In dem Verwitterungslehm und der Auffüllung werden die Anforderungen an den oben genannten EV_2 - Wert nicht erreicht werden.

Die Straßen und Parkplätze sind daher auf einen zusätzlichen Bodenersatzkörper aus Kiessand ($d > 0,30 \text{ m}$) zu gründen. Dazu ist der Mutterboden abzutragen. Auf dem Verwitterungslehm bzw. der schluffigen Auffüllung ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 anzuordnen. Das Fließ verhindert, dass sich der Kies in den schluffigen Untergrund drückt.

Der Bodenersatzkörper besteht aus Kiessand mit max. 5 % Schluff, min 25 % Sand und einem Größtkorn von 100 mm. Er ist lagenweise $d < 30 \text{ cm}$ einzubauen und pro Lage auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Über den Bodenersatzkörper folgt der Regelaufbau aus Frostschutzkies.

5.8 Versickerung von Niederschlagswasser

Zur Versickerung von Niederschlagswasser ist der Kies geeignet. Der Verwitterungslehm und die Auffüllung ist mit der Versickerungsanlage zu durchstoßen bzw. gegen einen Bodenersatzkörper zu ersetzen.

Die Versickerungseinrichtung muss mindestens 1,0 m in den Kies einbinden.

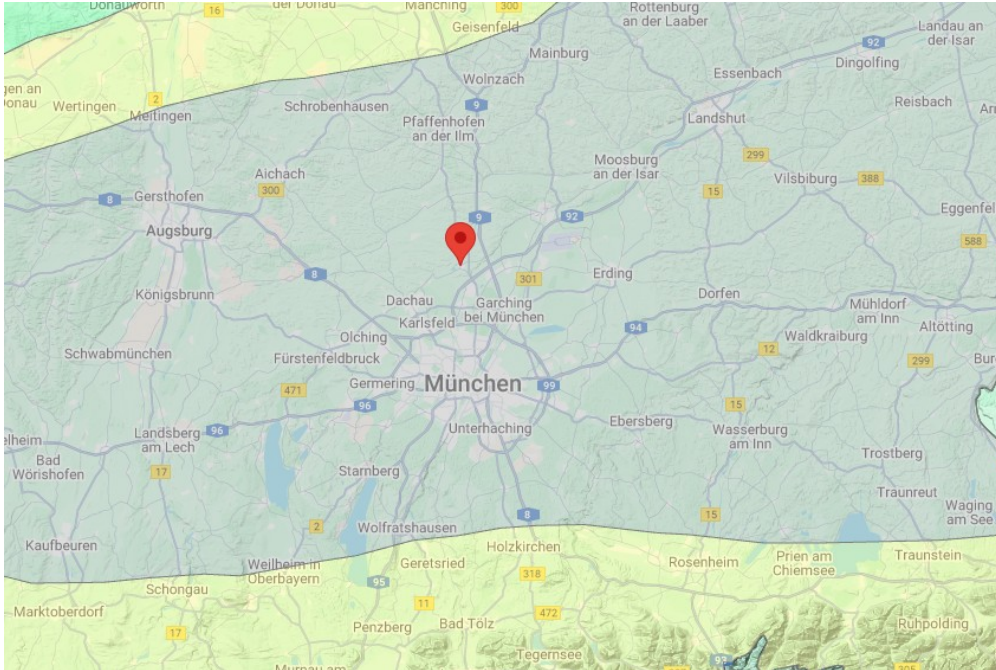
Zur Bemessung der Versickerungseinrichtung kann für den Kies ein korrigierter Wert von $k_f = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ angesetzt werden.

Der mittlere höchste Grundwasserstand MHW wird bei 460,20 m ü NN abgeschätzt.

Alternativ kann das Niederschlagswasser über einen Schacht mit Überlauf gedrosselt in den Mühlbach abgegeben werden. Dafür ist eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen.

5.9 Empfehlungen

Für das Bauwerk wird die geotechnische Kategorie 2 vorgeschlagen. Haimhausen liegt in keiner Erdbebenzone.



Dipl.- Geol. F. Ohin