ACI

AXEL CHRISTMANN INGENIEURTECHNIK GMBH

Paul-Gerhardt-Allee 46
81245 MÜNCHEN
Tel. 089/89 60 48 0
Telefax 89 60 48 18

Kurzbericht G3721-A

Bauvorhaben	Sondergebiet Technologie Campus
Ort	Gemarkung Unterbiberg Flur-Nr. 65, 85579 Neubiberg
Bauherr	Kapellenfeld Entwicklungs GmbH & Co. KG, vertreten durch die Kapellenfeld Verwaltungs GmbH Zwergerstr. 2 85579 Neubiberg
Ziel des Kuzberichts	Angaben zum Grundwasser und Versickerung
Projektleiter	Dipl.-Geol. D. Hermann M.Sc. M. Lafogler Dipl.- Ing. Axel Christmann
Datum des Gutachtens	18.11.2021
Anlagen	Lageplan, Laborergebnisse
Zahl der Ausfertigungen	3-fach
Verteiler	2-fach Orig./1-fach pdf Kapellenfeld Verwaltungs GmbH 1-fach ACI

Das Gutachten darf ohne schriftliche Zustimmung von ACI
weder ganz noch auszugsweise veröffentlicht werden.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite

1. VORBEMERKUNGEN 4

2. GEOLOGISCHER ÜBERBLICK 5

3. FELDERKUNDUNG 6

4. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE 7

4.1. Mutterboden 7
4.2. „Rotlage“ 7
4.3. Kies 7
4.4. Tertiäre Molassesedimente 8
4.5. Grundwasser 9

A N L A G E N V E R Z E I C H N I S

Anlage 1.1:	Lageplan mit Ansatzstellen der Bohrungen
Anlage 1.2	Lageplan mit HW40-Isohypsen
Anlage 2:	Bodenprofile
Anlage 3:	Analytik
Anlage 4:	Sieblinien
Anlage 5:	ACI-Zertifikat Untersuchungsstelle nach § 18 BBodSchG

1. VORBEMERKUNGEN

Die Kapellenfeld Entwicklungs GmbH & Co. KG, vertreten durch die Kapellenfeld Verwaltungs GmbH plant die Bebauung des Zukunftspark Neubiberg.

Das Baugebiet erstreckt sich auf ca. 6 ha und wird derzeit als Ackerfläche genutzt. Das Gelände ist eben und nahezu niveaugleich.

Der Bauherr hat unser Institut für Erd- und Grundbau mit der geotechnischen Untersuchung und Bewertung der Untergrundverhältnisse beauftragt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in unserem Gutachten Nr. 3721 dokumentiert und diskutiert.
Außerdem wurde unser Büro mit der Untersuchung und abfallrechtlichen, sowie bodenschutzrechtlichen Bewertung der in den Bohrungen angetroffenen Böden hinsichtlich potentiell enthaltener Schadstoffverunreinigungen beauftragt..
Im vorliegenden Gutachten werden die Ergebnisse dieser Untersuchungen gemäß der Beauftragung dokumentiert und bewertet.

2. GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Die geplante Baumaßnahme befindet sich im Bereich der Münchner Schotterebene. Die kiesigen, überwiegend rolligen Sedimente dieser Schotterebene wurden im Pleistozän durch die nach Norden abfließenden Schmelzwässer der kaltzeitlichen (Günz-, Mindel-, Riß- und Würmglazial) Alpengletscher (Isar-Loisachvorlandgletscher) herantransportiert und abgelagert. Entsprechend den wechselnden Transport- und Ablagerungsbedingungen ist die Kornzusammensetzung dieser Schotter nicht einheitlich, so dass neben unterschiedlich schluffigen-sandigen Anteilen häufig Steine und z.T. auch größere Gerölle enthalten sind.
Typisch für diese fluvioglazialen Terrassenschotter sind außerdem Kieslinsen, die in Bereichen hoher Fließgeschwindigkeit abgelagert wurden und daher praktisch keine Nebengemenganteile besitzen (gut sortierte, enggestufte oder internmittierend gestufte Kiese). Der Anteil dieser als „Rollkies" oder „Leerkies“ bezeichneten Kieslinsen unterliegt großen Schwankungen. Erfahrungsgemäß ist mit ca. 10 % bis 20 % Rollkies im Terrassenschotter zu rechnen, wobei er aber auch weniger als 5 % und lokal bis über 50 % betragen kann. Rollkies besitzt eine hohe Wasserdurchlässigkeit und eine geringe Standfestigkeit im Anschnitt. Je nach Mächtigkeit und Häufigkeit können deshalb unter anderem bei Grundwasserabsenkungen und Injektionen sowie im Tunnelbau (Nachfall, etc.) evtl. Sondermaßnahmen erforderlich werden.
In den Münchner Terrassenschottern ist generell (vor allem im Hochterrassenschotter) mit konglomeratartig verfestigten, kalzitisch gebundenen Bereichen zu rechnen, auch wenn diese im Stadtgebiet eher selten sind und in den Aufschlüssen nicht angetroffen wurden.
Lokal werden die Kiese der Münchener Schotterebene von jüngeren, lehmigen Sedimenten (Decklehm, Lößlehm) überlagert. Meist bestehen diese aus ockerfarbenen, halbfesten Schluffen und sind lokal von Schnecken oder Muschelschalen durchsetzt.

Unterlagert werden die quartären Schotter von den Sedimenten der tertiären Oberen Süßwassermolasse (OSM), welche im bayerischen Raum aufgrund ihres meist hohen Glimmergehalts auch unter dem Lokalnamen "Flinz" bekannt sind.
Diese limnische und fluviatile Gesteinsabfolge bildete sich aus dem Abtragungsschutt der Nördlichen Kalk- und Zentralalpen, die im Tertiär zum Hochgebirge wurden.
Die OSM setzt sich in große Tiefen fort und besteht im bautechnisch relevanten oberen Teil überwiegend aus sandigen („Flinzsande“) und schluffig-tonigen („Flinzmergel“) Ablagerungen, die z.T. auch kiesige Anteile oder Einschaltungen enthalten können.
Bei den Flinzsanden handelt es sich um fein- bis mittelkörnige, oft unterschiedlich tonige oder schluffige, überwiegend dicht bis sehr dicht gelagerte, glimmer- und feldspatführende Quarzsande. Lokal treten auch, meist relativ geringmächtige, fein- bis mittelkörnige Quarzkieseinlagerungen auf.
Die grüngrauen bis graugelben, häufig feinsandigen „Flinzmergel“ (Schluffe und Tone) können bereichsweise karbonatarm oder -reich sein. Im bergfrischen Zustand besitzen sie meist eine halbfeste bis feste Konsistenz.
Die Flinzmergel und –sande können Kalkkonkretionen enthalten und felsartig verfestigt sein, so dass sie dann als Sandstein bzw. Mergelstein vorliegen.
Bei der Grenzfläche zwischen dem liegenden, tertiären „Flinz“ und dem hangenden quartären Schotter handelt es sich um eine alte Erosionsfläche, die im Münchner Raum ein Relief mit meist flachen Erhebungen und Mulden sowie Rinnen aufweist.

3. FELDERKUNDUNG

Zur besseren Übersicht sind nachfolgend nochmals die Bohrungen dokumentiert, die im Rahmen unseres Gutachtens Nr. 3721 abgeteuft wurden.

Tabelle 1: Bohrungen

Bohrung	Koordinaten UTM-E	Koordinaten UTM-N	Ansatzpunkt [mNN]	Tiefe [m]	Tiefe [mNN]
GWM 1	694686,86	5328786,17	547,14	21,00	526,14
B 2	694460,97	5328804,38	546,92	10,00	536,92
B 3	694345,36	5328817,89	546,23	21,00	525,23
B 4	694331,96	5328904,44	546,24	10,00	536,24
B 5	694553,90	5328885,07	546,54	10,00	536,54
B 6	694671,10	5328933,67	546,45	10,00	536,45
B 7	694573,63	5328942,83	546,44	10,00	536,44
B 8	694334,19	5329052,65	545,87	10,00	536,87
B 9	694603,37	5329028,12	546,02	21,30	534,72
B 10	694733,89	5329017,19	546,04	10,00	536,04
B 11	694758,53	5329104,22	545,65	10,00	536,64
B 12	694636,80	5329120,49	545,53	10,00	535,53
B 13	694521,53	5329125,00	545,52	16,00	535,52
B 14	694412,05	5329134,75	545,61	10,00	535,61
B 15	694296,56	5329145,25	544,55	21,00	523,55
B 16	694363,38	5329227,93	544,87	10,00	534,87
B 17	694592,39	5329206,83	544,96	8,00	536,96
B 18	694822,36	5329186,77	545,12	10,00	535,12
B 19	694776,73	5329279,07	544,94	21,30	523,64
B 20	694543,68	5329301,01	544,60	10,00	534,60

Die Ansatzpunkte der Bohrungen und die Lage der Schürfe sind im Lageplan in Anlage 1 dokumentiert.

4. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

Anhand der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen kann eine Unterteilung des Baugrundes in einzelne Schichten erfolgen.

Der Untergrund stellt sich wie folgt dar:

- Mutterboden
- „Rotlage“
- Quartärer Terrassenschotter
- Tertiäre Molassesedimente

4.1. Mutterboden

In allen Bohrungen wurde ein schwach humoser, braun bis dunkelbrauner Oberboden mit steifer bis halbfester Konsistenz (überwiegend halbfest) angetroffen. Die Mächtigkeit liegt zwischen 0,35-0,60 m.

Es wurden nur sehr geringe Mengen an Ziegelresten im Mutterboden festgestellt. Der angetroffene Mutterboden war organoleptisch unauffällig.

4.2. „Rotlage“

Der Übergang zwischen Mutterboden und Kies wird häufig als „Rotlage“ bezeichnet. Hierbei handelt es sich im Bereich des Baugrundstücks um einen halbfesten Schluff, der kiesige und sandige Anteile enthält und nur geringfügig durchwurzelt ist.

Dieser lehmige Überhangshorizont wurde bis maximal 0,7 m u. GOK erbohrt. Dieser Bodenhorizont war ebenfalls organoleptisch unauffällig.

4.3. Kies

Unterhalb des Mutterbodens stehen die quartäre Terrassenschotter in Form von überwiegend schwach steinigen, unterschiedlich sandigen, zum Teil schwach schluffigen bis schluffigen Fein bis Grobkiesen an.
Teilweise wurden kiesige Mittelsandlinsen im Terrassenschotter angetroffen.

In den Bohrungen GWM1, B3, B9, B15 und B19 wurden die Terrassenschotter durchteuft. Sie reichen bis 19,4 m u. GOK (Bohrung B3) bzw. bis 20,1 m u. GOK (Bohrung GWM1).

Die quartären Terrassenschotter sind linsenartig aufgebaut, wobei sich diese sowohl in der Kornzusammensetzung als auch in ihrer räumlichen Ausdehnung unterscheiden. So werden annähernd feinkornfreie, sandarme Kiese neben schwach schluffigen bis schluffigen Kiesen angetroffen.

4.4. Tertiäre Molassesedimente

Das Liegende der quartären Terrassenschotter bilden die tertiären Molassesedimente. Grundsätzlich werden diese Ablagerungen in

- tertiären Mergel (Flinzmergel) und
- tertiären Sanden (Flinzsande).

unterschieden.

In den Bohrungen GWM1, B3, B9, B15 und B19 wurden die tertiären Molassesedimente in Tiefen ab 19,4 m u. GOK (Bohrung B3) bzw. ab 20,1 m u. GOK (Bohrung GWM1) aufgeschlossen.

Die tertiären Mergel werden von feinsandigen Schluffen und Tonen gebildet. Oft enthalten sie Kalkkonkretionen der Grobsand- und Feinkiesfraktion, deren Kornform unregelmäßig gerundet ist. Die Farbe der Mergel reicht von ocker über oliv bis braun. Die Mergel sind zum Teil glimmerhaltig.

Die tertiären Mergel besitzen gemäß der vorliegenden Untersuchungsergebnisse eine halbfeste bis feste Konsistenz.

Bei den tertiären Sanden handelt es sich zumeist um glimmerhaltige Feinsande oder Fein- bis Mittelsande mit unterschiedlich hohen Feinanteilen. Sie besitzen eine dichte Lagerung.

4.5. Grundwasser

Bei den durchgeführten Bohrarbeiten wurde in den sechs tiefer geführten Rammkernbohrungen GWM1, B3, B9, B13, B15 und B19 Grundwasser angetroffen. Die gemessenen Grundwasserstände sind in Tabelle 2**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zusammengestellt.

Tabelle 2: Grundwasserstände Quartär (September 2019)

Bohrung	Ansatzkote	Tiefe in Ruhe		Datum
	m ü. NN	m	m ü. NN	
GWM1	547,14	12,90	534,24	18.09.2019
B3	546,23	12,40	533,83	06.09.2019
B9	546,02	12,80	533,22	13.09.2019
B13	545,52	12,90	532,62	11.09.2019
B15	545,55	12,80	532,75	10.09.2019
B19	544,94	12,80	532,14	16.09.2019

Den Grundwasserständen ist abzulesen, dass das Grundwasser ein Gefälle von Südsüdwest nach Nordnordost aufweist. Die Grundwasserfließrichtung wurde anhand der in Anlage 1.1.2 aufgeführten Stichtagsmessung vom 01.10.2019 bestätigt.

Im UmweltAtlas (Bodeninformationssystem Bayern) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, basierend auf der Hydrogeologischen Karte 1:500.000, wird für den Bereich der Kapellenfeldes ein interpoliertes, mittleres (normales) Grundwasser von 534,6-535,0 m ü. NN angegeben. Das Grundwassergefälle beträgt dabei ca. 2,5 ‰. Die interpolierten Werte der Grundwasserisohypsen 1990 der Landeshauptstadt München ergeben 533,0-534,0 m ü. NN. Die Geologisch-Hydrologische Karte von München 1953 ergibt mittlere Grundwasserstände von 534,7-536,7 m ü. NN. Die im September 2019 gemessenen Grundwasserstände liegen unter den in der Literatur angegebenen, mittleren Grundwasserständen. Insgesamt wurden im Umfeld des Kapellenfeldes in den letzten drei Jahren Grundwasserstände gemessen, die unter den mittleren Grundwasserständen der letzten zehn Jahre liegen. Demnach ist hinsichtlich des mittleren Grundwasserstandes MGW zu empfehlen, sich nach der Literatur zu richten. Da es sich um ein sehr großes Baufeld handelt, ist die Angabe eines einzigen Wertes unzureichend. Es werden daher Werte für das Südende, den zentralen, mittleren Bereich und das Nordende angegeben.

Auf Grundlage der Messdaten und der Literaturwerte empfehlen wir, für das Bauvorhaben ein mittleres (normales) Grundwasser von

$MGW_{Südwesten}$ = 536,7 m ü. NN
$MGW_{Südosten}$ = 535,7 m ü. NN
$MGW_{Nordwesten}$ = 536,0 m ü. NN
$MGW_{Nordosten}$ = 534,7 m ü. NN

anzunehmen, das auch als Ansatz für den Bauwasserstand zu verwenden ist.

Die höchsten Grundwasserstände im Raum München wurden im Sommer 1940 gemessen. Die Werte für das HW40 sind in der Erkundungskarte für den U-Bahnbau „Rekonstruktion der Grundwasserhöhengleichen des Hochwassers vom Sommer 1940 (HW 1940)“, Stand März 1992, der Landeshauptstadt München, U-Bahn-Referat verzeichnet. Als Höchstes Grundwasser sind für das Kapellenfeld die in Tabelle 3 zusammengestellten Werte anzugeben:

Tabelle 3: Höchste Grundwasserstände (HW 1940)

Lage	Tiefe	
	m ü. NN	ca. m u. GOK
Südwesten	538,00	8,23
Südosten	538,50	8,67
Nordwesten	536,70	8,17
Nordosten	537,20	7,74

Den Werten ist zu entnehmen, dass bei hohen Grundwasserständen die Grundwasserfließrichtung von Südsüdwest nach Nordnordost auf Südost nach Nordwest wechselt.

Unter Berücksichtigung des Freibordes ergeben sich folgende Bemessungswasserstände:

$$\textbf{Bemessungswasserstand}_{\textbf{Südwesten}} = \textbf{538,3 m ü. NN}$$
$$\textbf{Bemessungswasserstand}_{\textbf{Südosten}} = \textbf{538,8 m ü. NN}$$
$$\textbf{Bemessungswasserstand}_{\textbf{Nordwesten}} = \textbf{537,0 m ü. NN}$$
$$\textbf{Bemessungswasserstand}_{\textbf{Nordosten}} = \textbf{537,5 m ü. NN}$$

Die im Untergrund angetroffenen quartären Lockergesteine besitzen nach DIN 18 130 aufgrund des teilweise hohen Anteils bindiger Sedimente die Eigenschaften eines durchlässigen bis gut durchlässigen Grundwasserleiters. Die Verteilung durchlässiger und gut durchlässiger Bereiche stellt sich in vertikaler Richtung und Bohrpunktlokalisation heterogen dar. Nach den Ergebnissen der Laborversuche (Auswertung der Kornverteilung nach USBR, SEILER und KAUBISCH) und Erfahrungen an vergleichbaren Böden ist in diesen Böden mit maximalen Durchlässigkeitsbeiwerten von

$$\mathbf{k}_{\boldsymbol{Quartär}} = \mathbf{1 \cdot 10^{-5}\ m\ s^{-1}\ bis\ 1 \cdot 10^{-2}\ m\ s^{-1}}$$

zu rechnen. Abweichend dazu wurden in den Bohrungen B7, B8 und B13 bereichsweise Durchlässigkeitsbeiwerte $< 1 \cdot 10^{-5}$ m s^{-1} nachgewiesen. In den Bohrungen B10 und B13 wurden teilweise Durchlässigkeitsbeiwerte $> 1 \cdot 10^{-2}$ m s^{-1} verzeichnet.

Im tieferen Bereich des aufgeschlossenen Untergrundes wirken die tertiären Mergel als Grundwasserstauer. Für die tertiären Mergel ist mit deutlich geringeren Durchlässigkeitsbeiwerten von

$$\mathbf{k_{\textit{Tertiärer Mergel}} = 1 \cdot 10^{-9}\ m\ s^{-1}\ bis\ \ 1 \cdot 10^{-7}\ m\ s^{-1}}$$

zu rechnen. Im Bereich tertiärer Sande ist hingegen mit höheren Durchlässigkeitsbeiwerten von

$$\mathbf{k_{\textit{Tertiärer Sand}} = 1 \cdot 10^{-6}\ m\ s^{-1}\ \ bis\ 1 \cdot 10^{-4}\ m\ s^{-1}}$$

zu rechnen.

Für Wasserhaltungsmaßnahmen in den quartären Lockergesteinen kann aufgrund der Messergebnisse und der Erfahrung an ähnlichen Böden folgender Durchlässigkeitsbeiwert angesetzt werden:

$$\mathbf{k_f = 5 \cdot 10^{-3}\text{-}10^{-2}\ m\ s^{-1}}$$

Bei der Versickerung von Oberflächenwasser ist mit einem bis zu 10-fach niedrigeren Durchlässigkeitskoeffizienten zu rechnen. Grundsätzlich führen die schluffigen und sandigen Kiese eindringendes Oberflächenwasser in die Tiefe, wo es an liegenden tertiären Schichten, die schwach durchlässig sind, aufgestaut wird.

Für die Wiederversickerung ist anzusetzen:

$$\mathbf{k_f = 5 \cdot 10^{-4}\ m\ s^{-1}}$$

Sowohl für die Planung von Wasserhaltungsmaßnahmen als auch für Versickerungsanlagen ist eine Berücksichtigung der hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte der nächstgelegenen Untersuchungspunkte dringend anzuraten. Die Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte ist für eine baufeldweite Interpolation zu heterogen. Bei unklaren Sachverhalten ist der lokale Durchlässigkeitsbeiwert für Planungsarbeiten anhand von Sicker- bzw. Pumpversuchen zu verifizieren.

Die Fließrichtung des Grundwassers verläuft etwa von Südsüdwest nach Nordnordost. Der Gradient beträgt 2,5 ‰.

Ergänzend ist zu erwähnen, dass erfahrungsgemäß im Bereich von sogenannten Rollkieslagen (intermittierend bis eng gestufte Kiese GI/GE) auch größere Durchlässigkeiten bis $9 \cdot 10^{-2}$ m s^{-1} anzutreffen sind. Antagonistisch sind bei Vorkommen von Schlufflagen entsprechend geringere Durchlässigkeiten bis $1 \cdot 10^{-6}$ m s^{-1} zu erwarten.

Es ist darauf hinzuweisen, dass der Grundwasserspiegel jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt. Es ist nicht auszuschließen, dass nach Regenereignissen, Schneeschmelze, Trockenzeit, Konkurrenznutzung oder veränderten Grundbedingungen höhere oder niedrigere Grundwasserstände vorherrschen können. Höhere Grundwasserstände im Sommer stehen niedrigeren

Grundwasserständen im Winter gegenüber. Angaben zum Grundwasserstand können nur für den beobachteten Zeitpunkt als gesichert betrachtet werden.

Die ausgewerteten Sieblinien mit Angabe der k_f-Werte liegen in der Anlage bei.

Sollten sich noch weitere Fragen ergeben stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

ACI
AXEL CHRISTMANN INGENIEURTECHNIK GmbH
- I n s t i t u t f ü r E r d- u n d G r u n d b a u -

Projektleiter

Dipl.-Ing. Axel Christmann M.Sc. M. Lafogler