

Geotechnischer Bericht

KDGeo 183-23L

25. Mai 2023

Bauvorhaben: Neubau von Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage
Hohenlindner Straße
Fl. Nr. 69/9 bis 69/13 und 71/7
85622 Feldkirchen

**Bauherr und
Auftraggeber:** Green Village Feldkirchen GmbH
Südliche Münchner Straße 2 a
82031 Grünwald

vertreten durch: Baywobau Baubetreuung GmbH
Geyerstraße 32
80469 München

____.Ausfertigung

183-23L Feldkirchen BGU 85622 Hohenlindner Straße NB MFH mit TG

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines.....	4
1.1	Vorgang und Auftrag	4
1.2	Unterlagen	4
1.3	Bauvorhaben und bestehendes Gelände.....	4
2	Durchgeführte Untersuchungen	5
2.1	Felduntersuchungen	5
2.1.1	Rammkernbohrungen	5
2.1.2	Kleinrammbohrungen.....	6
2.1.3	Rammsondierungen.....	6
2.1.4	Standard-Penetration-Test.....	6
2.2	Laboruntersuchungen.....	7
2.3	Einmessung der Untersuchungspunkte	7
3	Ergebnisse der Untersuchungen und Untergrundbeurteilung	7
3.1	Geologischer und hydrologischer Überblick.....	7
3.2	Schichtenfolge	8
3.3	Einteilung in Homogenbereiche nach DIN 18 300.....	9
3.4	Charakteristische Bodenkennwerte	10
3.5	Baugrundbeurteilung	11
3.6	Erdbebenzone nach DIN 4149.....	12
4	Hydrologische Verhältnisse	12
4.1	Grundwasserstände.....	12
4.2	Wasserdurchlässigkeit.....	14
5	Bautechnische Folgerungen.....	15
5.1	Bauwerksgründung.....	15
5.1.1	Gründungskonstruktion.....	15
5.1.2	Gründungsbemessung.....	16
5.1.3	Behandlung der Gründungssohlen.....	17
5.1.4	Baugrundabnahmen.....	18
5.2	Baugrubensicherung.....	18
5.2.1	Baugrubenkonstruktion	18
5.2.2	Bemessung des Baugrubenverbaus	19
5.3	Bauwasserhaltung	20
5.4	Abdichtung und Trockenhaltung des Bauwerks	20
5.5	Weitere Entwurfs- und Ausführungshinweise	21
6	Schlussbemerkungen.....	22

Anlagen

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 2	Baugrundschnitte
Anlage 3	Bohrprofile
Anlage 4	Sondierdiagramme
Anlage 5	Laborversuchsergebnisse
Anlage 6	Grundwasserdaten



1 Allgemeines

1.1 Vorgang und Auftrag

Die Green Village Feldkirchen GmbH, Südliche Münchner Straße 2 a, 82031 Grünwald, plant in 85622 Feldkirchen zwischen der Hohenlindner Straße und der Jahnstraße (Fl. Nr. 69/9 bis 69/13 und 71/7) den Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern mit gemeinsamer Tiefgarage.

Das Baugrundinstitut KDGeo | Czeslik Hofmeier + Partner, Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH, München wurde vom Auftraggeber mit dem Schreiben vom 03.04.2023 auf Grundlage des Angebots vom 17.02.2023 beauftragt, für dieses Bauvorhaben eine Baugrunduntersuchung durchzuführen und in einem Geotechnischen Bericht zu den Untergrund- und den Grundwasserverhältnissen Stellung zu nehmen und Gründungsempfehlungen zu erarbeiten.

Die Untersuchung und Gefährdungsabschätzung von eventuellen Altlasten oder Boden- bzw. Grundwasserverunreinigungen auf Grund der vorhergehenden Nutzung des Geländes ist nicht Bestandteil des vorliegenden Gutachtens.

1.2 Unterlagen

Zur Ausarbeitung des Geotechnischen Berichts standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- [U1] digitale Geologische Karte von Bayern, Blatt 7836 München-Trudering, M 1:25.000, Bayerisches Landesamt für Umwelt, UmweltAtlas Bayern
- [U2] städtebauliches Konzept M 1:1.000, par terre Architekten, München, Stand: 11.05.2023
- [U3] Grundwasserisohypsenplan HW 1940, Baureferat Landeshauptstadt München
- [U4] Grundwasserdaten (Starrmdaten und aktuelle Messwerte) der Grundwassermessstellen Dornach 553 (Nr. 16195) und Eglfing Lehrer 265B (Nr. 16006), erhalten durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (www.gkd.bayern.de)
- [U5] Ergebnisse der feld- und labortechnischen Untersuchungen von April bis Mai 2023

1.3 Bauvorhaben und bestehendes Gelände

Auf dem Grundstück zwischen der Hohenlindner Straße und der Jahnstraße (Fl. Nr. 69/9 bis 69/13 und 71/7) in 85622 Feldkirchen ist der Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern mit gemeinsamer Tiefgarage geplant.

Auf den Baufeldern sollen voraussichtlich ca. 160 bis 180 Wohnungen entstehen. Die Häuser sollen über eine gemeinsame, eingeschossige Tiefgarage miteinander verbunden werden. Die Zufahrten zur Tiefgarage sollen im Norden über die Hohenlindner Straße sowie im Süden über die Jahnstraße erfolgen.

Es liegen bislang nur verschiedene städtebauliche Konzepte vor. Die genaue Anzahl und Lage der Gebäude, Gebäudekoten etc. sind noch nicht bekannt.

Für die ersten Betrachtungen wird von einem, über das Gelände gemittelten Bauwerksnull von ca. 525 m NHN mit Gründungstiefen von etwa 3,5 m bzw. 4,5 m unter Bauwerksnull, entsprechend etwa 521,5 m NHN bzw. 520,5 m NHN, ausgegangen.

Die Baufelder sind aktuell unbebaut. Die Baufelder grenzen im Süden an die Jahnstraße. Im Osten und Norden liegen privat und gewerblich genutzte Grundstücke. Im Westen befindet sich ein Kindergarten sowie ein Spielplatz mit Fußballfeld.

Das Gelände ist mit Höhenkoten zwischen etwa 524,9 und 525,5 m NHN relativ eben.

2 Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felduntersuchungen

Zur Beurteilung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse wurden in Absprache mit dem Auftraggeber und unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse folgende Untersuchungen durchgeführt.

Die Untersuchungspunkte wurden vorab durch einen Befähigungsscheininhaber nach §20 Spreng der Firma Besel-KMB e.K., Ohlstadt hinsichtlich einer möglichen Kampfmittelgefährdung überprüft.

2.1.1 Rammkernbohrungen

Bohrverfahren:
Anzahl:
Bohrtiefen:

Rammkernbohrung, Bohrdurchmesser 178 mm
4 Rammkernbohrungen (B 1 bis B 4)

Bohrung	Tiefe	Ansatzhöhe
B 1 / GWM	13,0 m	525,27 m NHN
B 2	11,0 m	524,92 m NHN
B 3	8,0 m	525,07 m NHN
B 4	8,5 m	524,89 m NHN

Tabelle 1: Rammkernbohrungen

Ausführungszeitraum:
Lage:
Bohrprofile:

08.05. und 09.05.2023
siehe Lageplan, Anlage 1
siehe Anlage 3

Die Bohrung B 1 wurde als 2"-Grundwassermessstelle ausgebaut. Die Pegeloberkante liegt auf 526,36 m NHN.

2.1.2 Kleinrammbohrungen

Bohrverfahren: Kleinrammbohrung, Bohrdurchmesser 60/50/36 mm
Anzahl: 5 Kleinrammbohrungen (RKS 1 bis RKS 5)
Bohrtiefe:

Bohrung	Tiefe	Ansatzhöhe
RKS 1	2,0 m	525,56 m NHN
RKS 2	2,0 m	525,30 m NHN
RKS 3	2,0 m	525,31 m NHN
RKS 4	1,4 m	524,93 m NHN
RKS 5	1,5 m	524,88 m NHN

Tabelle 2: Kleinrammbohrungen

Ausführungszeitraum: 27.04.2023
Lage: siehe Lageplan, Anlage 1
Bohrprofile: siehe Anlage 3

2.1.3 Rammsondierungen

Sondierverfahren: Schwere Rammsonde DPH nach DIN EN ISO 22476-2
(Rambär 50 kg, Fallhöhe 50 cm, $A_s = 15 \text{ cm}^2$)
Anzahl: 6 Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 6)
Sondiertiefe:

Sondierung	Tiefe	Ansatzhöhe
DPH 1	1,4 m	525,40 m NHN
DPH 2	1,2 m	525,28 m NHN
DPH 3	2,1 m	525,21 m NHN
DPH 4	1,5 m	525,04 m NHN
DPH 5	1,1 m	524,98 m NHN
DPH 6	1,8 m	524,90 m NHN

Tabelle 3: Rammsondierungen

Ausführungszeitraum: 27.04.2023
Lage: siehe Lageplan, Anlage 1
Sondierdiagramme: siehe Anlage 4

2.1.4 Standard-Penetration-Test

Art: Standardsonde SPT nach DIN EN ISO 22476-3
Anzahl: 8 Stück
Ergebnisse: Widerstände neben den jeweiligen Bohrprofilen
für (15)/15/15 cm Eindringung

2.2 Laboruntersuchungen

Im bodenmechanischen Labor von KDGeo wurden an 28 Bodenproben aus dem Rammkernbohrungen und 14 Bodenproben aus den Kleinrammbohrungen die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

28/14 Bodenansprachen nach DIN EN ISO 14688 / DIN 18196

7 Siebanalysen mit nassem Auswaschen des Feinkorns nach DIN EN ISO 17892-4

Die Ergebnisse der Laborversuche sind in Anlage 5 zusammengestellt.

Die entnommenen Bodenproben (Eimer und Becher) werden bei KDGeo 3 Monate gelagert und anschließend ohne weitere Rückmeldung entsorgt.

2.3 Einmessung der Untersuchungspunkte

Die Ansatzstellen der Untersuchungspunkte wurden nach ihrer Lage und Höhe mittels GNSS unter Verwendung von HEPS-Korrekturdaten des Satellitenpositionierungsdienstes der deutschen Landesvermessung (SAPOS) eingemessen. Die angegebenen Höhen entsprechen dem amtlichen Höhenbezugssystem DHHN2016 (Höhe über Normalhöhennull).

3 Ergebnisse der Untersuchungen und Untergrundbeurteilung

3.1 Geologischer und hydrologischer Überblick

Nach der Geologischen Karte von Bayern [U1] liegt das Grundstück auf Quartären fluvioglazialen Kiesablagerungen der Münchner Schotterebene.

Die Quartärkiese der Münchner Schotterebene sind kein homogenes sedimentäres Schichtpaket. Die Kiese entstanden während verschiedener Eis- und Warmzeiten unter wechselnden Sedimentationsbedingungen fließender und ruhender Gewässer je nach Eisvorstoß oder -rückzug durch die nach Norden abfließenden Gletscherschmelzwässer. Die im Untersuchungsgebiet anstehenden Kiese sedimentierten während der Spätwürmeiszeit.

Die Schotter lagern unmittelbar den Tertiären Böden der Oberen Süßwassermolasse (OSM, Münchner Flinz) auf, die in der Regel in einer Wechsellagerung von Feinsanden und meist mergeligen Schluffen und Tonen anstehen. Die Böden sind bereichsweise zu Ton-/ Mergel- und Sandstein felsartig verfestigt. Die Tertiäroberfläche ist eine alte Erosionsoberfläche und weist in der Regel ein wellenförmiges Relief auf, wobei auch auf kleinstem Raum größere Schwankungen (Rinnen) auftreten können. Sie ist im Untersuchungsgebiet ca. 22 m bis 23 m unter der natürlichen Geländeoberkante (GOK) zu erwarten.

Das Grundwasser zirkuliert in den Quartären Schottern. Als Stauer fungieren bindige Tertiäre Böden. Der mittlere Flurabstand des oberen Aquifers beträgt zwischen etwa 8,5 und 9 m.

3.2 Schichtenfolge

Aus den vorliegenden Untersuchungen lässt sich folgende generelle Schichtenfolge ableiten:

- Schicht 1: Oberboden
- Schicht 2: Quartäre Kiessande

Die Oberfläche der einzelnen Schichten ist natürlichen Schwankungen unterworfen. Die geradlinige Interpolation der Schichtgrenzen ist in Anlage 2 in zwei Baugrundschnitten dargestellt. Abweichungen hiervon zwischen den Untersuchungspunkten sind somit zu erwarten.

Im Folgenden werden die erkundeten Böden näher beschrieben und hinsichtlich ihrer bodenmechanischen Eigenschaften bewertet.

Schicht 1: Oberboden

Zuoberst liegt ein ca. 0,3 bis 0,5 m starker, dunkelbraun gefärbter Oberboden vor.

Mit den Untersuchungen wurden keine bodenfremden Bestandteile erkundet. Da die Fläche früher aber landwirtschaftlich genutzt wurde, können teilweise im Oberboden noch Fremdbestandteile untergemischt sein.

Schicht 2: Quartäre Kiessande

Unter dem Oberboden folgen bis zur maximalen Bohrendteufe von 13 m unter Ansatzpunkt, entsprechend 512,3 m NHN, die anstehenden Quartären Kiessande.

Für ausgewählte Bodenproben aus den Kiessanden wurde im bodenmechanischen Labor jeweils die Korngrößenverteilung exemplarisch bestimmt. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigt folgende Tabelle:

Untersuchungs- punkt	Tiefe [m]	Feinkornanteil < 0,063 mm [%]	Bodenart	Bodengruppe
B 1	1,7-2,0	4,3	G, s	GI
B 2	2,0-2,3	4,0	G, s'	GW
B 3	2,8-3,0	4,1	G, s'	GI
B 4	4,0-4,3	5,3	G, s', u'	GU
B 1	4,7-5,0	3,4	G, s', x	GI
B 3	4,7-5,0	5,6	G, s, u'	GU
B 2	5,0-5,3	4,4	G, s'	GW

Tabelle 4: Laborversuchsergebnisse

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die erkundeten Quartären Kiese überwiegend als schwach sandige bis sandige Kiese ohne nennenswerten Feinkornanteil bzw. als schwach sandi-



ge bis sandige, schwach schluffige, teils schwach steinige Kiese zu beschreiben sind. Die Kiese ohne nennenswerten Feinkornanteil stellen hierbei zum Teil Rollkieslagen dar, die in Erosionsrinnen abgelagert wurden.

Nach DIN 18 196 sind die erkundeten Kiessande den Bodengruppen GW / GI und GU zuzuordnen.

Die Quartären Kiessande zeigen ablagerungsbedingt meist eine gebänderte Struktur. In den Kiessanden sind örtlich, gering mächtige Sand- / Schlufflinsen oder stärker verlehnte Bereiche vorhanden, wie sie in der Bohrung B 1 und B 2 erkundet wurden. Diese Zwischenlagen sind der Bodengruppe GU* zuzuordnen.

Verbackene Zwischenschichten (Nagelfluh) sind in den Kiessanden ebenfalls nicht auszuschließen, auch wenn solche Einlagerungen im Zuge der Felduntersuchungen nicht erkundet wurden.

Mit Erreichen der Quartären Kiese wurde eine deutliche Zunahme der Rammwiderstände festgestellt. Die Rammsondierungen wurden mit Schlagzahlen $N_{10} > 40$ in Tiefen zwischen 1,1 m und 2,1 m unter Gelände abgebrochen. Die Quartärkiese sind dicht gelagert. Diese Lagerungsdichte wird in größeren Tiefen durch die SPT-Ergebnisse zwischen $N_{30} = 37$ und 52 bestätigt.

3.3 Einteilung in Homogenbereiche nach DIN 18 300

Die Einteilung der Bodenschichten in Homogenbereiche ist ein subjektiver Bewertungsvorgang, der in Abstimmung zwischen dem Sachverständigen für Geotechnik, dem Planer und dem Ausschreibenden zu erfolgen hat. Die vorgenommene Einteilung stellt daher einen ersten Vorschlag aus geotechnischer Sicht dar. Die Homogenbereiche sind ggf. an planerische und ausschreibungsrelevante Kriterien anzupassen.

Als Grundlage für eine Ausschreibung nach der VOB/C wird vorgeschlagen, die erkundete Baugrundsichtung für Erdarbeiten nach DIN 18300 folgenden Homogenbereichen zuzuordnen.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich	
	B1	B2
Schicht Nr.	1	2
ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Quartäre Kiessande
Umweltrelevante Inhaltsstoffe	organoleptisch unauffällig	organoleptisch unauffällig
Korngrößenverteilung	OB	G, s'-s – G, s'-s, u', (x), lokal G, s, u-u*
Massenanteil Steine [Gew.-%]	< 5	< 30
Massenanteil Blöcke [Gew.-%]	< 5	< 5
Massenanteil große Blöcke [Gew.-%]	-	-
natürliche Dichte [g/cm ³]	1,7 – 1,9	2,1 - 2,3
undräßierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	-	-
Wassergehalt w_n [Gew.-%]	-	-



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich	
	B1	B2
Schicht Nr.	1	2
ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Quartäre Kiessande
Plastizität I_p	-	-
Konsistenz I_c	-	-
Lagerungsdichte I_D	-	dicht
Organischer Anteil V_{GI} [%]	< 20	< 1
Bodengruppen DIN 18196	OU	GI, GW, GU, lokal GU*

Tabelle 5: Homogenbereiche

Mit den Untersuchungen wurden keine bodenfremden Bestandteile erkundet. Da es sich vormals aber um eine landwirtschaftlich genutzte Fläche handelte, können teilweise im oberflächennahen Bereich noch Fremdbestandteile untergemischt sein.

Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass die Baugrunduntersuchung nur stichprobenartig an einzelnen Untersuchungspunkten erfolgt. Der Schichtenverlauf und die Schichtmächtigkeit können naturgemäß variieren. Der genaue Umfang von Massen und die Zuordnung zu Homogenbereichen ergeben sich somit erst im Zuge der Erdarbeiten.

3.4 Charakteristische Bodenkennwerte

Eine tabellarische Zusammenstellung charakteristischer Rechenwerte der Bodenkenngrößen auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse und der Angaben der DIN 1055 sowie auf Grundlage allgemeiner Erfahrung mit vergleichbaren Böden und geologischen Schichten ist in der folgenden Tabelle erarbeitet. Die Werte gelten für die beschriebenen Hauptbodenschichten im ungestörten Lagerungsverband, d.h. ohne z.B. baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen.

Grundbruchnachweise sind mit den unteren charakteristischen Werten durchzuführen. Setzungsberechnungen sollten, um einen Überblick über die Schwankungsbreite der wahrscheinlichen Setzungen und über mögliche Setzungsunterschiede zu erlangen, grundsätzlich mit beiden Grenzwerten durchgeführt werden. Für die weiteren erdstatischen Berechnungen können die angeführten Mittelwerte herangezogen werden.

Hauptbodenart	Wichte		Kohäsion		Winkel der inneren Reibung ϕ'_k [°]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	c'_k [kN/m ²]		
Quartäre Kiese (2) (dicht)	21 – 23 22	12 – 14 13	- -	0 – 3 0	35 – 40 37,5	80 – 120 100

Tabelle 6: charakteristische Bodenkennwerte



3.5 Baugrundbeurteilung

Schicht 1: Oberboden

Der Oberboden ist generell für eine Lastabtragung nicht geeignet. Er kann allenfalls an anderer Stelle zu Rekultivierungszwecken verwendet werden, wenn an die Ebenheit des Geländes keine besonderen Anforderungen gestellt werden.

Schicht 2: Quartäre Kiessande

Die Quartären Kiessande sind bei der nachgewiesenen dichten Lagerung gering zusammendrückbar, hoch scherfest und zum Abtrag von Bauwerkslasten sehr gut geeignet.

Nur locker gelagerte Kiese stellen diese Böden nicht den Regelfall nach DIN 1054 dar. Für diese Bereiche werden Verbesserungsmaßnahmen erforderlich (s. Abschnitt 5).

Besonderes Augenmerk ist auf Sand- und Schluffeinlagerungen in den Kiessanden zu legen, die in den Kiessanden auf unterschiedlichen Ebenen auftreten können. Diese sind stärker kompressibel, geringer scherfest und nur gering tragfähig. Entsprechende Böden sind aus bzw. unter der Gründungssohle zu entfernen.

Die schwach schluffigen Kiessande weisen eine gute Korngrößenabstufung auf und sind überwiegend gut verdichtbar. Im Zuge der Herstellung der Baugrube ausgehobenes Material kann daher in der Regel als Bodenaustauschmaterial bzw. Bauwerkshinterfüllung an anderer Stelle des Bauvorhabens wieder verwendet werden.

Kiessande mit einem Feinkornanteil unter 5 % verhalten sich rollig und neigen schon bei geringen dynamischen Belastungen zu Kornumlagerungen. Außerdem weisen entsprechende Böden in übersteilen Böschungen eine nur unzureichende und vorübergehende Standfestigkeit auf.

Gering mächtige Partien mit einem höheren Feinkornanteil (stark schluffige Kiessande) sind nur bedingt in anderen Baustellenbereichen verwendbar und sollten von verwendungsfähigem Bodenmaterial separiert werden.

Die erkundeten Kiessande sind gemäß ZTVE-StB 17 den Frostempfindlichkeitsklassen F1 (nicht frostempfindlich) und F2 (gering bis mittel frostempfindlich) zuzuordnen. Untergeordnet zu erwartende stärker verlehnte Kiessande (Feinkornanteil > 15 Gew.-%) können in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) eingeordnet werden.

Auf Grund der nachgewiesenen hohen bis sehr hohen Lagerungsdichte der Kiessande ist von einer schweren bis sehr schweren Ramm- bzw. Rüttelbarkeit auszugehen. Ohne zusätzliche Maßnahmen, wie z.B. Lockerungsbohrungen und / oder Spülhilfen, ist ein Rammen bzw. Rütteln nicht möglich.

3.6 Erdbebenzone nach DIN 4149

Der Bebauungsbereich liegt der DIN 4149 zufolge in keiner Erdbebenzone, so dass der Lastfall Erdbeben nach den Ausführungen dieser Norm nicht berücksichtigt zu werden braucht.

Seit 2021 liegt die DIN EN 1998-1/NA: 2021-07 vor, die aktuell in Bayern noch nicht als Technische Baubestimmung eingeführt ist. Sobald die Norm als Technische Baubestimmung zugelassen ist, sind die Gebäude entsprechend den darin beschriebenen Lastannahmen erdbebengerecht auszulegen.

4 Hydrologische Verhältnisse

4.1 Grundwasserstände

Im Untersuchungsgebiet bilden die Quartären Kiessande (Schicht 2) das obere Grundwasserstockwerk. Die in einer Tiefe von ca. 22 bis 23 m unter Gelände zu erwartenden Tertiären Tone bilden den Grundwasserstauer.

Die Grundwasserfließrichtung ist großräumig nach Norden gerichtet. Die höchsten Grundwasserstände sind somit im Zustrom auf der Südseite des Bauvorhabens zu erwarten.

Im Südosten des Grundstücks wurde am 08.05.2023 die Rammkernbohrung B 1 GWM abgeteuft, die als 2"-Grundwassermessstelle ausgebaut wurde. Die Pegeloberkante liegt auf 526,36 m NHN. Das Grundwasser stand bei der Stichtagsmessung am 10.05.2023 bei 11,10 m unter POK an, entsprechend 515,26 m NHN. Die Grundwassermessstelle wurde mit einem Datenlogger versehen.

Zur Einordnung der angetroffenen Grundwasserstände und zur Abschätzung der zu erwartenden Grundwasserschwankungen werden die Grundwassermessstellen Dornach 553 (Nr. 16195) und Eglfing Lehrer 265B (Nr. 16006) herangezogen, die vom Landesamt für Umwelt regelmäßig gemessen werden und deren Daten über das Internet abgerufen werden können. Die relevanten Daten für diese Messstellen sind in Anlage 6 diesem Bericht beigefügt. Die Messstelle Dornach befindet sich ca. 3,5 km nordwestlich und die Messstelle Eglfing Lehrer ca. 3,5 km südlich des Baufelds.

Für die zwei Messstellen sind aus dem Beobachtungszeitraum folgende Hauptwerte bekannt:

Messstelle	Beobach- tungszeitraum	HW [m NHN]	MW [m NHN]	NNW [m NHN]	Stichtagsmessung am 10.05.2023 [m NHN]
Dornach 553	ab 1971	514,91 ^{*)}	513,30	509,67	512,38
Eglfing Lehrer 265B	ab 1914	528,59	524,98	521,59	523,31

Tabelle 7: Hauptwerte Grundwassermessstellen

^{*)} Für die Messstelle Dornach liegt mit der HW-1940-Karte der Landeshauptstadt München außerdem ein HW 1940 Höchstgrundwasserstand von HW 1940 = 515,5 m NHN vor.

Aus den Ganglinien ist ersichtlich, dass die Grundwasserschwankungen in Eglfing höher sind als in Dornach. Im gleichen Beobachtungszeitraum (1971-2023) liegt die absolute Schwankung zwischen Niedrig- und Hochwasser bei der Messstelle Eglfing bei etwa 5,9 m, bei der Messstelle Dornach bei etwa 5,2 m. Für das Hochwasser 1940 kann die absolute Schwankung mit etwa 7 m für Eglfing und mit etwa 5,8 m für Dornach angegeben werden.

Im Zuge der laufenden Grundwassermessungen auf dem Baufeld sind die im Folgenden getroffenen Annahmen zwingend zu überprüfen und ggf. die zunächst getroffenen Annahmen zu den Grundwasserverhältnissen sowie die bautechnischen Empfehlungen anzupassen.

Unter Berücksichtigung der langjährigen Grundwasseraufzeichnungen lag der Grundwasserstand zum Zeitpunkt der Untersuchungen auf dem Niveau niedriger Wasserstände.

Auf Grundlage der Stichtagsmessungen wird für die Südseite des Baufelds ein **mittlerer Grundwasserstand** etwa 1 m bis 1,5 m über der Stichtagsmessung angenommen, entsprechend etwa 516,3 bis 516,8 m NHN.

Regelmäßig auftretende jährliche, hohe Grundwasserstände liegen bis ca. 1 m über den mittleren Wasserständen, entsprechend Grundwasserständen von ca. 517,3 bis 517,8 m NHN auf dem Baufeld.

Hochwasserstände (Endzustand)

Für die Festlegung eines Bemessungswasserstandes für den Endzustand werden die für den Bereich München bislang bekannten höchsten Grundwasserstände HW 1940 der beiden Grundwassermessstellen Eglfing und Dornach herangezogen.

Der Höchstgrundwasserstand für die Messstelle Dornach wird in der entsprechenden Karte der Landeshauptstadt München für den Bereich der Messstelle mit HW 1940 = 515,5 m NHN angegeben. In der Messstelle Eglfing wurde zum Zeitpunkt des Hochwassers 1940 ein Hochwasserwert von 528,59 m NHN gemessen.

Auf Grundlage der beiden Höchstgrundwasserstände kann wegen der vergleichsweise großen Entfernung und der fehlenden Detailinformationen für den Standort Feldkirchen für das geplante Bauwerk im Zustrom auf der Südseite zunächst ein Bemessungswasserspiegel für den Endzustand zwischen etwa 519 und 520 m NHN abgeschätzt werden.

Ein abschließender Bemessungswasserspiegel kann erst nach Auswertung der laufenden Grundwassermessungen auf dem Baufeld erfolgen.

4.2 Wasserdurchlässigkeit

Bei den gewachsenen Quartären Kiessanden ist auf Grund der Anisotropie die Wasserdurchlässigkeit entsprechend den Ablagerungsvorgängen in waagrechter Richtung größer als in lotrechter.

Die Kiessande sind nach DIN 18 130 als stark durchlässig bis sehr stark durchlässig einzustufen. Die Durchlässigkeiten der erkundeten Kiessande liegen erfahrungsgemäß je nach Feinkornanteil und Lagerungsdichte zwischen etwa $k_f = 5 \times 10^{-2}$ m/s und $k_f = 5 \times 10^{-4}$ m/s. Stärker schluffige Kiese und sandige Partien dagegen können auch eine geringere Durchlässigkeit aufweisen. Rollkieslagen sind extrem wasserdurchlässig und können Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 1 \times 10^{-1}$ m/s erreichen.

Die rechnerische Abschätzung der Durchlässigkeit aus der Korngrößenverteilung nach SEILER ergibt an den im Labor untersuchten Proben Werte zwischen etwa $k = 3,0 \times 10^{-2}$ m/s und $k = 6,4 \times 10^{-3}$ m/s.

Die Wasserdurchlässigkeit der Kiessande ist im Hinblick auf die Versickerung von Niederschlagswasser von Interesse. Für die Dimensionierung von Versickerungseinrichtungen nach dem ATV-Arbeitsblatt A138 sollte unter Berücksichtigung der Bestimmungsmethode, der nachgewiesenen hohen Lagerungsdichte sowie eines Sicherheitszuschlages für den Dauerbetrieb der Anlage (Reduzierung der Durchlässigkeit während der Betriebszeit durch Feinkorneintrag) ein Bemessungsk_F-Wert von $k = 1 \times 10^{-3}$ m/s angesetzt werden.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser kann aber nur planmäßig in nicht verlehmtten Kiessanden angesetzt werden. Sollten im Bereich der geplanten Versickerungseinrichtungen verlehmtte Kiessande angetroffen werden, so müssen diese aus dem Einflussbereich der Versickerungsanlagen entfernt und gegen gut versickerungsfähige Kiessande ersetzt werden bzw. die Versickerungsanlagen müssen in anderen Bereichen positioniert werden.

5 Bautechnische Folgerungen

5.1 Bauwerksgründung

5.1.1 Gründungskonstruktion

Auf dem Grundstück zwischen der Hohenlindner Straße und der Jahnstraße (Fl. Nr. 69/9 bis 69/13 und 71/7) in 85622 Feldkirchen ist der Neubau von mehreren Mehrfamilienhäusern mit gemeinsamer Tiefgarage geplant.

Auf den Baufeldern sollen voraussichtlich ca. 160 bis 180 Wohnungen entstehen. Die Häuser sollen über eine gemeinsame, eingeschossige Tiefgarage miteinander verbunden werden.

Es liegen bislang nur verschiedene städtebauliche Konzepte vor. Die genaue Anzahl und Lage der Gebäude, Gebäudekoten etc. sind noch nicht bekannt.

Für die ersten Betrachtungen wird von einem, über das Gelände gemittelten Bauwerksnull von ca. 525 m NHN mit Gründungstiefen von etwa 3,5 m bzw. 4,5 m unter Bauwerksnull, entsprechend etwa 521,5 m NHN bzw. 520,5 m NHN, ausgegangen.

Nach Vorliegen einer detaillierten Planung sind die im Folgenden getroffenen Annahmen zwingend zu überprüfen und ggf. die bautechnischen Empfehlungen anzupassen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung ist zu erwarten, dass die Gründungsebenen der Gebäude und der eingeschossigen Tiefgarage in den Quartären Kiessanden der Schicht 2 zu liegen kommen.

Die Kiessande der Schicht 2 sind dicht gelagert. Die Kiessande sind nur gering zusammendrückbar, hoch scherfest und für den Abtrag der zu erwartenden Bauwerkslasten sehr gut geeignet.

Die Bauwerkslasten können in der Regel in den Kiessanden in planmäßiger Tiefe sicher und setzungsarm über Einzel- und Streifenfundamente bzw. über Fundamentplatten abgetragen werden.

Sollten in der Gründungssohle nur locker bis annähernd mitteldicht gelagerte Kiese anstehen, wird eine intensive Nachverdichtung der Quartären Kiessande erforderlich.

Sollten außerdem örtlich gering bzw. nicht tragfähige Sand- / Schlufflagen in der planmäßigen Gründungssohle anstehen, werden zur Schaffung eines tragfähigen Auflagers Bodenaustauschmaßnahmen (Kiessandersatz) oder andere auflagerverbessernde Maßnahmen, wie Magerbetonersatz erforderlich.

Als Bodenaustauschmaterial eignet sich kornabgestufter Kiessand mit geringem Schlämmkornanteil (Bodengruppe GW oder GU mit maximal etwa 10 Gew.-% Feinkornanteil). Das Kiessandmaterial ist auf dichte Lagerung zu verdichten. Lagendicke und Anzahl der Verdichtungsübergänge sind abhängig vom gewählten Material und vom Verdichtungsgerät. Die Wahl des Verdichtungsgerätes liegt im Verantwortungsbereich des Auftragnehmers.

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lastausbreitung ist eine Verbreiterung des einzubringenden Kieskoffers sowie des Austauschmaterials mit zunehmender Tiefe unter einem Winkel von 45° gegen die Horizontale vorzunehmen. Bei Austauschdicken, die größer sind als die Fundamentbreite b , ist ab der Tiefe b ein Lastausbreitungswinkel von 60° gegen die Horizontale zu berücksichtigen. Beim Austausch mit Magerbeton kann die Verbreiterung entfallen.

Bei den nachgewiesenen günstigen Untergrundverhältnissen sind bei den üblichen Gründungen nur geringe Setzungen zu erwarten, die für die Bauwerkskonstruktion unschädlich sind.

5.1.2 Gründungsbemessung

Einzel- bzw. Streifenfundamente

Bei einer Gründung über Einzel- bzw. Streifenfundamente in den dicht gelagerten Quartären Kiessanden kann auf Grund der günstigen Bodeneigenschaften der Nachweis der Grenzzustände Grundbruch und Gleiten sowie der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (Nachweis der Setzungen) durch die Verwendung von Erfahrungswerten für den Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ erfolgen (vereinfachter Nachweis in Regelfällen).

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ kann nach DIN 1054:2010-12 in den Kiessanden nach Tabelle A 6.1 bzw. A 6.2 ermittelt werden. Die Werte nach Tabelle A 6.1 gelten für nicht setzungsempfindliche Bauwerke (Nachweis der ausreichenden Grundbruchsicherheit), die nach Tabelle A 6.2 für setzungsempfindliche Bauwerke (Begrenzung der Setzungen).

Auf Grund der nachgewiesenen günstigen Lagerung der Quartärkiese ist im vorliegenden Fall eine Erhöhung der Tabellenwerte A 6.1 bzw. A 6.2 um 40 % möglich.

In Verbindung mit den Grundwasserständen im Endzustand ist bei den Werten der Tabelle A 6.1, je nach Abstand der Gründungssohle zum höchsten Grundwasserspiegel, eine Abminderung gemäß DIN 1054:2010-12 um bis zu 40 % für Grundwassereinfluss zu berücksichtigen.

Des Weiteren sind die zulässigen Erhöhungen (z.B. 20 % für Rechteckfundamente mit einem Seitenverhältnis < 2 m), bzw. die erforderlichen Verminderungen (z.B. bei schrägem und / oder außermittigem Lastangriff) der Tabellenwerte entsprechend DIN 1054:2010-12 zu berücksichtigen.

Bei Ausnutzung der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach Tabelle A 6.1 und A 6.2 der DIN 1054:2010-12 ist bei mittlerer Belastung erfahrungsgemäß mit Bauwerkssetzungen zu rechnen, die bei Fundamentbreiten bis ca. 2 m ein Maß von etwa 1 bis 2 cm nicht übersteigen, eine sorgfältige Verdichtung und geringst mögliche Störung der Fundamentsohle vorausgesetzt. Differenzsetzungen fallen entsprechend kleiner aus. Bei wesentlicher gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente oder bei Überlagerung mit anderen Lasteinflüssen können sich die Setzungen vergrößern. Bei außermittig belasteten Fundamenten treten zusätzlich Verkantungen auf. Genauere Angaben für verschiedene Bauteile können nur auf der Grundlage von Setzungsrechnungen nach vorgegebenen Belastungen gemacht werden.

Die o.g. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gelten für Regelfälle in den jeweiligen Gründungs- bzw. Schichthorizonten. Alternativ kann die Ermittlung auch über Setzungs- und Grundbruchberechnungen erfolgen. Dieses Verfahren kann vor allem bei größeren und breiteren Fundamenten bei größeren zulässigen Bauwerkssetzungen und Setzungsdifferenzen zu günstigeren bzw. wirtschaftlicheren Fundamentabmessungen führen.

Fundamentplatten

Bei einer Plattengründung wird die Bemessung nach einem Verfahren der elastischen Bettung zweckmäßig. Die der Berechnung zu Grunde zu legenden charakteristischen Bodenkenngrößen können der tabellarischen Zusammenstellung in Abschnitt 3.4 entnommen werden.

Die Bettung ist eine lastabhängige Größe. Daher empfiehlt sich bei einer Berechnung nach dem Bettungsmodulverfahren die Bestimmung der Bettungsmoduli auf Grundlage der genauen Fundamentabmessungen und Belastungen mittels einer Setzungsberechnung.

Als Richtwert für die Bettungsziffer kann nach groben Setzungsüberschlägen für die Vorbemessung einer Gründungsplatte in den Quartären Kiessanden bzw. auf dem verdichtet eingebauten Bodenaustauschmaterial zunächst ein Bettungsmodul von $k_{sv} = 30 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

5.1.3 Behandlung der Gründungssohlen

Sämtliche Gründungssohlen sind nach dem Baugrubenaushub sorgfältig zu verdichten, um baubedingte Auflockerungen zu verhindern. Unmittelbar nach Durchführung und Überprüfung der Verdichtung empfiehlt sich das Aufbringen einer ausreichend dicken Magerbetonschutzschicht zur Sicherung gegen eventuelle Störung und Auflockerung der Gründungssohle.

Im Zuge der Verdichtung machen sich auch ungünstige Einlagerungen (z.B. Schlufflinsen), welche in geringer Tiefe unter der Aushubsohle anstehen, durch „Schwabbeligwerden“ des Bodens bemerkbar. Werden solche Einlagerungen bemerkt, so sind sie in gleicher Weise wie etwa direkt in der Aushubsohle anstehende gestörte oder ungünstige Bereiche vollständig auszuheben und durch verdichteten Kiessand bzw. Magerbeton zu ersetzen.

Wenn der Baugrubenaushub in der kalten Jahreszeit durchgeführt wird, ist dafür Vorsorge zu treffen, dass der Frost nicht in den Baugrund eindringen kann, da sonst Frosthebungen der Baugrubensohle möglich sind, die zu Auflockerungen und einer Verminderung der Tragfähigkeit führen können.

5.1.4 Baugrundabnahmen

Es wird empfohlen, nach dem Aushub die Baugrube fachtechnisch abnehmen zu lassen. Wir halten dies insbesondere deshalb für erforderlich, da die gesamte Grundfläche nur mit stichprobenartig angesetzten Bohrungen und Sondierungen untersucht werden konnte. Zwischen den Untersuchungspunkten befindliche punkt- oder linienförmige Störungen können hiermit aber nur zufällig gefunden werden.

Erfolgt in Teilbereichen ein Bodenaustausch, ist eine Baugrundabnahme mit Verdichtungskontrollen zu empfehlen.

5.2 Baugrubensicherung

5.2.1 Baugrubenkonstruktion

Für die ersten Betrachtungen wird angenommen, dass die Untergeschosse mit eingeschossiger Tiefgarage etwa 3,5 m bis 4,5 m unter derzeitiger Geländeoberkante zu liegen kommen. Bei diesen Gründungskoten kommen die Aushubkoten oberhalb des Bemessungswasserspiegels zu liegen.

In Bereichen mit ausreichenden Platzverhältnissen können geböschte Baugruben angelegt werden.

Bei nicht ausreichenden Platzverhältnissen kann ein senkrechter Verbau erforderlich werden. Bei nicht allzu hohen Anforderungen an die zulässigen Verformungen kann ein verschieblicher Verbau, wie z.B. eine Trägerbohlwand ausgeführt werden. Bei höheren Anforderungen kann z. B. eine Pfahlwand zur Ausführung kommen.

Auch sind bei der Wahl der Verbausysteme auf Grund der innerörtlichen Lage mit angrenzender Bebauung die Geräusch- und Erschütterungsemissionen zu berücksichtigen.

Da Erschütterungen und Verformungen im Umfeld der Baugrube nicht vollständig vermieden werden können, empfehlen wir generell im Bereich der angrenzenden Bebauung der Nachbargrundstücke und auf dem Baugrundstück eine Beweissicherung durchzuführen. Grundsätzlich ist DIN 4150 ist zu beachten.

Böschungen

In Bereichen mit ausreichenden Platzverhältnissen können geböschte Baugruben gemäß DIN 4124 ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit nicht steiler als 45° angelegt werden.

Liegen die Böschungen im Einflussbereich von Verkehrslasten oder Bauwerkslasten, so werden Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 erforderlich.

Die DIN 4124 schreibt geringere Böschungsneigungen vor, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden, wie z.B. Erschütterungen, Wasserzutritt usw. Im Zweifelsfall sollte die Bö-

schungsneigung durch den Sachverständigen für Geotechnik überprüft oder aber die Böschung ausreichend abgeflacht oder verbaut werden.

Sämtliche Böschungen sind vor Erosion zu schützen (z.B. durch aufgelegte, ausreichend verankerte Folien).

Trägerbohlwände

Bei der Herstellung von Trägerbohlwänden ist durch die zu erwartende sehr hohe Lagerungsdichte bzw. möglicher Grobeinlagerungen mit sehr hohen Rammwiderständen zu rechnen. Eine Rammung der Träger ist wegen der hohen Lagerungsdichte und der angrenzenden Bebauung nicht möglich. Die Träger sind in verrohrte Löcher einzustellen und im Fußbereich auszubetonieren (Kalkbeton).

Die Ausfachung kann in der Regel mit Holzbohlen erfolgen. Alternativ können auch Kanaldielen oder leichte Spundbohlen verwendet werden, mit denen in der Regel geringere Verformungen in den Verbaufeldern erreicht werden können.

Bei nicht auszuschließenden Rollkieslagen oder Sandlagen in den gewachsenen Kiesen können zur Herstellung der Holzausfachung besondere Maßnahmen – wie z.B. Verkittungsinjektionen – erforderlich werden, mit denen ein Auslaufen der Böden verhindert wird. Hier wird eine besonders vorsichtige Vorgehensweise erforderlich.

Muss der Bohlträgerverbau auf Grund beengter Platzverhältnisse als verlorener Verbau eingesetzt werden, so empfiehlt sich alternativ zur Holzausfachung eine Spritzbetonausfachung, mit der ein vollflächiger und kraftschlüssiger Verbund zwischen Verbau und anstehendem Boden erreicht wird. Im Untergrund verbleibende Holzbohlen können langfristig durch Verrottung zu Nachsetzungen der Geländeoberfläche führen.

5.2.2 Bemessung des Baugrubenverbaus

Die Größenverteilung des auf die Verbauwand wirkenden Erddruckes hängt von den zulässigen Verformungen bzw. den Bewegungsmöglichkeiten ab. Der Erddruck wird ferner durch die Verbauart, die Höhe und die Vorspannung der Anker oder Steifen maßgeblich beeinflusst.

Die statische Bemessung des Baugrubenverbaus ist – wenn nicht anders angegeben – entsprechend den „Empfehlung des Arbeitskreises Baugruben (EAB)“ durchzuführen.

Der Bemessung des Verbaus ist im Allgemeinen der aktive Erddruck E_a zu Grunde zu legen. Liegen im Einflussbereich des Verbaus verformungsempfindliche Rohre oder Leitungen, bzw. Gründungen von angrenzenden Bebauungen, so wird je nach zulässiger Verformung ein erhöhter aktiver Erddruck maßgebend.

Der endgültige Ansatz sollte mit dem Sachverständigen für Geotechnik abgestimmt werden.

Die Erddruckverteilung kann entsprechend der „Empfehlung des Arbeitskreises Baugruben (EAB)“ ermittelt und im Fall der Verankerung entsprechend EAB umgelagert werden.

Der Wandreibungswinkel für den aktiven Erddruck δ_a und Erdwiderstand δ_p kann bei Trägerbohlwänden mit $\delta = \pm 2/3 \phi$ angesetzt werden. Bei der Ermittlung des Erdrückdruckanteils ist keine Wandreibung anzusetzen.

5.3 Bauwasserhaltung

Unter Berücksichtigung der angenommenen Gründungskoten werden keine besonderen Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich, da die Gründungssohle des Neubaus mit einem eingeschossigen Untergeschoss oberhalb des Bemessungswasserspiegels (HGW) zu liegen kommt.

5.4 Abdichtung und Trockenhaltung des Bauwerks

Sämtliche, unter das zukünftige Gelände einbindenden Bauteile müssen ausreichend abgedichtet werden.

Abdichtungsmaßnahmen von erdberührten Bauteilen mit bahnenförmigen und flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffe sind in DIN 18 533:2017 geregelt. Für Bauwerke aus Beton gilt die DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)“.

Die erdberührten Bauteile oberhalb des angegebenen HGW-Standes (siehe Abschnitt 4.1) sind bei stark durchlässigen Böden ($k_f > 10^{-4}$ m/s) gegen *Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtdrückendes Wasser* abzudichten (siehe DIN 18 533-1:2017-07, Wassereinwirkungsklasse W1.1-E).

Bei Anwendung der DAfStb-Richtlinie für wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton ist die Beanspruchungsklasse 2 zu wählen.

Entsprechende Böden sind im Baufeld überwiegend zu erwarten. Die ausreichende Durchlässigkeit ist zwingend auch für die Bauwerkshinterfüllung sicherzustellen. Bei der Planung der Abdichtung sind mögliche Versickerungsanlagen aus der Niederschlagswasserversickerung zu berücksichtigen.

Die erdberührten Bauteile unterhalb des angegebenen HGW-Standes sind gegen *drückendes Wasser* abzudichten. In allen Bewegungs- und Arbeitsfugen müssen Fugenbänder eingelegt werden. In das Abdichtungssystem sind auch z.B. Kellerabgänge und Lichtschächte einzubeziehen. Bei der Ausbildung der in das Grundwasser eintauchenden Bauteile als geklebte Wanne (sog. schwarze Wanne) ist DIN 18 533-1:2017-07 mit einer Wassereinwirkungsklasse W2.1-E bzw. W2.2-E berücksichtigen. Unter Berücksichtigung der Randbedingungen der DAfStb-Richtlinie für wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton ist für diesen Fall die Beanspruchungsklasse 1 zu wählen.

5.5 Weitere Entwurfs- und Ausführungshinweise

Bewegungsfugen

Zur Vermeidung von Rissbildungen in Folge unterschiedlicher Baugrundverformungen können Bewegungsfugen mit ausreichender Fugenbreite zwischen unterschiedlich hoch belasteten, unterschiedlich tief gegründeten Baukörpern erforderlich werden, wenn nicht die ansonsten möglichen Zwängungsspannungen und Kräfteumlagerungen durch eine ausreichende Bauwerksdimensionierung schadlos von der Konstruktion aufgenommen werden können. Die Planung der Fugen erfolgt durch den Tragwerksplaner.

Bauablauf

Tieferreichende Baugruben sollten zur Risikobegrenzung vor Herstellung benachbarter höherliegender Bauwerkskörper soweit wieder verfüllt sein, dass negative Einflüsse auf die höherliegenden Baukörper nicht möglich sind. Wiederverfüllungen, auf bzw. in denen Baukörper zu gründen sind, sind ausreichend zu verdichten und mittels Dichtekontrolle zu überprüfen.

Hinterfüllung von Bauteilen

Zur Hinterfüllung und Verdichtung von Bodenmaterial hinter Bauwerksteilen können die einschlägigen und erprobten Vorschriften z.B. der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke, Köln 2017, herangezogen werden. Auf eine ordnungsgemäße Verfüllung und Verdichtung des hinterfüllten Bodenmaterials einschließlich der durchzuführenden Verdichtungskontrollen ist zu achten.

Bei der Bauwerkshinterfüllung ist bauseits darauf zu achten, dass nur kornabgestufte, schluffarme Kiese verwendet werden. Günstig hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit und Verdichtbarkeit sind schlämmkornarme Kiese (weniger als 5 Gew.-% Feinkornanteil). Wasserstauende Einlagerungen, wie Lehm, Schutt etc. sind aus der Hinterfüllung fernzuhalten.

Erddruck auf Bauwerksaußenwände

Bei lagenweisem Einbau und ordnungsgemäßer Verdichtung der Bauwerkshinterfüllung sind bei Verwendung von Kiessandmaterial (z.B. Bodengruppe GW, GU, SW) für die Bemessung der Bauwerksaußenwände folgende Erddruckannahmen anzusetzen:

$$\begin{aligned}\gamma / \gamma' &= 22 / 13 \text{ kN/m}^3 \\ \varphi &= 35^\circ \\ \delta &= 0\end{aligned}$$

Es gilt im Allgemeinen der erhöhte aktive Erddruck $(E_a + E_0)/2$.

Bei hoher Verdichtung des Hinterfüllbodens tritt bei wenig nachgiebigen Wänden eine Verspannung des entsprechenden Erdkörpers auf, so dass dann der Verdichtungserddruck maßgebend werden kann. Angaben hierzu sind der DIN 4085 und dem Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke zu entnehmen.



Frostsicherheit

Als Mindestgründungstiefe sollte aus Frostsicherheitsgründen 1 m unter späterer Geländeoberkante eingehalten werden. Entsprechende Gründungstiefen sind auch z.B. für Kellerabgänge zu beachten. Beim Bauen in kalter Jahreszeit sind Maßnahmen gegen das Eindringen des Frostes in den frostgefährdeten Gründungsbereichen zu treffen.

Sicherheitsmaßnahmen

Bei allen Erd- und Gründungsarbeiten sind die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften zu beachten, vor allem die Sicherheitsvorschriften der Tiefbaugenossenschaft sowie die Ausführungen der DIN 4124.

6 Schlussbemerkungen

In dem vorliegenden Geotechnischen Bericht werden die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse beschrieben und beurteilt. Es werden ferner die geologischen und bodenmechanischen sowie bautechnischen Klassifizierungen vorgenommen, die zulässigen Tragfähigkeitswerte sowie die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenrechenwerte erarbeitet. Darüber hinaus werden Vorschläge zur Bauwerksgründung, zum Baugrubenverbau, sowie Empfehlungen zur Planung und Bauausführung gegeben.

Bei der Bauausführung wird eine sorgfältige Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten mit Vergleich der angetroffenen Böden mit den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung empfohlen, da Abweichungen des Untergrundes zu den Untersuchungsstellen nicht auszuschließen sind.

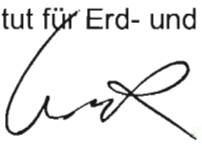
In allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und grundbaulicher Maßnahmen ist KDGeo einzuschalten. KDGeo ist auch von etwaigen wesentlichen Planungsänderungen gegenüber dem Stand bei der Erstellung des Geotechnischen Berichts zu verständigen, soweit Gründung und grundbauliche Maßnahmen betroffen sind. Insbesondere auch im Geotechnischen Bericht nicht aufgeführte Verfahren sind mit dem Sachverständigen für Geotechnik abzustimmen.

Zur Durchführung der erdstatischen und hydrologischen Berechnungen sowie zu ergänzenden Beratungen bei fortgeschrittenem Planungsstand und im Zuge der Bauausführung stehen wir zur Verfügung.

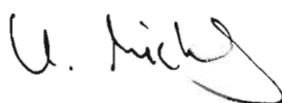
München, den 25. Mai 2023

KDGeo | CZESLIK HOFMEIER + PARTNER

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH
Institut für Erd- und Grundbau


Dipl.-Ing. T. Czeslik




i. A. M. Sc. U. Michels

Anlage 1

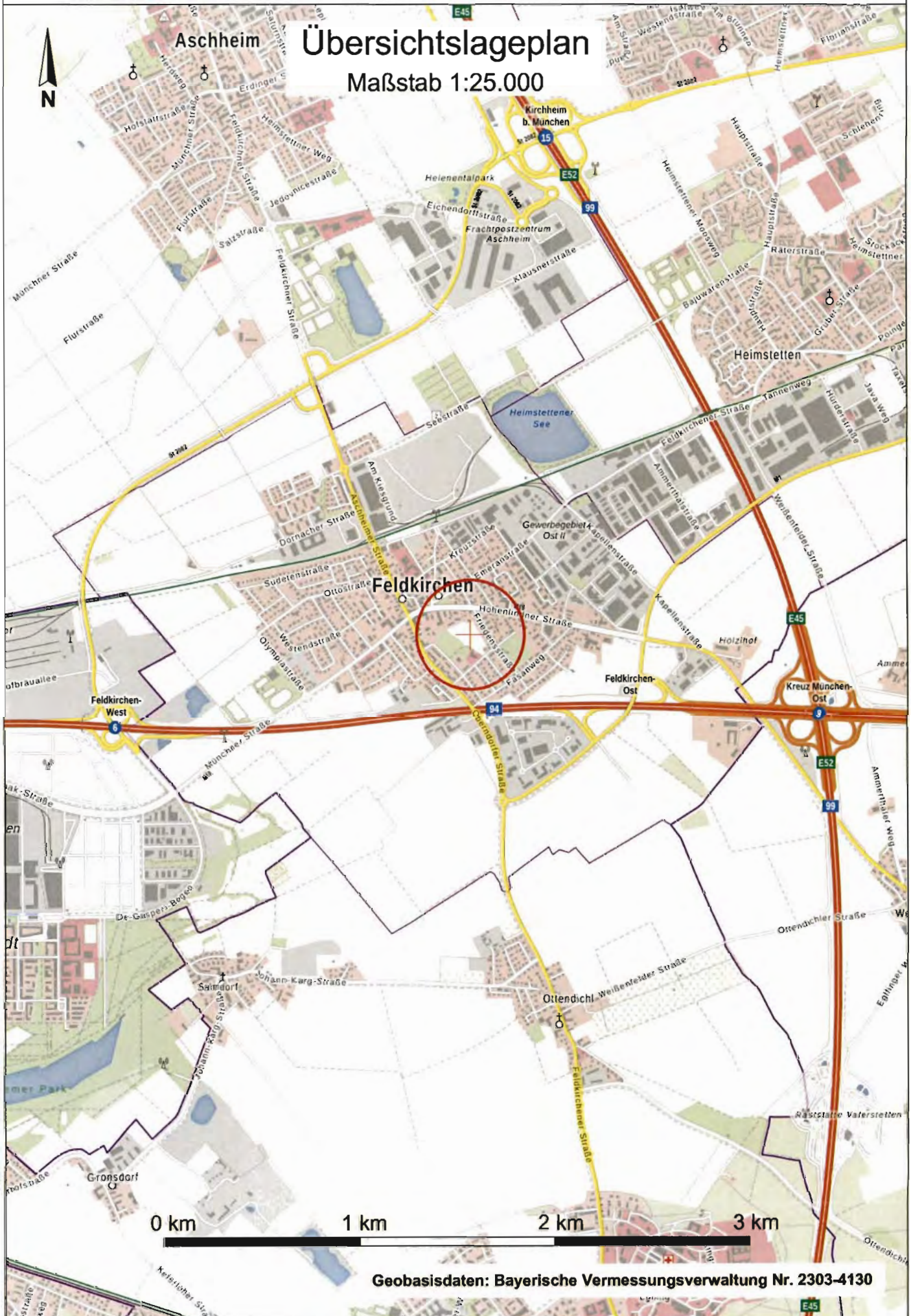
Lagepläne

Stand: 22.05.2023



Übersichtslageplan

Maßstab 1:25.000



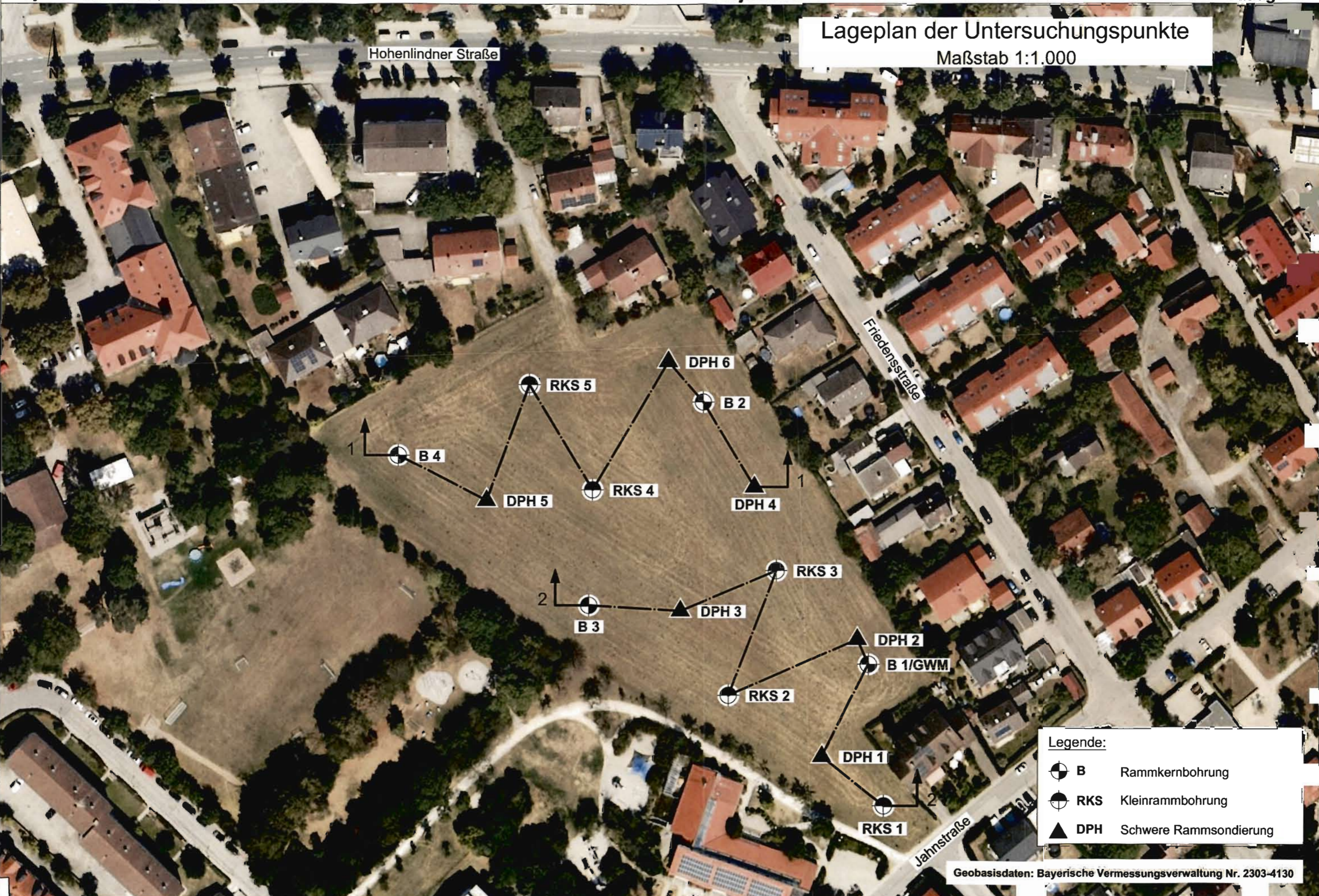
0 km 1 km 2 km 3 km

Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung Nr. 2303-4130

\\192.168.100.102\projekte\2023\183-23\feldkirchen nb mfm mit tg929 feldkirchen-mit baywobau cpläne\kdegeo\übersichtslageplan\übersichtslageplan.dwg

Lageplan der Untersuchungspunkte

Maßstab 1:1.000



Legende:

- B Rammkernbohrung
- RKS Kleinrammbohrung
- DPH Schwere Rammsondierung

Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung Nr. 2303-4130

Stand: 22.05.2023

\\192.168.100.102\projekte\2023\183-23\feldkirchen-nb-mfh-mit-ig-929-feldkirchen-mit-baywobau-cpläne\geolageplan-upkt-lageplan-upkt.dwg

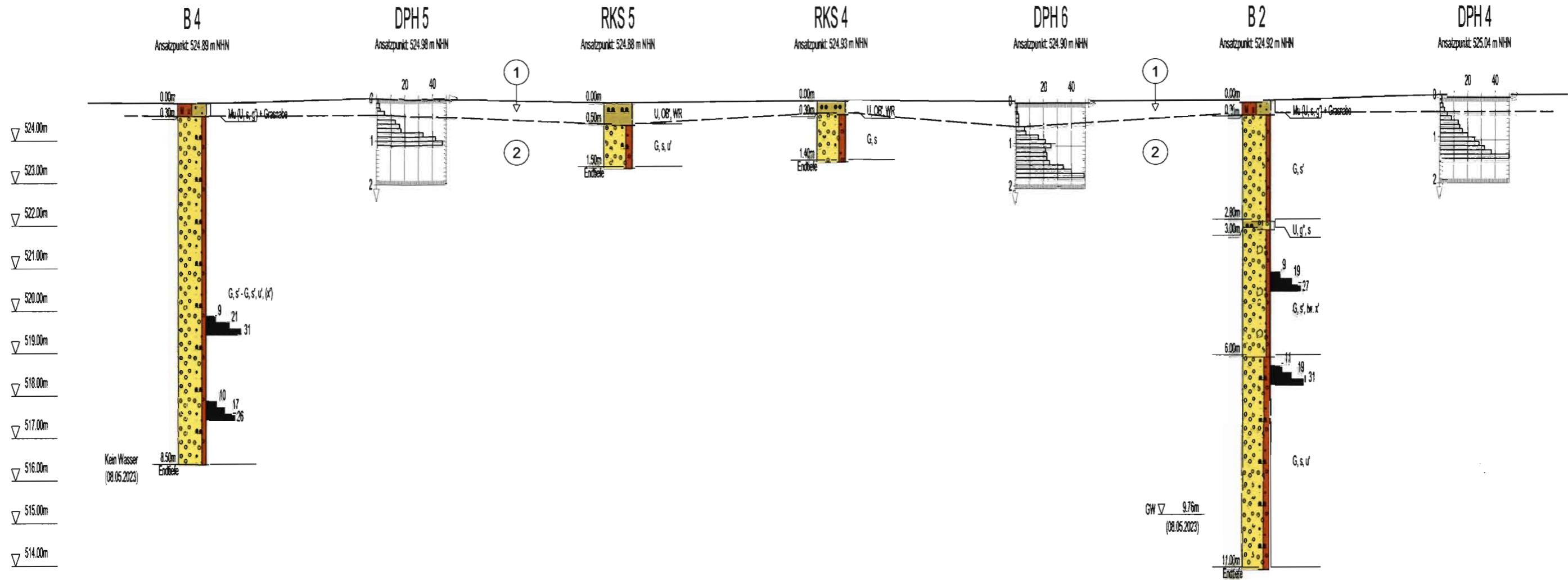
Anlage 2

Baugrundschnitte^{*)}

^{*)} Die Bodenansprache in den Bohrprofilen erfolgte nach fachtechnischer Aufnahme des Bohrgutes durch den Baugrundgutachter und Auswertung der Laborversuche.

Baugrundschnitt 1-1

Maßstab 1:100



— Geradlinige Interpolation der Schichtgrenzen !
 (Zwischen den Untersuchungspunkten sind Abweichungen in der Höhenlage und der Schichtausbildung nicht auszuschließen.)
 Bodenansprache in den Baugrundschnitten erfolgte nach fachtechnischer Aufnahme und Auswertung der Laborversuche.

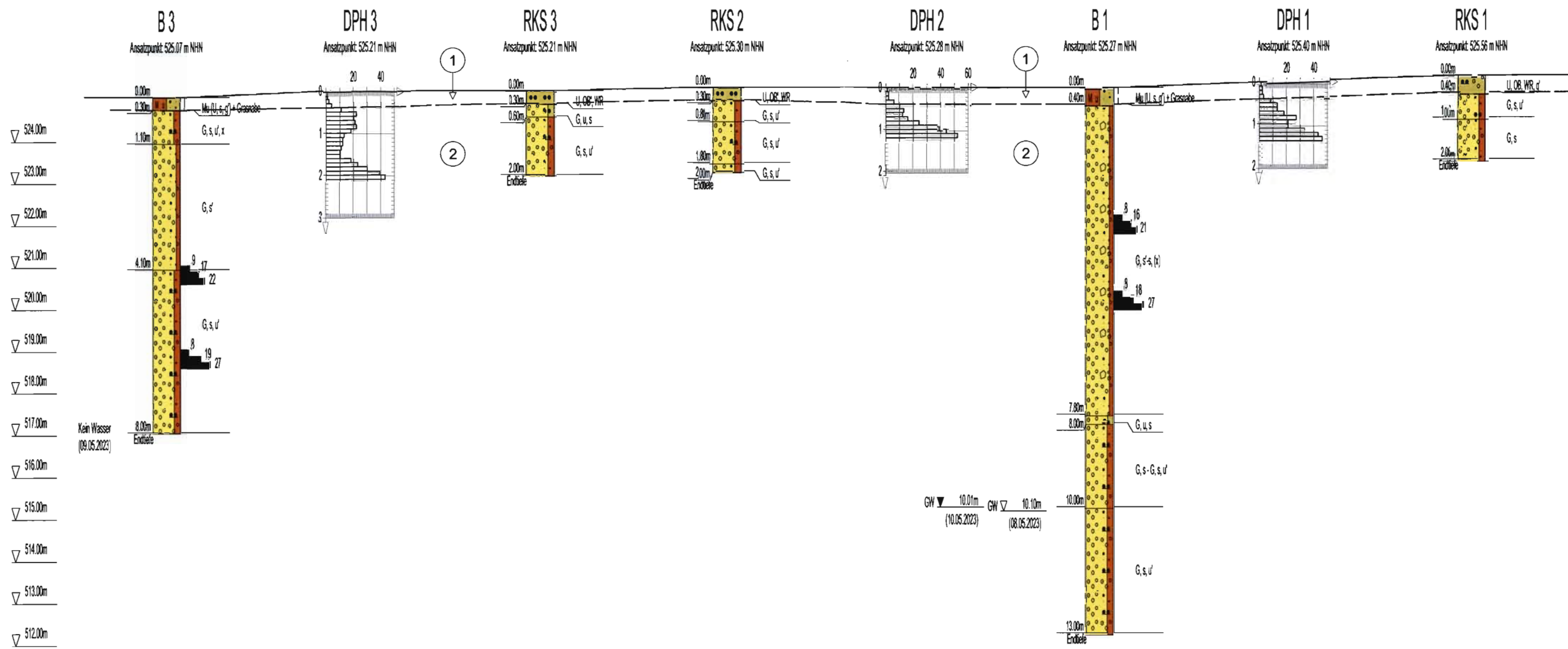
- ① Oberboden
- ② Quartäre Kiessande

Stand: 22.05.2023

\\192.168.100.102\projekte\2023\183-23\feldkirchen-bgu-85622-hohenlindner-strasse-nb-mfh-mit-ig-929-feldkirchen-mit-baywobau-cpläne\kdebaugrundschnitt\baugrundschnitt.dwg

Baugrundschnitt 2-2

Maßstab 1:100



— Geradlinige Interpolation der Schichtgrenzen !
 (Zwischen den Untersuchungspunkten sind Abweichungen in der Höhenlage und der Schichtausbildung nicht auszuschließen.)
 Bodenansprache in den Baugrundschnitten erfolgte nach fachtechnischer Aufnahme und Auswertung der Laborversuche.

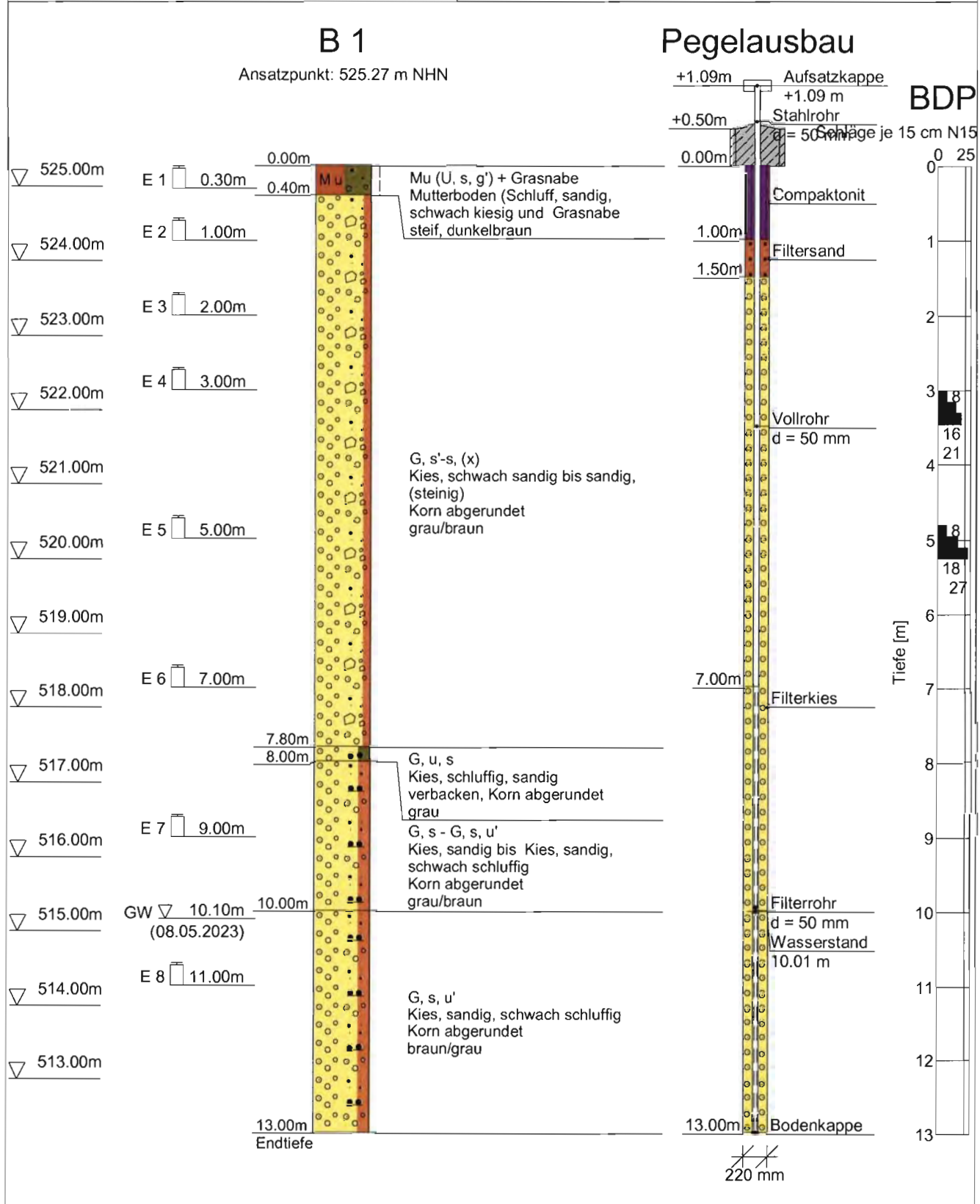
- ① Oberboden
- ② Quartäre Kiessande

Anlage 3

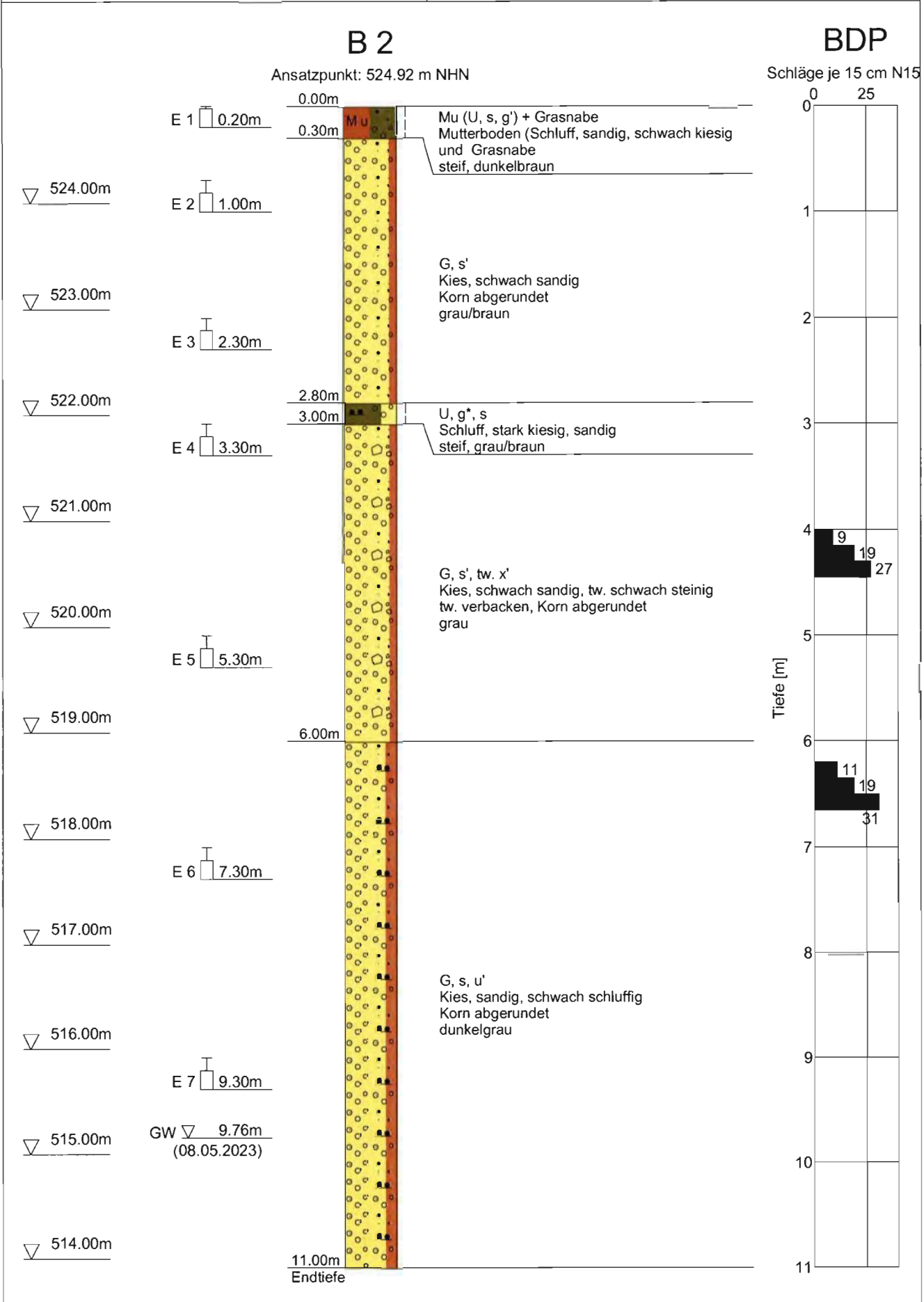
Bohrprofile^{*)}

^{*)} Die Bodenansprache in den Bohrprofilen erfolgte nach fachtechnischer Aufnahme des Bohrgutes durch den Baugrundgutachter und Auswertung der Laborversuche.

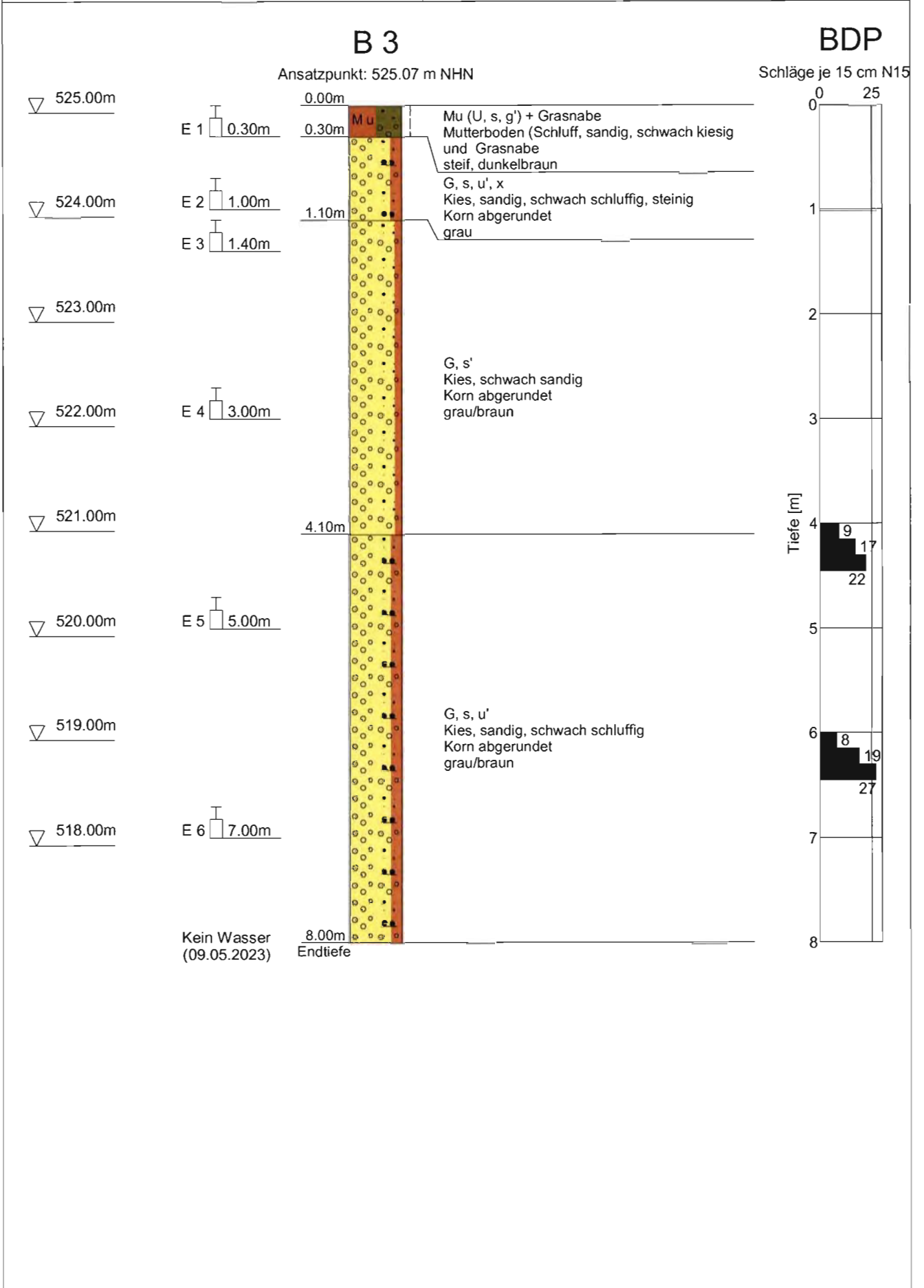
KDGeo CZESLIK HOFMEIER + PARTNER	Projekt	Feldkirchen, Hohenlindner Str.
INGENIEURGES. FÜR GEOTECHNIK MBH	Projekt-Nr.	183-23L
BAYERWALDSTR. 49, 81737 MÜNCHEN	Anlage	3.λ
FON 089/670061-0 FAX:670061-33	Maßstab	1: 75 / 1: 50
Bohrprofil DIN 4023	Datum	08.05.2023
	Ausgeführt	Becker & Bosch



KDGeo CZESLIK HOFMEIER + PARTNER	Projekt	Feldkirchen, Hohenlindner Str.
INGENIEURGES. FÜR GEOTECHNIK MBH	Projekt-Nr.	183-23L
BAYERWALDSTR. 49, 81737 MÜNCHEN	Anlage	3.2
FON 089/670061-0 FAX:670061-33	Maßstab	1: 50
Bohrprofil DIN 4023	Datum	08.05.2023
	Ausgeführt	Becker & Bosch



KDGeo CZESLIK HOFMEIER + PARTNER	Projekt	Feldkirchen, Hohenlindner Str.
INGENIEURGES. FÜR GEOTECHNIK MBH	Projekt-Nr.	183-23L
BAYERWALDSTR. 49, 81737 MÜNCHEN	Anlage	3.3
FON 089/670061-0 FAX:670061-33	Maßstab	1: 50
Bohrprofil DIN 4023	Datum	09.05.2023
	Ausgeführt	Becker & Bosch



8.00m
Endtiefe

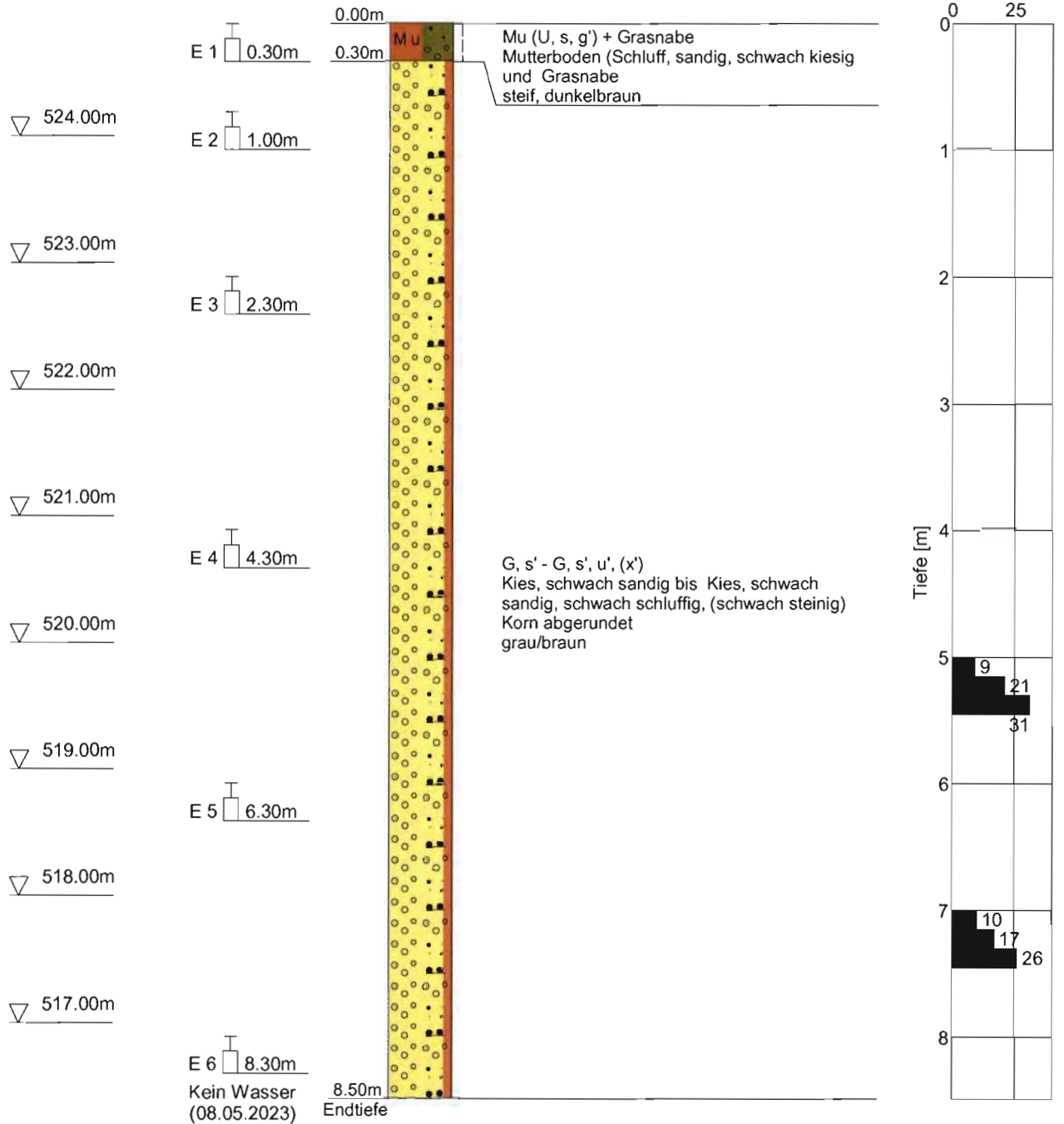
KDGeo CZESLIK HOFMEIER + PARTNER	Projekt	Feldkirchen, Hohenlindner Str.
INGENIEURGES. FÜR GEOTECHNIK MBH	Projekt-Nr.	183-23L
BAYERWALDSTR. 49, 81737 MÜNCHEN	Anlage	3.4
FON 089/670061-0 FAX:670061-33	Maßstab	1: 50
Bohrprofil DIN 4023	Datum	08.05.2023
	Ausgeführt	Becker & Bosch

B 4

Ansatzpunkt: 524.89 m NHN

BDP

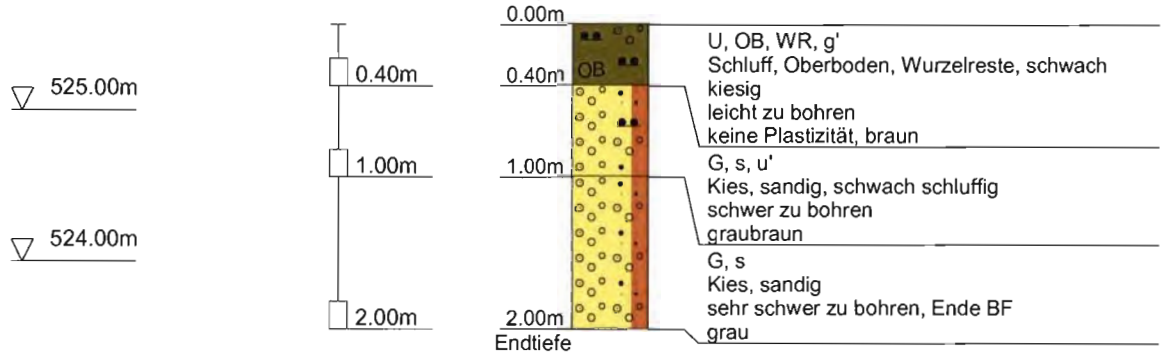
Schläge je 15 cm N15



KDGeo CZESLIK HOFMEIER + PARTNER	Projekt	Feldkirchen, Hohenlindner Str.
INGENIEURGES. FÜR GEOTECHNIK MBH	Projekt-Nr.	183-23L
BAYERWALDSTR. 49, 81737 MÜNCHEN	Anlage	3.5
FON 089/670061-0 FAX:670061-33	Maßstab	1: 50
Bohrprofil DIN 4023	Datum	27.04.2023
	Ausgeführt	Lu/Hd

RKS 1

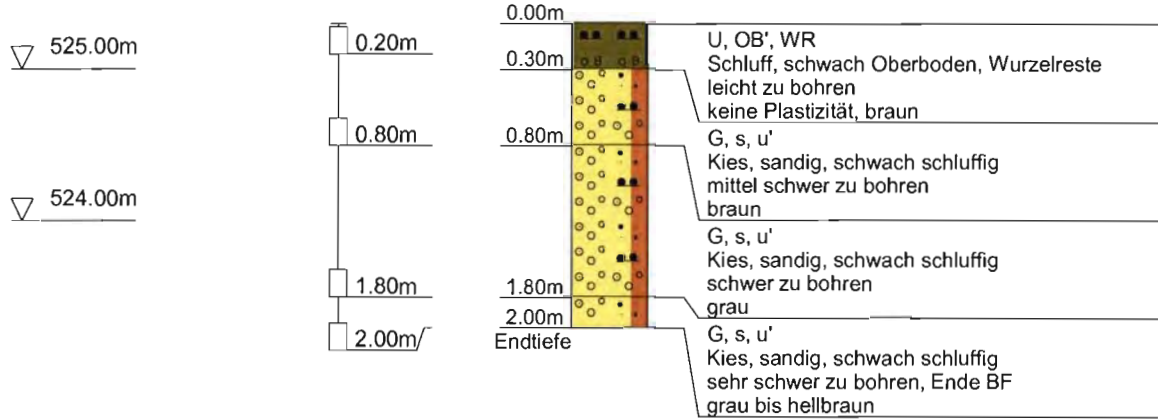
Ansatzpunkt: 525.56 m NHN



KDGEO CZESLIK HOFMEIER + PARTNER	Projekt	Feldkirchen, Hohenlindner Str.
INGENIEURGES. FÜR GEOTECHNIK MBH	Projekt-Nr.	183-23L
BAYERWALDSTR. 49, 81737 MÜNCHEN	Anlage	3.6
FON 089/670061-0 FAX:670061-33	Maßstab	1: 50
Bohrprofil DIN 4023	Datum	27.04.2023
	Ausgeführt	Lu/Hd

RKS 2

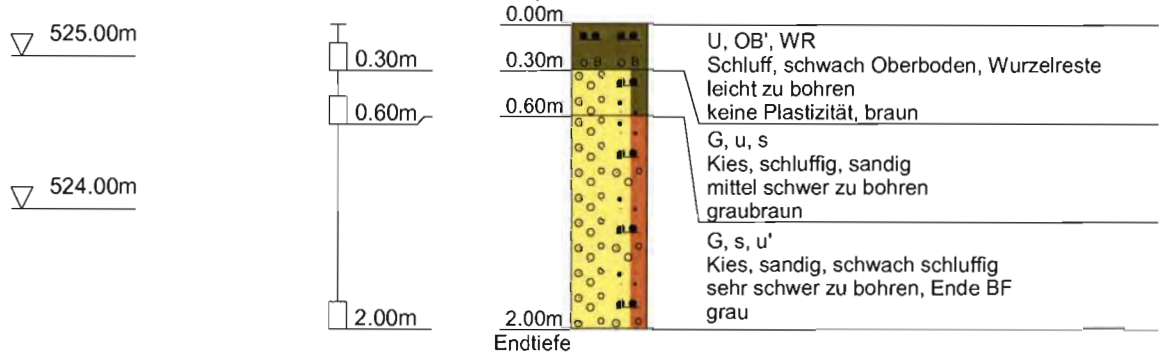
Ansatzpunkt: 525.30 m NHN



KDGeo CZESLIK HOFMEIER + PARTNER	Projekt	Feldkirchen, Hohenlindner Str.
INGENIEURGES. FÜR GEOTECHNIK MBH	Projekt-Nr.	183-23L
BAYERWALDSTR. 49, 81737 MÜNCHEN	Anlage	3.7
FON 089/670061-0 FAX:670061-33	Maßstab	1: 50
Bohrprofil DIN 4023	Datum	27.04.2023
	Ausgeführt	Lu/Hd

RKS 3

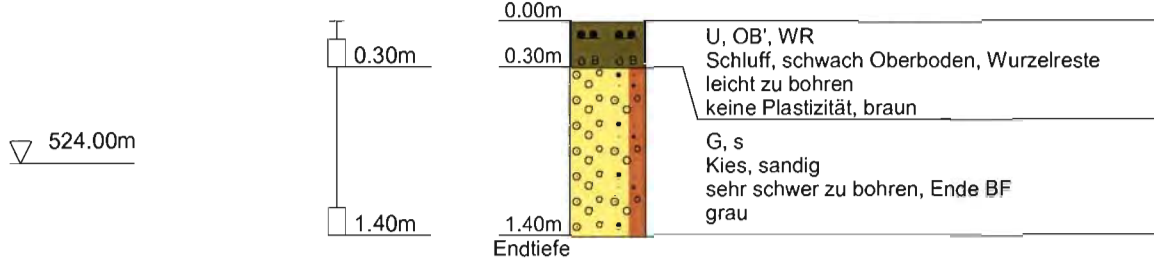
Ansatzpunkt: 525.21 m NHN



KDGEO CZESLIK HOFMEIER + PARTNER	Projekt	Feldkirchen, Hohenlindner Str.
INGENIEURGES. FÜR GEOTECHNIK MBH	Projekt-Nr.	183-23L
BAYERWALDSTR. 49, 81737 MÜNCHEN	Anlage	3,8
FON 089/670061-0 FAX:670061-33	Maßstab	1: 50
Bohrprofil DIN 4023	Datum	27.04.2023
	Ausgeführt	Lu/Hd

RKS 4

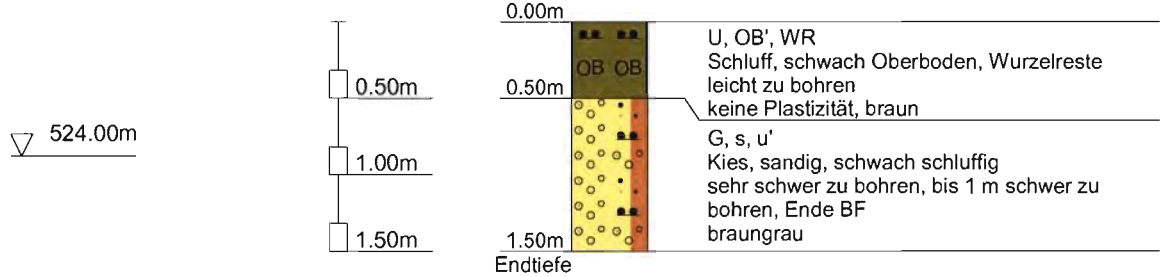
Ansatzpunkt: 524.93 m NHN



KDGEO CZESLIK HOFMEIER + PARTNER	Projekt	Feldkirchen, Hohenlindner Str.
INGENIEURGES. FÜR GEOTECHNIK MBH	Projekt-Nr.	183-23L
BAYERWALDSTR. 49, 81737 MÜNCHEN	Anlage	3.9
FON 089/670061-0 FAX:670061-33	Maßstab	1: 50
Bohrprofil DIN 4023	Datum	27.04.2023
	Ausgeführt	Lu/Hd

RKS 5

Ansatzpunkt: 524.88 m NHN



Anlage 4

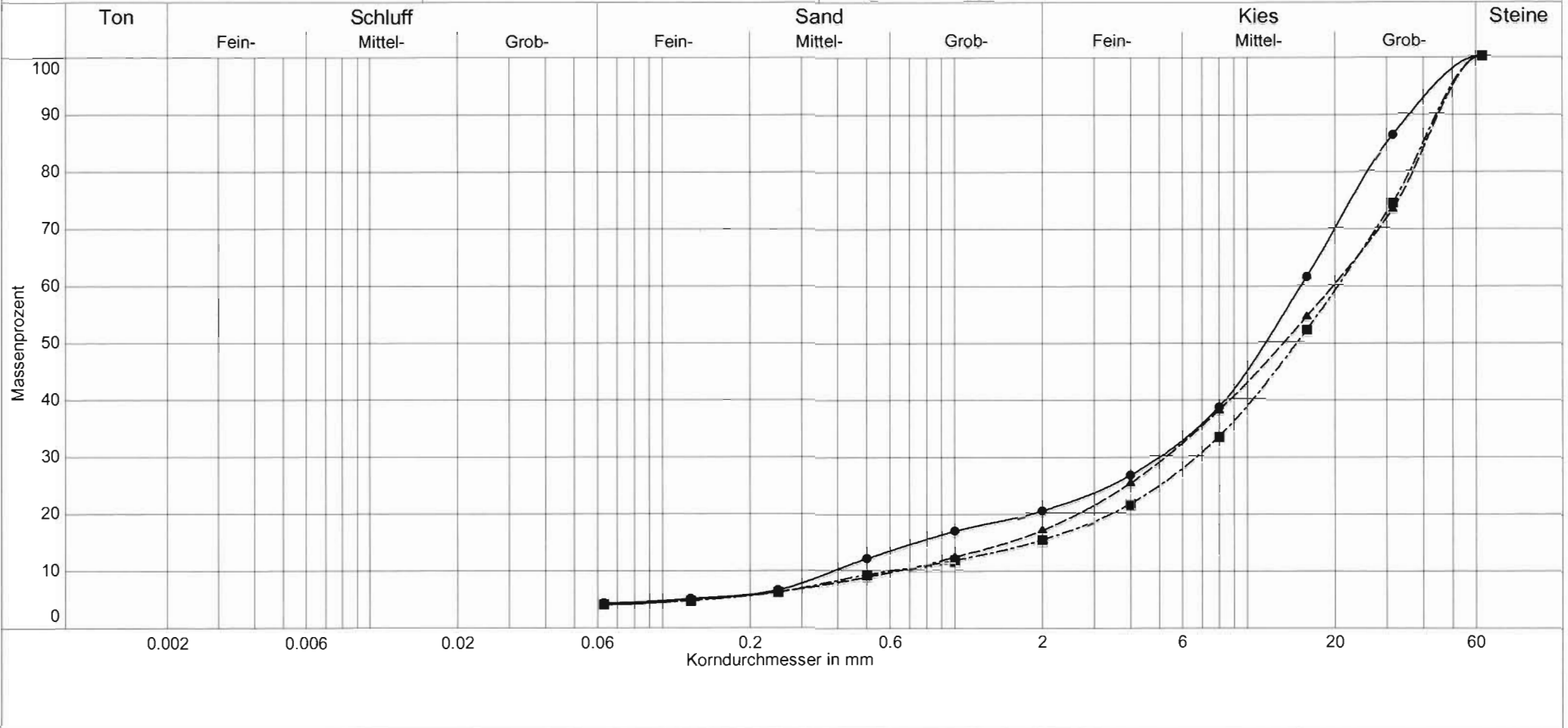
Sondierdiagramme

Anlage 5

Laborversuchsergebnisse

Kornverteilung

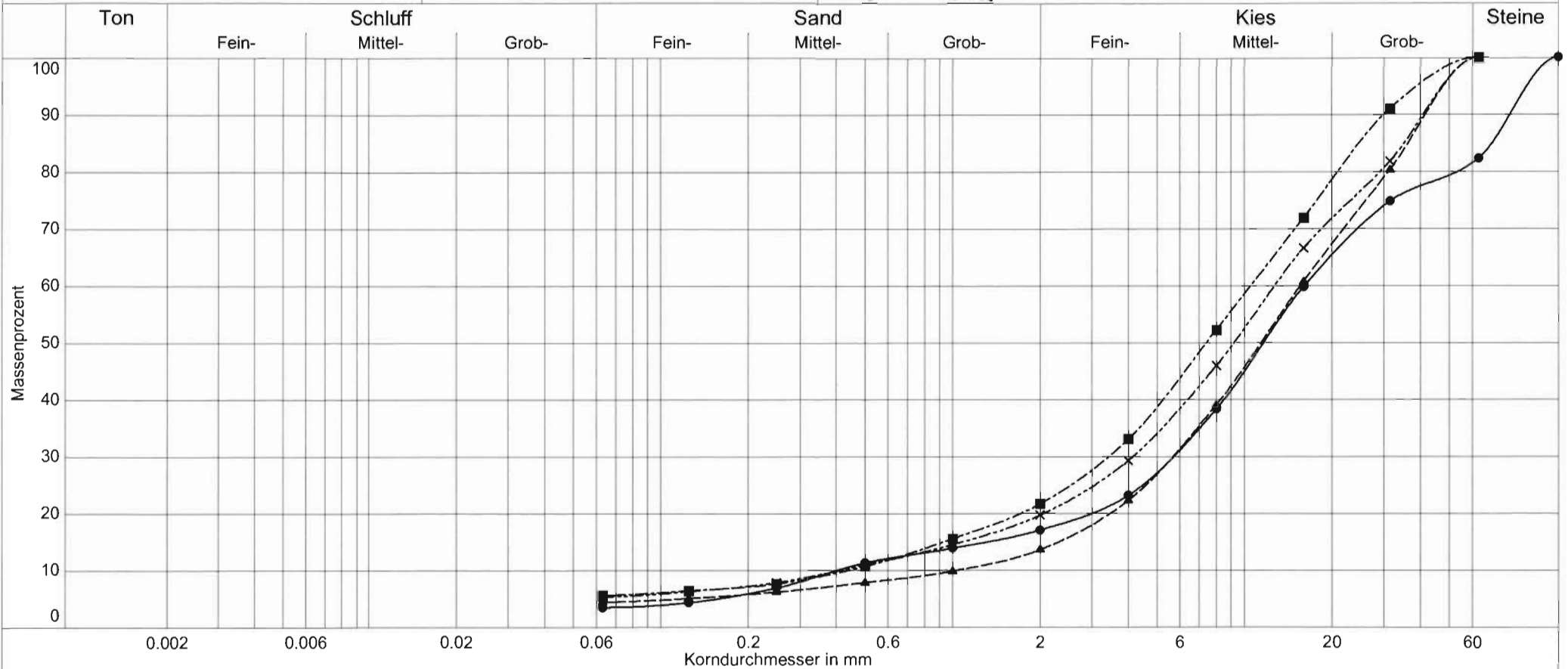
DIN 18 123-5



Labornummer	—●— 28715	-▲- 28718	-■- 28719
Entnahmestelle	B1	B2	B3
Entnahmetiefe	1,7 - 2,0 m	2,0 - 2,3 m	2,8 - 3,0 m
Ungleichförm. Cu	39.1	30.0	32.5
Bodenart	G,s	G,s'	G,s'
Bodengruppe	GI	GW	GI
Anteil < 0.063 mm	4.3 %	4.0 %	4.1 %
kf nach Seiler	1.7E-02 m/s	1.7E-02 m/s	3.0E-02 m/s

Kornverteilung

DIN 18 123-5



Labornummer	—●— 28716	---▲--- 28717	---■--- 28720	---×--- 28721
Entnahmestelle	B1	B2	B3	B4
Entnahmetiefe	4,7 - 5,0 m	5,0 - 5,3 m	4,7 - 5,0 m	4,0 - 4,3 m
Ungleichförm. Cu	39.9	15.0	23.8	30.6
Bodenart	G,x,s'	G,s'	G,s,u'	G,s',u'
Bodengruppe	GI	GW	GU	GU
Anteil < 0.063 mm	3.4 %	4.4 %	5.6 %	5.3 %
kf nach Seiler	2.8E-02 m/s	7.3E-03 m/s	6.4E-03 m/s	1.1E-02 m/s

Anlage 6

Grundwasserdaten



Stammdaten DORNACH 553

Messstellen-Nr.: 16195

Gemeinde: Aschheim

Landkreis: München

Betreiber:  Wasserwirtschaftsamt München

Grundwasserleiter: Quartär

Ausbautiefe unter Gelände [m]: --

Geländehöhe: 516,50 m ü. NN

Beobachtet seit: 1972

Ostwert: 700053 (ETRS89 / UTM Zone 32N)

Nordwert: 5336952

Höchster Wasserstand seit 1972: 514,91 m ü. NN

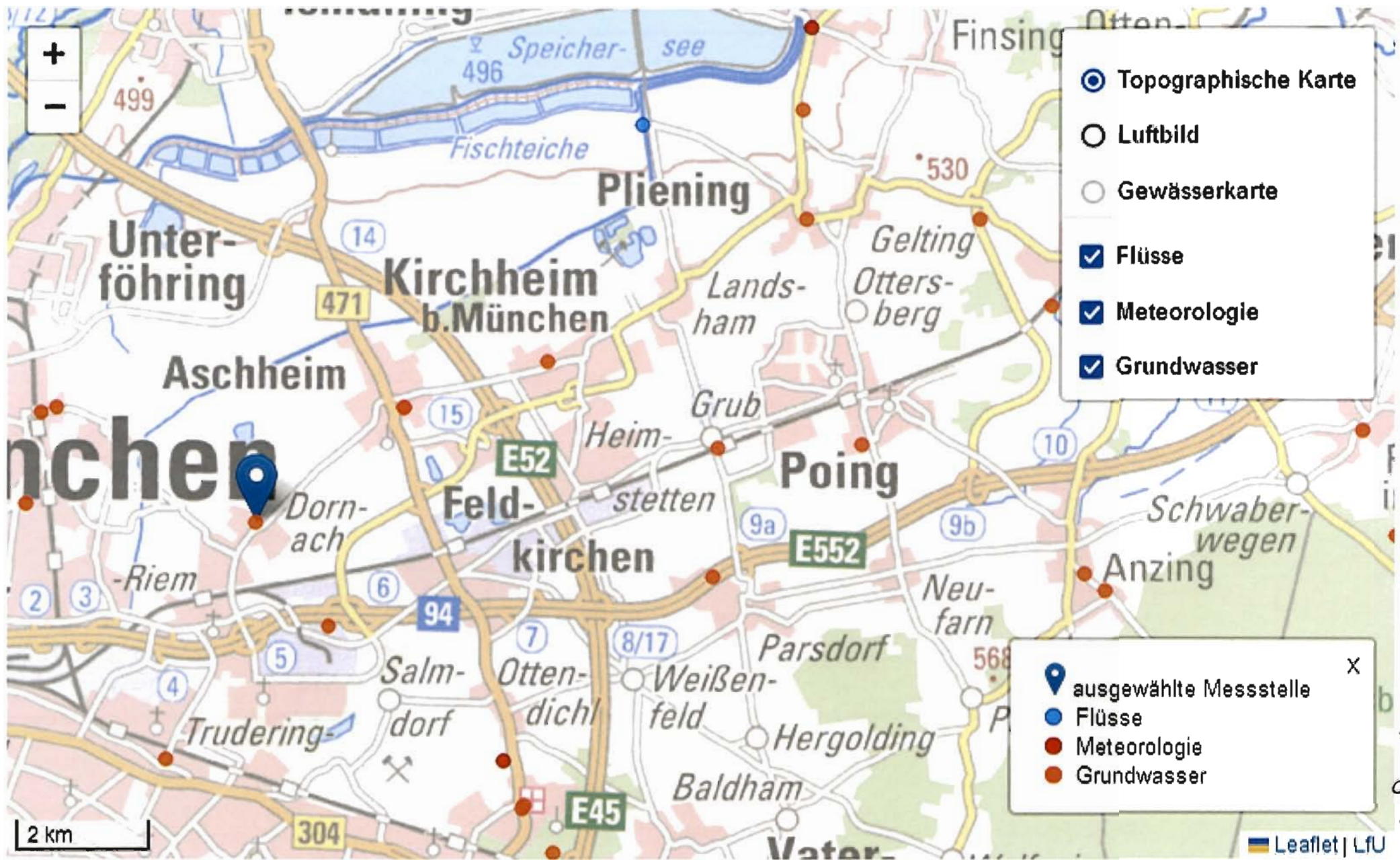
Mittlerer Wasserstand seit 1972: 513,30 m ü. NN

Niedrigster Wasserstand seit 1972: 509,67 m ü. NN

Foto der Messstelle



Lage der Messstelle DORNACH 553



KD Geo 183-236

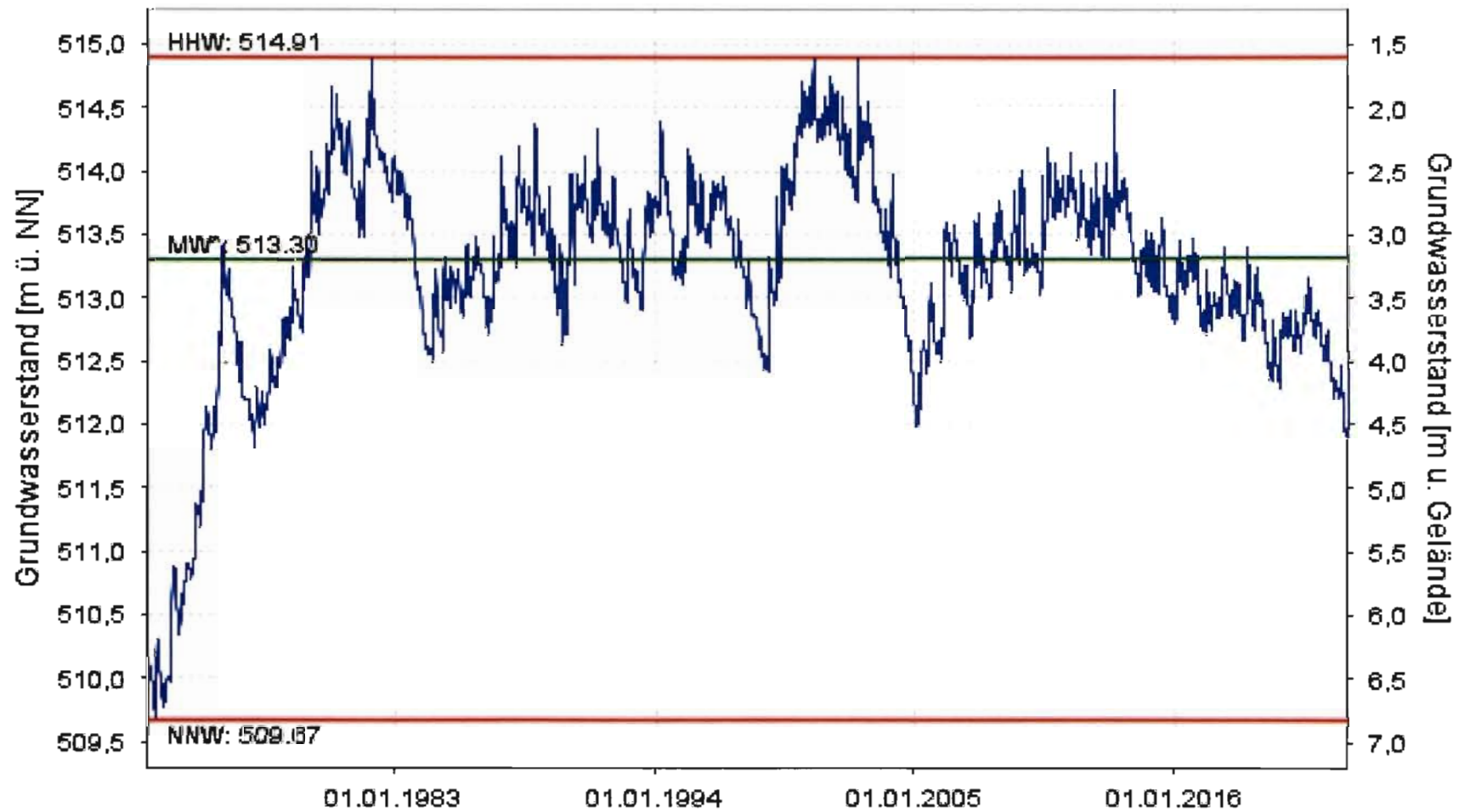
Anlage G.1.2

Messstelle: DORNACH 553

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 16195

Zeitraum: Jul 1972 - Mai 2023



* Abflussjahr (1971-2021)
erstellt: 24.05.2023

- Rohdaten -

Quelle: www.lfu.bayern.de

KDGeo 183-23C

Anlage G.1.3



Stammdaten EGLFING LEHRER 265B

Messstellen-Nr.: 16006

Gemeinde: Haar

Landkreis: München

Betreiber:  Wasserwirtschaftsamt München

Grundwasserleiter: Quartär

Ausbautiefe unter Gelände [m]: --

Geländehöhe: 538,43 m ü. NN

Beobachtet seit: 1915

Ostwert: 704219 (ETRS89 / UTM Zone 32N)

Nordwert: 5332868

Höchster Wasserstand seit 1915: 528,59 m ü. NN

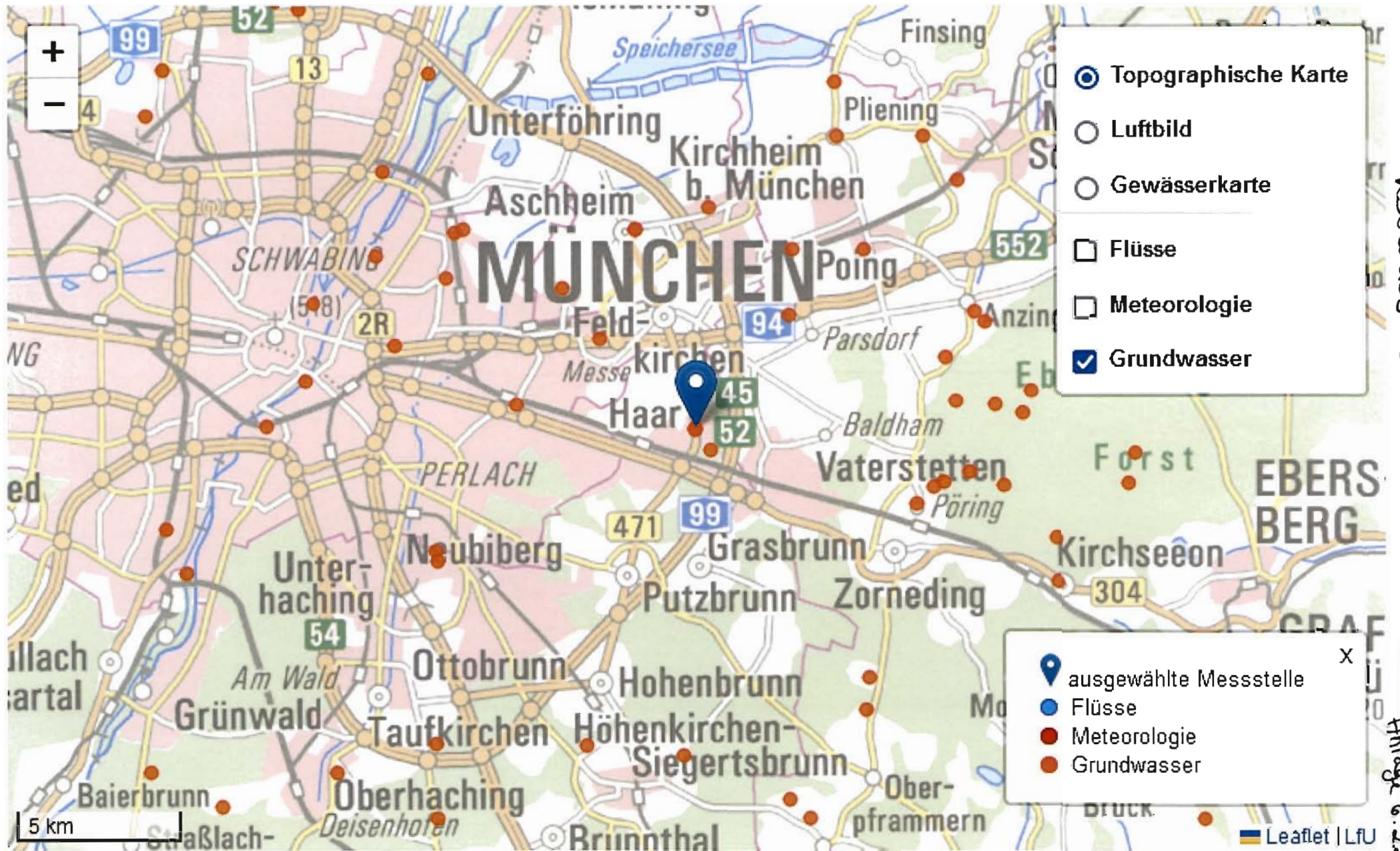
Mittlerer Wasserstand seit 1915: 524,98 m ü. NN

Niedrigster Wasserstand seit 1915: 521,59 m ü. NN

Foto der Messstelle



Lage der Messstelle EGLFING LEHRER 265B

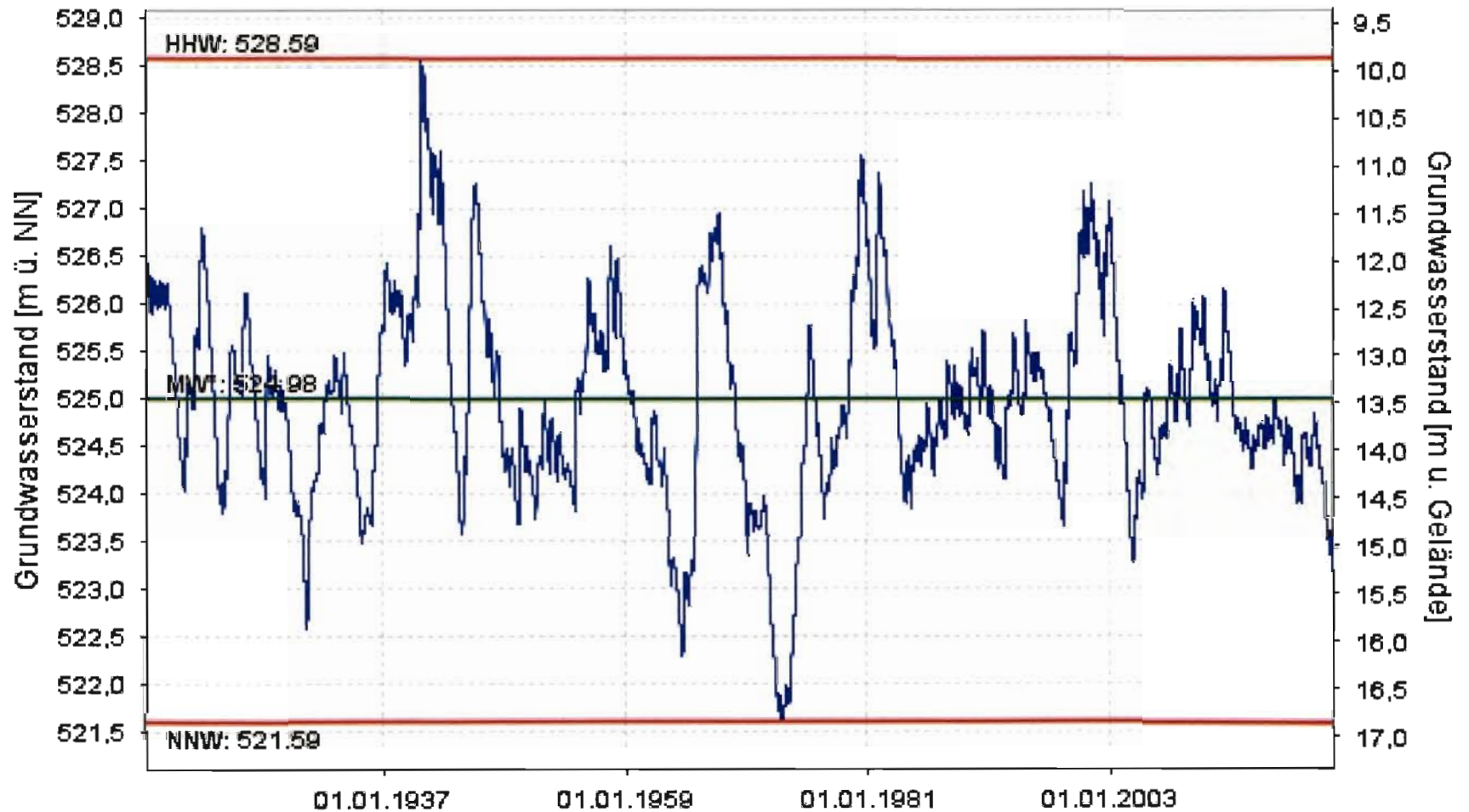


Messstelle: EGLFING LEHRER 265B

Nr: 16006

Grundwasserleiter: Quartär

Zeitraum: Apr 1915 - Mai 2023



* Abflussjahr (1914-2021)
erstellt: 24.05.2023

- Rohdaten -

Quelle: www.lfu.bayern.de

KDGeo 183-23L

Anlage G.23