

Umwelt- und geotechnischer Bericht

Neubebauung Bismarckcarré Kaufbeuren

<u>Projekt Nr.</u>	A 2402012
<u>Bauvorhaben</u>	Neubau Wohnanlage Bismarckcarré - Kaufbeuren
<u>Auftraggeber</u>	Immo Grund GmbH & Co. KG Schelmenhofstraße 1a 87600 Kaufbeuren
<u>Datum</u>	19.06.2024
<u>Bearbeitung</u>	Dipl.-Geol. K. Merk

Inhalt

1. Vorgang
2. Bodenschichten, Bodenklassifizierung, Bodenkennwerte, Homogenbereiche, Erdbebenklassifizierung DIN 4149, geotechnische Kategorie DIN 4020, Frosteinwirkungszone nach BASt
3. Schicht- und Grundwasserverhältnisse, Versickerung DWA-A 138, Geothermie
4. Gründung und baubegleitende Maßnahmen
5. Umwelttechnische Voruntersuchung

Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan, M 1:5.000
- 1.2 Lageplan Grundrisschema mit Untersuchungspunkten, M 1:200
- 2 Geologisches Profil, M d. H. 1:100, M d. L. unmaßstäblich
- 3.1-2 Kornverteilungskurven Terrassenkies mit Bestimmung k_f – Wert
- 4 Auswertung Sickerversuch RKS4/24 – Terrassenkies
- 5.1 Analyseübersicht Auffüllungen mit Einstufung nach bayer. Verfüll-Leitfaden
- 5.2 Analyseübersicht Schmelzwasser- / Terrassenkies mit Einstufung nach Mantelverordnung, Artikel 1 – Ersatzbaustoffverordnung
- 6 Prüfberichte Asphalt, Analytik nach EPA, Labor BVU GmbH, Markt Rettenbach
- 7 Prüfberichte Bodenproben nach bayer. Verfüll-Leitfaden und Ersatzbaustoffverordnung, Labor BVU GmbH, Markt Rettenbach

Unterlagen

- [1] Immo Grund GmbH & Co. KG, Schelmenhofstraße 1a, 87600 Kaufbeuren
[1.1] *Neubau einer Wohnanlage Bismarckcarré, Bismarckstraße, Kaufbeuren*
Grundrisse – Skizze mit Schnitten 1 – 4, M. 1:200 und M 1:50, Planstand 30.11.2023
[1.2] Grundwasserganglinien 2010 – 2024, Pumpwerk „Äußere Buchleuthenstraße“, Kaufbeuren

1. Vorgang

Die Immo-Grund GmbH & Co. KG, Kaufbeuren, plant den Neubau einer Wohnanlage auf dem Gelände des bestehenden Bismarckcarrés in Kaufbeuren, Flurstücknummer 647/12 (Anl. 1.1 und 1.2). Das momentan noch bestehende Bestandsgebäude im Neubauareal wird im Zuge der Baumaßnahme abgerissen. Beim Lageplan der Anlage 1.2 ist der Grundriss des geplanten Neubaus skizziert. Das neue Gebäude soll 2 – fach unterkellert werden. Die Unterkante der Bodenplatte liegt bei rd. 4,6 m unter dem momentanen Gelände.

Unser Büro wurde von der Immo-Grund GmbH & Co. KG, Kaufbeuren beauftragt, eine Baugrunderkundung im Projektbereich durchzuführen und einen umwelttechnischen und geotech-

nischen Bericht zu erstellen. Zu diesem Zweck wurden am 20.03.2024 insgesamt vier Rammkernsondierungen DN80/60 (RKS1/24 bis RKS4/24) sowie vier schwere Rammsondierungen (DPH1/24 bis DPH4/24) im Bereich des geplanten Neubaus in den zugänglichen Bereichen abgeteuft. Die Lage und die Ansatzhöhen der Untersuchungspunkte wurden von unserem Büro eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist im Lageplan der Anlage 1.2 dargestellt. Die Höhen der Ansatzpunkte, ebenso wie die detaillierte, nach DIN EN ISO 14688-1 und -2, DIN 18 196 und DIN 18 300 (2015) klassifizierte Bodenaufnahme, ist beim geologischen Profil der Anlage 2 aufgeführt.

Aus den Untersuchungsstellen wurden Bodenproben zur umwelttechnischen Vordeklaration entnommen. Die aufgefüllten Lehmböden wurden auf die Parameter des bayerischen Verfüll-Leitfadens (Auffüllungen: Eckpunkt Papier - EPP) und die Terrassenkiese auf die Parameter der Mantelverordnung, Artikel 1 – Ersatzbaustoffverordnung untersucht. Die Asphaltdecke der bestehenden Hoffläche wurde an vier Untersuchungspunkten auf die jeweiligen PAK-Gehalte (Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe) nach der EPA (Umweltbehörde USA) untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen finden sich in den Analysenübersichten und im Laborbericht wieder (Anlagen 4 ff und 5 ff).

Außerdem wurden zwei Bodenmischproben aus den Terrassenkiesen entnommen, um den jeweiligen Durchlässigkeitsbeiwert mittels Kornverteilungskurven zu erhalten. Die Ergebnisse der Siebungen sind bei den Anlagen 3.1 und 3.2 graphisch dargestellt. Zusätzlich wurde im Sondierloch der RKS4 ein Sickerversuch ausgeführt. Die Auswertung des Versuches ist bei der Anlage 4 dargestellt.

2. Bodenschichten, bautechnische Beschreibung, Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung, Erdbebenklassifizierung

2.1 Geomorphologische Situation

Auf dem untersuchten, ebenen Gelände befinden sich momentan noch ein Bestandsgebäude, das im Zuge der Baumaßnahmen abgerissen wird. Das umliegende Gelände ist zum größten Teil mit einer Asphaltdecke versiegelt (Hoffläche). Stellenweise sind Wiesen- und Beetflächen vorhanden. Nach Westen wird das flache Gelände von der Heinzelmannstraße, im Süden von der Bismarckstraße begrenzt. Im Norden und Osten schließen Hofflächen und Bebauungen Dritter an das Grundstück an.

2.2 Bodenschichten

Anhand der ausgeführten Aufschlüsse kann am Projektstandort von folgender genereller Schichtenfolge ausgegangen werden:

Mutterboden (lokal, aufgefüllt)	(rezent)
Asphalt (lokal)	(rezent)
Auffüllungen (Kiese und Schluffe)	(rezent)
Terrassenkies / Schmelzwasserkies	(Quartär: Pleistozän).

Im Einzelnen wurden mit den Aufschlüssen folgende Schichtglieder / Schichttiefen festgestellt.

Tabelle 1A: Schichtglieder / -tiefen gemäß der Anlage 2 (von - bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	RKS1/24 680.02	DPH1/24 680.13	RKS2/24 680.93	DPH2/24 680.51	RKS3/24 680.68
Mutterboden	-	-	0,00 – 0,20	0,00 – 0,40	-
Asphalt	0,00 – 0,20	0,00 – 0,15	-	-	0,00 – 0,21
Auffüllung - Kiese	0,20 – 1,30	0,15 – 1,10	-	-	0,21 – 1,20
Auffüllungen – Schluffe	1,30 – 2,50	1,10 – 2,60	0,20 – 1,80	0,40 – 2,40	1,20 – 2,50
Terrassenkies	2,50 – 8,00*	2,60 – 6,00*	1,80 – 8,00*	2,40 – 6,00*	2,50 – 8,00*

* Endtiefe

Tabelle 1B: Schichtglieder / -tiefen gemäß der Anlage 2 (von - bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	DPH3/24 680.95	RKS4/24 680.63	DPH4/24 680.63
Mutterboden	0,00 – 0,20	-	-
Asphalt	-	0,00 – 0,10	-
Auffüllung - Kiese	-	0,10 – 1,00	0,00 – 0,70
Auffüllungen – Schluffe	0,20 – 2,80	1,00 – 2,70	0,70 – 2,40
Terrassenkies	2,80 – 6,00*	2,70 – 11,70*	2,40 – 6,00*

* Endtiefe

Anmerkung: Da es sich bei Rammsondierungen (DPH) um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die dargestellten Schichtgrenzen bei den Rammsondierungen, insbesondere der Übergang von Schichten gleicher Konsistenz oder gleichem Lagerungszustand, als Interpretation zu sehen. Die Schichtung ist vor Ort beim Aushub oder durch vorausseilende Baggerschürfe zu bestätigen.

2.3 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Mutterboden

Der Mutterboden im Wiesenbereich besteht aus einem gering tonigen, sandigen, mäßig humosen Schluff, der dunkelbraun gefärbt ist. Der Oberboden fällt in den Aushubbereich.

Auffüllung – Kiese

Aufgefüllte Kiese wurde unter den Asphaltbelägen aufgeschlossen und stellen den Kiesoberbau der Hofflächen dar. Die aufgefüllten Kiese sind als schwach schluffige, sandige, schwach steinige bis steinige Fein- bis Grobkiese anzusprechen. Die Kiese sind locker bis mitteldicht

gelagert. An den aufgefüllten Kiesen wurden keine umwelttechnischen Untersuchungen vorgenommen, da sie sehr junge Auffüllungen der letzten Baumaßnahme darstellen und Belastungen nicht zu vermuten sind. Die Kiese könnten im späteren Arbeitsraum verfüllt werden.

Auffüllung – Schluffe

Unter den aufgefüllten Kiesen folgen – vermutlich ältere – bindige Auffüllungen, die sich aus gering tonigen, schwach sandigen bis sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen und gering bis schwach steinigen Schluffen zusammensetzen. In den auffällig dunkelgraubraun bis z. T. schwarzbraun gefärbten, schwach organischen Auffüllungen kommen Ziegelreste vor. Die Schluffe zeigen eine weiche Konsistenz. Die bindigen Auffüllungen wurden umwelttechnisch untersucht. Es ergaben sich auf Grund heterogener Belastungen Zuordnungen nach dem bayer. Verfüll-Leitfaden zwischen Z1.1 und >Z2.

Die aufgefüllten Böden fallen im Gebäudegrundriss des Neubaus in den Aushubbereich. Die Tragfähigkeit ist generell als gering bis mäßig einzustufen.

Terrassenkies

Bei den grau bis hellbraungrau gefärbten Kiesen handelt es sich lokal im obersten Bereich noch um schluffige, zur Tiefe dann um gering bis schwach schluffige, sandige bis stark sandige sowie steinige Fein- bis Grobkiese. Der Terrassenkies ist, den Sondierwiderständen der Rammsondierungen DPH1-4 nach zu urteilen, mitteldicht bis dicht, zur Tiefe hin sehr dicht gelagert. Erfahrungsgemäß ist innerhalb des Terrassenkieses grundsätzlich mit Steinen ($\varnothing > 63 - 200 \text{ mm}$) und Blöcken ($\varnothing > 200 - 600 \text{ mm}$) zu rechnen, vereinzelt können auch große Blöcke ($\varnothing > 600 \text{ mm}$) eingeschalten sein.

2.4 Bodenkennwerte und Klassifizierung

Entsprechend der Baugrundsichtung der Profilschnitte (Anlage 2) sowie der Beschreibung der Böden, werden im Folgenden die für den Erdbau notwendigen Bodenkennwerte und die Bodenklassen angegeben:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)

Schicht	Wichte (erdfeucht) γ [kN/m ³]	Wichte (unter Auftrieb) γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion (dräniert) c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Auffüllung (Kiese)	20 – 21	10 – 11	32,5 – 35,0	0	-
Auffüllungen (Schluffe)	17 – 18	7 – 8	22,5 – 25	0 – 1	-
Terrassenkies	21 – 22*	11 – 12	32,5 – 37,5	0	50 – 70

* Steine und Blöcke

Die vorgenannten Werte leiten sich aus den vorliegenden Untersuchungen und aus Erfahrungswerten von vergleichbaren Böden ab. Die Bodenparameter gelten für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband.

Tabelle 3: Klassifizierung der Böden

Schicht	Bodengruppe DIN18196	Bodenklasse Bohrarbeiten DIN18301 (2006)	Bodenklasse DIN18300 (2012)	Frostempfind- lichkeit ZTV E-StB	Verdichtbar- keitsklasse ZTV A-StB
Auffüllung (Kiese)	[GW, GU, GU*]	BN1 BS1,BS3	3, 4, 5	F2, F3	V1 bei GW, GU V2 bei GU*
Auffüllung (Schluffe)	[UL]	BB2 BS1	4	F3	V3
Terrassenkies	GW, GU, GU*, X	BN1 BS1-4	3, 5, (6, 7) x	F1, F2	V1 bei GW, GU V2 bei GU*

x je nach Anteil und Größe der Steine und Blöcke / bei fester Konsistenz Bkl.6
Blöcke > 600 mm sind im Terrassenkies möglich (dann Bkl. 7)

2.5 Homogenbereiche

Die anhand der Aufschlüsse festgelegten Homogenbereiche sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 4: Einteilung der Schichten in Homogenbereiche (für Erdarbeiten gem. DIN18300)

Homogenbereich	Baugrundschrift
A-1	Auffüllung (Kies)
A-2	Auffüllung (Schluff)
B-1	Terrassenkies

Tabelle 5: Kennwerte der Homogenbereiche (Feld- / Laborversuche¹ und Literaturwerte nach DIN EN ISO 14688-2: 2011-06)

Homogenbereich	Anteil Steine [%] 63 – 200 mm	Anteil Blöcke [%] 200 – 600 mm	Anteil große Blöcke [%] > 600 mm	Konsistenz (überwiegend) Konsistenzzahl I _c	Lagerungszustand Lagerungsdichte D	Organischer Anteil [%]	Baugrundschrift (ortsübliche Bezeichnung)
A-1	10 – 20 11 ¹	≤ 5	≤ 2	-	locker – mitteldicht 0,25 – 0,5	2 – 4	Auffüllung (Kiese)
A-2	5 – 10	≤ 1	≤ 0,5	0,5 – 0,6	-	4 – 8	Auffüllung (Schluff)
B-1	10 – 20 14-16 ¹	≤ 5	≤ 2	-	mitteldicht – dicht – sehr dicht 0,75 – >1	< 2	Terrassenkies

2.6 *Erdbebenklassifizierung DIN 4149, geotechnische Kategorie DIN 4020, Frosteinwirkungszone nach BAST*

2.6.1 Erdbebenklassifizierung DIN 4149

Kaufbeuren (PLZ: 87600) in Bayern gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zu keiner Erdbebenzone.

2.6.2 Geotechnische Kategorie DIN 4020

Die DIN 4020 „*Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke*“ ist die Norm, die sich mit den für Deutschland gültigen Festlegungen zu geologischen Untersuchungen im Bauwesen beschäftigt. Zur Norm gehört das Beiblatt 1: „*Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Anwendungshilfen, Erklärungen*“. Sie ergänzt die für Europa gültige EN 1997-2 Eurocode 7: *Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik* – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.

Geotechnische Untersuchungen nach dieser Norm sind Voraussetzung für die Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau nach DIN 1054.

In der DIN 4020 wird zwischen drei geotechnischen Kategorien (GK) unterschieden:

- Kategorie 1 umfasst einfache Bauwerke auf ebenem, tragfähigem Grund, die weder die Umgebung noch das Grundwasser beeinflussen
- Kategorie 2 umfasst Bauvorhaben, die weder zur Kategorie 1 noch zur Kategorie 3 zählen
- Kategorie 3 umfasst Bauvorhaben mit schwierigen Konstruktionen und schwierigen Baugrundverhältnissen, die erweiterte geotechnische Kenntnisse erfordern

Das Bauwerk ist auf Grund der Planung (Grenzbebauung) und auf Grund den vorliegenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen zufolge in die **geotechnische Kategorie 3** zu stellen.

2.6.3 Frosteinwirkungszone nach BAST

Entsprechend der Karte Frosteinwirkungszone Deutschland der Bundesanstalt für Straßenbau (BAST) liegt das Untersuchungsareal in der Frosteinwirkungszone III (anzusetzende Frosttiefe 1,2 m).

(URL:https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Strassenbau/Publikationen/Regelwerke/S2-Frostzonenkarte.pdf)

3. Schicht- und Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerung nach DWA-A 138, Geothermie

3.1 Schicht- und Grundwasserverhältnisse

Während den Aufschlussarbeiten am 20.03.2024 wurde in den einzelnen Aufschlüssen bis zur maximalen Untersuchungstiefe von rd. 11,7 m Grundwasser wie folgt festgestellt:

RKS1/24	GOK 680.02	GW 4,20 m u. GOK	675.82 m ü. NN.
RKS2/24	GOK 680.93	GW 4,89 m u. GOK	676.04 m ü. NN.
RKS3/24	GOK 680.68	GW 4,62 m u. GOK	676.06 m ü. NN.
RKS4/24	GOK 680.63	GW 4,61 m u. GOK	676.02 m ü. NN.

Das Grundwasser kommt in den Terrassenkiesen vor. Der Grundwasserstauer wurde bis zu einer Untersuchungstiefe von 11,7 m nicht erreicht. Gemäß einer benachbarten Bohrung (vgl. Anlage 8) ist der Stauer bei rd. 15 m u. GOK zu erwarten (tertiäre Molasse). Die Grundwasserfließrichtung ist den allgemeinen hydrogeologischen Bedingungen nach Nordosten gerichtet. Zum Untersuchungszeitpunkt (März 2024) lagen aufgrund der unserem Büro vorgelegten Grundwasserganglinien [1.2] des Pumpwerkes „Äußere Buchleuthenstraße“ sehr hohe Grundwasserstände vor, die in diesem Maß nur im August 2016 und im März 2018 erreicht wurden.

Der bautechnische Bemessungswasserspiegel ist auf einer Kote von 677.00 m ü. NN festzulegen.

Der Bemessungswasserspiegel für Versickerungsanlagen ist auf einer Kote von 676.50 m ü. NN festzulegen.

Nach langanhaltenden Niederschlägen können sich temporäre Schichtwässer in den Auffüllungen bilden, deren Wasserandrang aber gering sein wird.

3.2 Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerung nach DWA-A 138

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden. Nach dem DWA-A 138 (April 2005) sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen $k_f = 1,0 \cdot 10^{-03} \text{ m/s}$ und $k_f = 1,0 \cdot 10^{-06} \text{ m/s}$ liegen. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abzuleiten sind.

Aus dem Terrassenkies wurden zwei Mischproben entnommen (Anl. 3.1 und 3.2), um die Körnungslinie sowie den Durchlässigkeitsbeiwert der Kiese im bodenmechanischen Labor zu bestimmen. Ferner wurde im Sondierloch der RKS4/24 in den gering bis schwach schluffigen Terrassenkiesen ein Sickerversuch durchgeführt (vgl. Anl.4)

Auswertung der Körnungslinien der Mischprobe „**schwach schluffiger bis schluffiger Terrassenkies, Bodengruppe GU-GU***“ (Anl.3.1):

Durchlässigkeit Laborversuch: $k_f = 3,8 \cdot 10^{-05} \text{ m/s}$

Bemessungswert nach DWA-A138 $k_f = 7,6 \cdot 10^{-06} \text{ m/s}$ (Faktor 0,2).

Auswertung der Körnungslinien der Mischprobe „**gering bis schwach schluffiger Terrassenkies, Bodengruppe GW-GU***“ (Anl.3.2):

Durchlässigkeit Laborversuch: $k_f = 8,1 \cdot 10^{-04} \text{ m/s}$

Bemessungswert nach DWA-A138 $k_f = 1,6 \cdot 10^{-04} \text{ m/s}$ (Faktor 0,2).

Auswertung Sickerversuch „**gering bis schwach schluffiger Terrassenkies, Bodengruppe GW-GU***“ (Anl.4):

Durchlässigkeit Feldversuch: $k_f = 2,7 \cdot 10^{-05} \text{ m/s}$

Bemessungswert nach DWA-A138 $k_f = 5,4 \cdot 10^{-04} \text{ m/s}$ (Faktor 2).

Mittelwert feinkornarme Terrassenkiese: $k_f = 3,5 \cdot 10^{-04} \text{ m/s}$ (Faktor 2).

Die Durchlässigkeitsbeiwerte der feinkornarmen Terrassenkiese (Bodengruppen GW, GU) liegen prinzipiell innerhalb der Rahmenbedingungen der DWA-A 138 für eine ausschließliche Versickerung. Auf Grund der z. T. sehr hohen Lagerungsdichte und der Reduzierung des freien Porenraumes der Kiese, kann die tatsächliche, vertikale Durchlässigkeit geringer sein.

Die Versickerung sollte ausschließlich in den feinkornarmen Terrassenkiesen erfolgen, die rd. 3 m u. GOK anstehen. Die feinkornreicheren Terrassenkiese sind mit Sickeranlagen zu durchstoßen.

Anmerkung:

Es wird empfohlen, nach der detaillierten Festlegung von Bereichen möglicher Sickeranlagen, an diesen Standorten zusätzliche Untersuchungen zu den Versickerungseigenschaften mittels Baggerschürfen und In-Situ Sickerversuchen durchzuführen. Baugruben für Sickeranlagen sind nach dem Aushub durch den Verfasser des vorliegenden Berichtes zu begutachten.

Nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138 dürfen keine Versickerungen im Bereich von Wasserschutzgebietszonen I und II ausgeführt werden. Das Untersuchungsgebiet liegt nach bisherigen Kenntnissen in keiner Wasserschutzzone.

Nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138 dürfen ferner keine Versickerungen im Bereich von belasteten Auffüllungen ausgeführt werden. Mit den Aufschlüssen wurden Auffüllungen (Z1.1 bis >Z2) festgestellt. Diese sind bei der Errichtung einer Sickeranlage zu durchstoßen. Die Auffüllungen sind soweit umlaufend über den Rand der Versickerungsanlage auszuheben und durch einen unbelasteten, durchlässigen Kies zu ersetzen, dass der Sickerkegel ausschließlich in diesen Kiesen und den Terrassenkiesen verläuft.

3.3 Geothermie

Auf dem Grundstück ist auf Grundlage der durchgeführten Bodenaufschlüsse ein oberflächennahes Grundwasservorkommen ab einer Tiefe von ca. 4 bis 5 m zu erwarten, das für eine thermische Nutzung von Grundwasser unserer Ansicht nach durchaus in Betracht kommt. Die grundwasserstauenden Schichten liegen vermutlich erst ab einer Tiefe von ca. 12 bis 15 m vor, so dass eine Grundwassermächtigkeit von ca. 8 bis 10 m im Bereich des Grundstückes anzunehmen ist. Allerdings ist eine Prüfung der tatsächlichen Grundwasserergiebigkeit sowie der –qualität am Standort über Probebohrungen mit Brunnenausbau erforderlich. Hierzu ist ein Versuchsbrunnen bis zur grundwasserstauenden Schicht in einer Tiefe von ca. 15 m Tiefe niederzubringen. Im anschließenden Pumpversuch kann die förderbare Wassermenge sowie die Wasserqualität in Hinblick auf eine thermische Nutzung überprüft werden. Der Versuchsbrunnen kann bei positivem Ergebnis als Betriebsbrunnen verwendet werden.

Laut Auskunft des UmweltAtlas Bayern ist die Errichtung einer Erdwärmesondenanlage prinzipiell möglich (Einzelfallprüfung). Das Grundstück befindet sich außerhalb von Wasserschutzgebieten. Die Bohrtiefe ist laut Angaben des Umweltatlas Bayern zunächst auf 20 m beschränkt. Grundsätzlich empfehlen wir die Ausführung von tieferen Sonden (> 20 m), um die Effektivität sowie Ökonomie der Anlage zu steigern. Die unter den quartären Kiesen ab ca. 12 bis 15 m Tiefe anstehenden Molasseschichten weisen generell eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit auf. Die tatsächlich auszuführende Tiefe wird jedoch während der Bohrung durch den Sachverständigen vor Ort in Absprache mit dem Wasserwirtschaftsamt in Abhängigkeit von den angetroffenen Grundwasserverhältnissen festgelegt. In der Umgebung des Bauvorhabens liegen bereits Erdwärmesondenanlagen vor, die eine Tiefe von 70 bis 120 m aufweisen. Im Vorfeld der Bohrungen ist zu prüfen, ob die Platzverhältnisse den Bau einer Erdsondenanlage in Abhängigkeit von der benötigten Entzugsleistung grundsätzlich erlauben (Mindestabstand der Sonden: 6 m).

Detaillierte Fragen zur Machbarkeit, Optimierung und Planungen werden von unserer Partnerfirma GeoOffice, Frau Dipl.-Geol. Nickel (Private Sachverständige in der Wasserwirtschaft), Mayrhalde 11, 87452 Altusried, bei Bedarf bearbeitet.

4. Gründung des Neubaus

4.1 Bauwerk und Baugrund

Von dem geplanten Neubau liegen die in der Unterlage [1] dargestellten Schnitte und ein skizzierter Grundriss vor:

Ca. Max. L x max. B =	75 m x 51,5 m
FFB UG	-4,27 m = 675.83 m ü. NN.
UK Bodenplatte UG	-4,57 m = 675.53 m ü. NN. (Annahme)

Entsprechend der Schichtdarstellung der Anlage 2 sowie nach Abschnitt 2.3 dieses Berichts, steht im Bereich der zu planenden Bodenplatte bereits ein sehr gut tragfähiger Baugrund in Form der sehr dichten Terrassenkiese an.

4.2 Gründung Gebäude

Das Gebäude ist auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte zu gründen, die bereits in den sehr dicht gelagerten Terrassenkiesen zu liegen kommt.

Die mit der Baugrubensohle frei gelegten Terrassenkiese sind vor dem Einbau der Bodenplatte bzw. der Dämmung zu verdichten. Die Bodenplatte kann direkt in den Terrassenkiesen gegründet werden. Ggf. ist eine Ausgleichsschicht aus einem Kiessand 0/45 notwendig, wenn der Terrassenkies im Bereich der Sohle ausgesprochen steinig sein sollte.

Wird die Bodenplatte wie oben beschrieben auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte im Terrassenkies gegründet, so kann zu Vorbemessung mit einem Bettungsmodul in der Größenordnung von $k_s = 20 - 25 \text{ MN/m}^3$ gerechnet werden.

Der exakte Bettungsmodulverlauf kann nach Angabe der einwirkenden Lasten, über den Steifemodul des Bodens, anhand einer detaillierten Setzberechnung von unserem Büro bestimmt werden.

4.3 Grundwasser und Entwässerung

Im Projektgebiet muss im Gründungsbereich, d. h. im Bereich erdberührter Bauteile, im jährlichen Verlauf zumindest temporär, das heißt nach Starkniederschlagsereignissen, mit Grundwasser gerechnet werden (s. Abschnitt 3). Im Untersuchungszeitraum März 2024 lag der

Grundwasserspiegel rd. 25 cm über dem geplanten FFB des UG. Es lagen sehr hohe Grundwasserstände vor.

Es ist nach der DIN 18533-1: 2017-17 die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E anzusetzen. Alternativ sind erdberührte Bauteile in einer wasserundurchlässigen Bauweise herzustellen („Weiße Wanne“).

4.4 Temporäre Baugruben

Nach der DIN 4124 sind in den Auffüllungen und den Terrassenkiesen freie Böschungswinkel von 45° zulässig. Bis zu Baugrubentiefen von 5 m sind keine statischen Nachweise erforderlich, wenn die Böschungen keine Lasteinwirkungen (Mobilkran, Bestandsgebäude, Materiallager, Schwerlastverkehr etc.) erfahren.

Es sind folgende Mindestabstände zur jeweiligen Böschungskante einzuhalten:

- Straßenfahrzeuge, die nach der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung allgemein zugelassen sind, sowie Baumaschinen oder Baugeräte **bis zu 12 t** Gesamtgewicht (= Eigengewicht des Gerätes und Gewicht des geförderten Bodens bzw. der angehängten Last): **Abstand mindestens 1 m** zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante.
- schwerere Straßenfahrzeuge als oben genannt sowie Baumaschinen oder Baugeräte **über 12 t bis 40 t** Gesamtgewicht (= Eigengewicht des Gerätes und Gewicht des geförderten Bodens bzw. der angehängten Last): **Abstand mindestens 2 m** zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante.

Können Böschungswinkel von 45° auf Grund nicht ausreichender Platzverhältnisse nicht eingehalten werden – im vorliegenden Fall „Grenzbebauung“ – so sind Baugrubenwände zu verbauen.

Da die Baugrubensohle zumindest jahreszeitlich temporär im Grundwasser liegen kann (siehe Abs. 3), wird empfohlen wasserabsperrende Verbau - Techniken auszuführen (Spundwandverbau, überschnittene Bohrpfahlwand). Die Verbaumaßnahmen sind bis in die wasserstauenden Molasseböden einzubauen. Alternativ könnte eine „Unterwasserbetonsohle“ ausgeführt werden, um den Verbau im Bedarfsfall wasserdicht zu machen, sollten die Spundwände oder die Bohrpfähle nicht bis zum Stauer ausgeführt werden (die Machbarkeit einer vorsorglich dichtenden Sohle ist mit einer Fachfirma anhand des Berichts zu erörtern).

Alle Verbauarten sowie eine Unterwasserbetonsohle sind statisch nachzuweisen. Die Möglichkeit der Rückverankerung in Nachbargrundstücke ist zu prüfen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Terrassenkiese schwer bis nicht rammbar sind. Es sind je nach Verbauart Austauschbohrungen vorzusehen.

Eine Grundwasserabsenkung mittels einer Mehrfachbrunnenanlage wäre im Bedarfsfall, das heißt bei sehr hohen Grundwasserspiegeln, prinzipiell möglich. Es sind in diesem Fall Flutöffnungen im Rohbau einzuplanen, um bei einem Stromausfall ein Auftreiben zu verhindern. Die

Mehrfachbrunnenanlage wäre für den Bedarfsfall vorzuhalten und ist im Vorfeld zu bemessen. Das Absenkziel ist dabei auf 0,5 m unter der Aushubsohle festzulegen. Es wäre vor der Einleitung in ein Vorflutsystem oder ein Kanalsystem eine Reinigung des Grundwassers über Absetzbecken erforderlich.

5 Umwelttechnik (Voruntersuchung)

5.1 Entnommene Proben und ausgeführte Untersuchungen

Aus den Rammkernsondierungen wurden Mischproben der aufgefüllten, bindigen Böden (Schluffe) sowie der natürlich anstehenden Terrassenkiese wie folgt entnommen:

RKS1/24	Auffüllung Schluff	1,3 – 2,5 m
RKS2/24	Auffüllung Schluff	0,2 – 1,8 m
RKS3/24	Auffüllung Schluff	1,2 – 2,5 m
RKS4/24	Auffüllung Schluff	1,0 – 2,7 m
MP RKS1/2	Terrassenkies (Schmelzwasserkies)	
MP RKS3/4	Terrassenkies (Schmelzwasserkies)	

Die Mischproben der bindigen Auffüllungen wurden von der BVU GmbH, Markt Rettenbach, auf die Parameter des bayerischen Verfüll-Leitfadens (Eckpunktepapier - EPP) analysiert (vgl. Anl. 7 ff).

Die Terrassenkiesproben wurden auf Grund einer möglichen Verwertung in technischen Baumaßnahmen auf die Parameter nach der Mantelverordnung, Artikel 1 – Ersatzbaustoffverordnung, Tab. 3 untersucht (vgl. Anl. 7).

Aus der Asphaltdecke der bestehenden Hoffläche wurden vier Kernproben entnommen. Diese wurden auf ihren PAK-Gehalt nach EPA untersucht (vgl. Anl. 6).

5.2 PAK Untersuchung Asphaltproben

Das Ergebnis der Analytik ist im Detail in der Anlage 6, Laborbericht BVU, enthalten. In der nachfolgenden Tabelle sind das Ergebnis und die Deklaration zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 6: PAK - Belastung und Einstufung Asphaltkerne

Probenbezeichnung	PAK mg/kg nach EPA*	Einstufung nach RuVA-StB 01	Verwertungs-klasse**	Einstufung Deponie-klasse	Gefährlicher Abfall, Abfallschlüssel	Art des Straßenausbaustoffes
RKS1 Asphalt	4,8	Ausbauasphalt	A	DK0	nein 17 03 02 Bitumengemische	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen
RKS2 Asphalt	6,25	Ausbauasphalt	A	DK0	nein 17 03 02 Bitumengemische	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen
RKS3 Asphalt	3,82	Ausbauasphalt	A	DK0	nein 17 03 02 Bitumengemische	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen
DPH1 Asphalt	3,76	Ausbauasphalt	A	DK0	nein 17 03 02 Bitumengemische	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen

* Environmental Protection Agency, Umweltbehörde der USA

** Der Phenolindex wäre für eine endgültige Einstufung zu bestimmen, wir gehen jedoch davon aus, dass es sich um steinkohletypische Teerbestandteile handelt.

n.n. - nicht nachweisbar

Ausbauasphalt ohne Verunreinigung:

Der Ausbauasphalt ohne Verunreinigung (PAK < 10 mg/kg TS) unterliegt in der Regel keinen wasserwirtschaftlichen Einschränkungen und Auflagen. Der Asphalt kann ungebunden sowie gebunden uneingeschränkt genutzt werden. Eine hochwertige Verwertung im Straßenoberbau sollte angestrebt werden. Zur Lagerung gibt es keine besonderen Anforderungen. Nach der RuVA-StB 01 kann für die Untersuchungsstellen die Verwertungsklasse A angegeben werden.

Da die Analyseergebnisse nur punktuelle Verhältnisse darstellen, ist während den Aushubarbeiten auf organoleptische Auffälligkeiten (Geruch etc.) zu achten. Bei unklaren Verhältnissen ist umgehend der Gutachter hinzu zu ziehen. Es wird empfohlen, ein Haufwerk zu bilden und dieses einer Beprobung nach LAGA PN98 zu unterziehen (Gesamtdeklaration).

Ist der Straßenaufbruch zu deponieren, so ist ggf. eine Volldeklaration nach der Deponieverordnung (DepV) durchzuführen.

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz fordert, dass Straßenausbaustoffe umweltverträglich und möglichst hochwertig verwertet werden, soweit es Verfahren gibt, mit denen dies technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist

Grundsätzlich hat die Verwertung Vorrang vor einer Beseitigung.

5.3 Ergebnisse Bodenproben

Die Ergebnisse der Analytik und die Einstufungen nach den oben genannten Regelwerken sind im Detail bei den Analyseübersichten der Anlagen 5.1 und 5.2 enthalten.

Ergebnisse

Auffüllung - Schluffe:

Die Proben der aufgefüllten Schluffe weisen Grenzwertüberschreitungen bei den Parametern EOX, MKW, PAK, Benzo(a)pyren, Cyaniden sowie lokal bei den Schwermetallen Blei, Cadmium, Kupfer und Zink auf. Die Grenzwertüberschreitungen bedingen Zuordnungen in die Kategorien Z1.1, Z1.2 und >Z2. Auf Grund der sehr heterogenen Schadstoffbelastungen der bindigen Auffüllungen wird dringend empfohlen, Auffüllungen in einzelnen Haufwerken (max. 500 m³) zwischen zu lagern, diese nach der LAGA PN98 zu beproben und die Haufwerke damit einer Deklarationsanalyse (bayer. Verfüll-Leitfaden und Deponieverordnung DepV) zu unterziehen.

Terrassenkies:

Die Proben des Terrassenkieses weisen keine schadstoffrelevanten Eigenschaften nach der Ersatzbaustoffverordnung auf. Es wird bei beiden Proben das BM-0 Kriterium erreicht.

Generell gilt, dass Material mit der Einstufung BM-0 nach der Ersatzbaustoffverordnung in technischen Baumaßnahmen frei verwertbar ist. Die Einbaurichtlinien der EBV sind einzuhalten.

Anmerkungen:

Die vorliegende Untersuchung ist als indikative Untersuchung zu verstehen. Die Anzahl der entnommenen Proben entsprechen nicht den Richtlinien der LAGA PN98 für eine Deklarationsanalytik. Sofern Bodenmaterial von der Baustelle abtransportiert wird, sind, in Absprache mit der annehmenden Stelle, Haufwerk bezogene Beprobungen gemäß den Vorschriften der LAGA PN98 notwendig, so dass das Material ordnungsgemäß verwertet bzw. entsorgt werden kann.

Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse ermöglichen erste Aussagen über die Situation an den Untersuchungspunkten gemäß den mit der Aufschlussmethode und der Analytik verbundenen Verfahren. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass an nicht untersuchten Stellen unerkannte Verunreinigungen vorliegen.

Bei der Haufwerks-Herstellung und Ablagerung sollte berücksichtigt werden, dass eine entsprechende Analytik einige Werkstage in Anspruch nehmen kann. Die Haufwerke sollten so gelagert werden, dass sie den weiteren Baustellenablauf nicht stören. Es sind gegen das Erdreich dichte Lagerflächen einzuplanen.

Allgemeine Anmerkungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die bei den Untersuchungsstellen ermittelten Bodenschichten und deren geotechnischen Eigenschaften. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung, Wasserstände etc.) können auf Grund einer Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Ferner ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. Es wird deshalb empfohlen zur Abnahme der Gründungssohlen den Verfasser des Gutachtens heranzuziehen. Der Unterzeichner ist in die weiteren Planungen miteinzubeziehen.

Eine Vervielfältigung und Weitergabe des Berichtes bedürfen der Zustimmung des auf Seite 1 genannten Auftraggebers. Der Bericht darf nur komplett und zusammen mit allen dazugehörigen Anlagen weitergegeben bzw. vervielfältigt werden.



Dipl.-Geol. Klaus Merk
fm geotechnik 