

Gemeinde Bad Kohlgrub
Bebauungsplan Nr. 39
Gewerbegebiet Gotthelfweg
Hydrogeologisches Gutachten
vom 08.09.2023

Vorhabensträger: Gemeinde Bad Kohlgrub
Hauptstraße 29
82433 Bad Kohlgrub

Verfasser: Dr. Blasy - Dr. Øverland
Ingenieure GmbH

Moosstraße 3 82279 Eching am Ammersee

ea-BadKG-003.01

Erläuterungsbericht

1.	Veranlassung	1
2.	Verwendete Unterlagen / Literatur	1
3.	Geplantes Gewerbegebiet	2
4.	Klima / Grundwasserneubildung	4
5.	Oberflächengewässer	6
6.	Hydrogeologische Verhältnisse	7
6.1	Geologie - Überblick	7
6.2	Kleinrammbohrungen im Untersuchungsgebiet	7
6.3	Labor- und Geländeversuche	8
6.4	Grundwasser / Schichtwasser	8
6.5	Schwankungsbereich und Bemessungswasserstand	9
7.	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	10
8.	Auswirkungen von Baumaßnahmen auf die Grundwasserverhältnisse	11
8.1	Allgemeines	11
8.2	Aufstauberechnungen (Endzustand von Bauwerken im Untergrund)	11
8.3	Auswirkungen auf benachbarte Grundstücke	12
8.4	Auswirkungen im Bauzustand	12
9.	Zusammenfassung	13

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Übersichtslageplan; Maßstab 1:10.000

Anlage 2: Lageplan mit Grundwassergleichen, Flurabstand und Geländehöhe; Maßstab
1:2.000

Anlage 3: Baugrundgutachten (Blasy+Mader GmbH)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersichtslageplan.....	2
Abbildung 2:	Lageplan Geländehöhe.....	3
Abbildung 3:	Tagesniederschlagshöhen Station Ettal-Linderhof seit 01.01.1961 (mit Messlücke).....	5
Abbildung 3:	Tagesniederschlagshöhen Station Eberfing seit 01.01.2010.....	5
Abbildung 4:	Oberflächengewässer	6
Abbildung 5:	Geologie – Überblick (Geol. Karte von Bayern, Blatt 8332 Unterammergau ..	7
Abbildung 6:	Bohrprofile Kleinrammbohrungen	8
Abbildung 7:	Grundwasserstandshöhen und Flurabstand (11.09.2019).....	9

1. Veranlassung

Die Gemeinde Bad Kohlgrub beabsichtigt die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 39 *Gewerbegebiet Gotthelfweg* im Westen des Gemeindegebietes.

Der Geltungsbereich umfasst mit den Flurstücken 522, 522/1, 522/3, 521/8 sowie 522/2 (Teilbereich) eine Fläche von rd. 1,7 ha.

Im Rahmen der Trägeranhörung gem. § 4 Abs. 1 BauGB wurden vom Wasserwirtschaftsamt Weilheim in der Stellungnahme vom 23.05.2023 erhebliche wasserwirtschaftliche Bedenken aufgezeigt. Unter anderem ist ein hydrogeologisches Gutachten mit folgenden Inhalten nachzureichen:

- Ermittlung und Bewertung von möglicherweise nachteiligen Folgen von Baumaßnahmen auf das Grund- bzw. Schichtwasser oder auf Dritte und ggfs. Vorschlag von geeigneten Abhilfemaßnahmen
- Darstellung von qualitativen und quantitativen Einflüssen während der Bauzeit und im Endzustand
- Ermittlung des höchsten bekannten Grundwasserstandes zzgl. geeignetem Sicherheitszuschlag

2. Verwendete Unterlagen / Literatur

Als Datengrundlage für die vorliegenden Untersuchungen wurden folgende Unterlagen verwendet:

- (1) Internetservices des LfU: Umweltatlas, Gewässerkundlicher Dienst
- (2) Geologische Karte v. Bayern 1:25.000, Blatt 8332 Unterammergau
- (3) BRANDL, L. (1979): die Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse durch Tiefbauten im Grundwasser und Möglichkeiten zur Verminderung nachteiliger Veränderungen des Grundwasserabflusses – Probearbeit im Ausbildungsabschnitt IIa der Ausbildung für den höheren bautechnischen Verwaltungsdienst – München 1979
- (4) ISA Ingenieure für Städtebau und Architektur: Bebauungsplan Vorentwurf Variante 1 (Lageplan vom März 2023; Textliche Festsetzung vom April 2023)
- (5) Ingenieurbüro Kokai: Fließweganalyse für das geplante Gewerbegebiet am Gotthelfweg (24.03.2023)
- (6) Blasy + Mader GmbH: Baugrundgutachten (11.11.2019)
- (7) DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (April 2005)
- (8) DWA-Regelwerk: Merkblatt DWA-M 153 – Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser (August 2007)

3. Geplantes Gewerbegebiet

In der Abbildung 1 ist die Lage im Überblick des geplanten Gewerbegebietes im Überblick dargestellt.

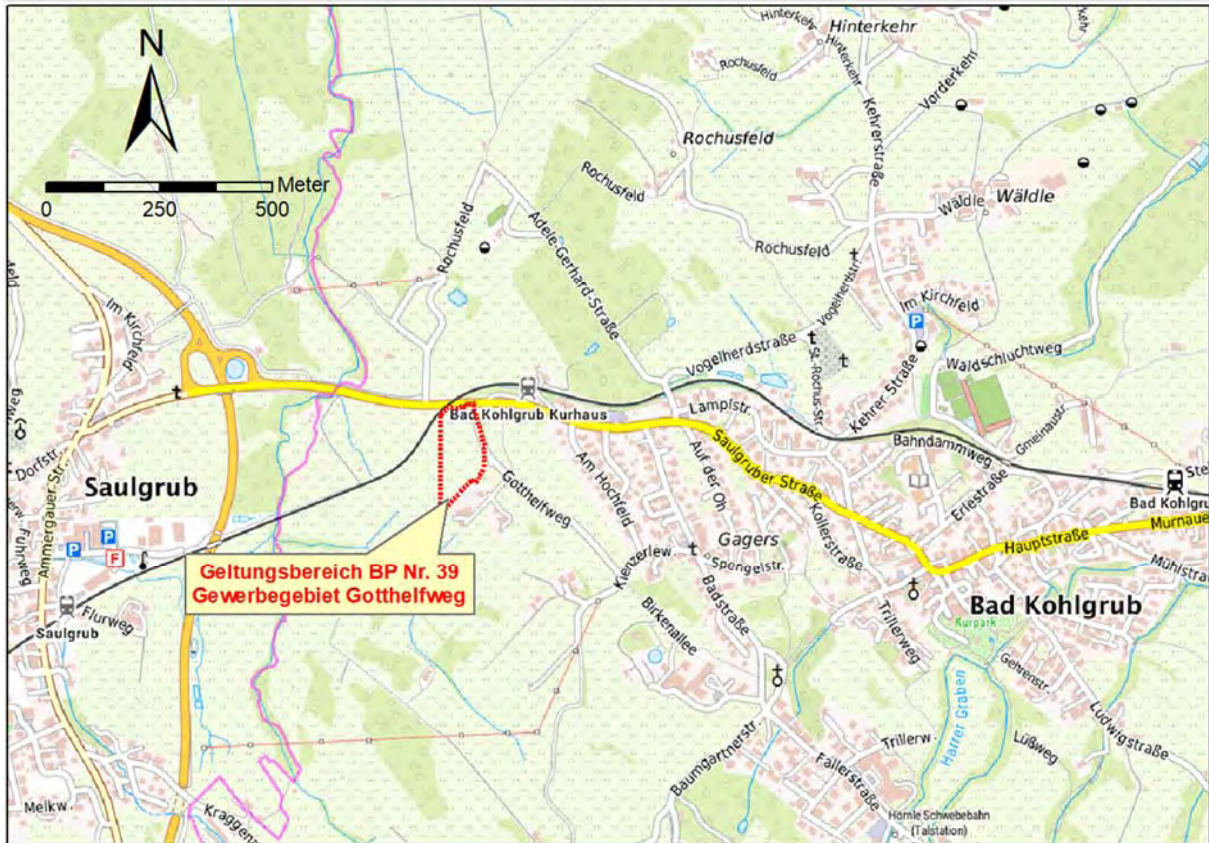


Abbildung 1: Übersichtslageplan

Der Geltungsbereich des Bebauungsplanes hat eine Größe von rd. 1,7 ha und befindet sich im westlichen Teil der Gemeinde Bad Kohlgrub westlich des Gotthelfwegs und südlich der Staatsstraße St 2062.

Die Geländeoberfläche liegt am Ostrand auf einer Höhe von maximal rd. 864 m ü. NN und fällt nach Westen bis Nordwesten bis auf rd. 854 m ü. NN ab. Die Geländeoberfläche ist in der Abbildung 2 dargestellt.

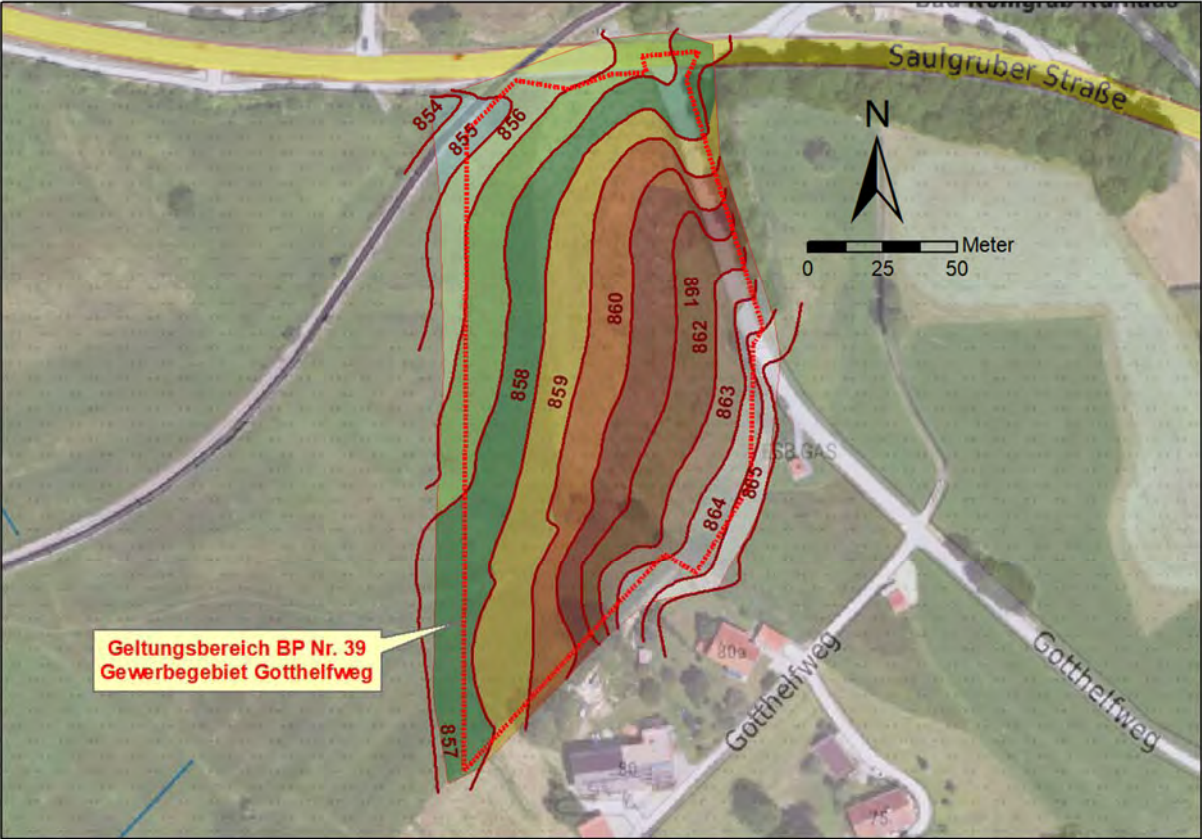


Abbildung 2: Lageplan Geländehöhe

4. Klima / Grundwasserneubildung

Die nächstgelegene Wetterstationen, deren Daten über den Gewässerkundlichen Dienst abrufbar sind, befinden sich in vergleichsweise großer Entfernung von rd. 12 km südsüdwestlich in Ettal-Linderhof auf 940 m ü. NN (Daten seit 1961 mit Messlücke zwischen August 1998 und Oktober) sowie rd. 18 km nordöstlich in Eberfing auf 611 m ü. NN (Daten seit 2009).

Beide Messstellen repräsentieren aufgrund ihrer Lage (Ettal bereits „in“ den Bergen, Eberfing deutlich außerhalb im Alpenvorland) gleichermaßen nicht die niederschlagspezifische Lage Bad Kohlgrubs unmittelbar am Rand der Berge. Es ist jedoch mit hinreichender Genauigkeit davon auszugehen, dass für Bad Kohlgrub in etwa mittlere Verhältnisse der beiden Messstellen zutreffen.

Die mittleren Jahresniederschläge betragen an den Messstelle rd. 1.650 mm/a (Linderhof) bzw. 1.100 mm/a (Eberfing). Ein Trend ist an beiden Messwertaufzeichnungen nicht erkennbar. Die Abbildung 3 und 4 zeigen die Tagesniederschlagssummen. Auch hier sind keine signifikanten Veränderungen erkennbar.

Für Bad Kohlgrub ist demnach ein **mittlerer Jahresniederschlag von rd. 1.350 mm/a** anzunehmen.

Die **Grundwasserneubildung** liegt im Untersuchungsgebiet gemäß (1) bei rd. **600-800 mm/a**.

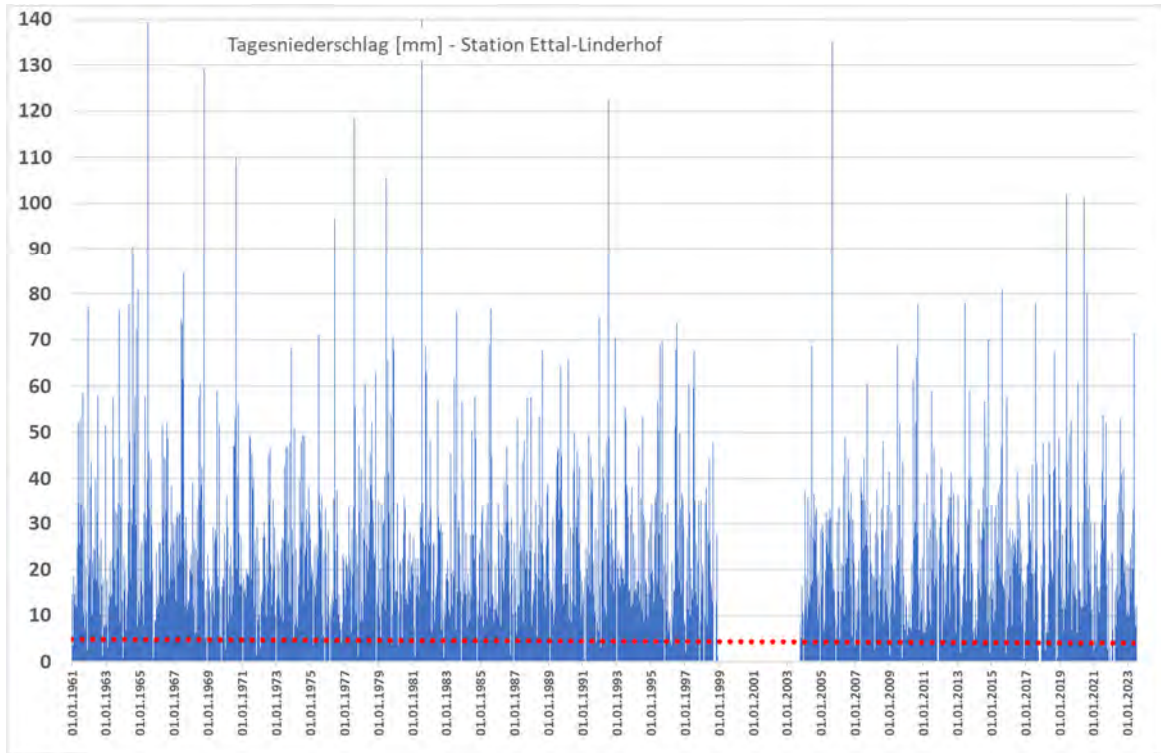


Abbildung 3: Tagesniederschlagshöhen Station Ettal-Linderhof seit 01.01.1961 (mit Messlücke)

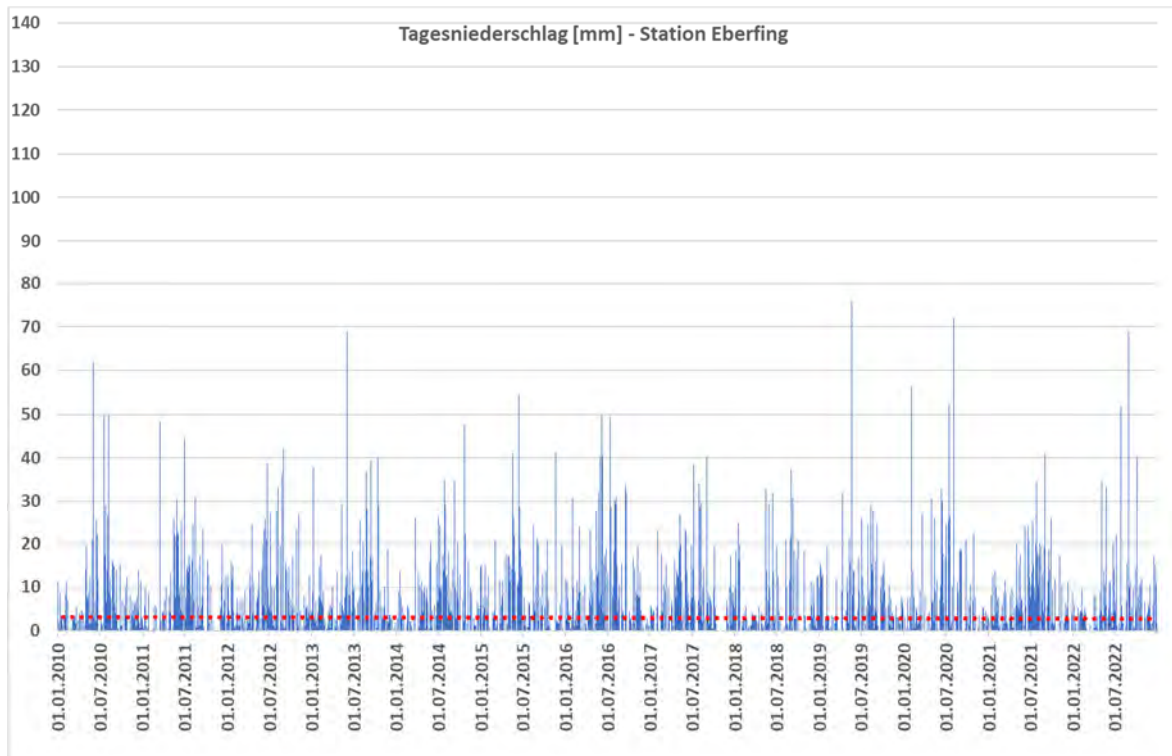


Abbildung 4: Tagesniederschlagshöhen Station Eberfing seit 01.01.2010

5. Oberflächengewässer

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bereich großräumiger Moränenablagerungen. Aufgrund des gering wasserdurchlässigen Untergrundes (siehe folgendes Kapitel Geologie) kam es infolgedessen in Verebnungsflächen und Geländesenken zu z. T. ausgedehnten Niedermoorbildungen (westl. der B23 z.B. NSG Altenauer Moor, Gschwedner Filz).

Zwischen Bad Kohlgrub im Osten und Saulgrub im Westen fällt die Geländeoberfläche mit einem mittleren Gefälle von rd. 10 % nach Nordwesten hin ab. In einer relativen Senke westlich bis südlich des Geltungsbereichs befindet sich ein Niedermoor mit der Bezeichnung *Unteres Trat*. Die Entwässerung der landwirtschaftlich genutzten Flächen erfolgt über ein Grabensystem zunächst nach Südwesten in einen Zuflussgraben zum Mühlbach und über diesen im weiteren Verlauf nach Norden letztendlich in die Ach. Ein Graben quert das geplanten Gewerbegebiet im südlichen Bereich.

Nördlich der St2062 ist der topografischen Karte ein weiterer Graben zu entnehmen, der aber vermutlich weitestgehend trocken ist. Die vorgenannten Gewässer sind in der Abbildung 5 dargestellt.

Eine detaillierte Erläuterung des Oberflächenabflusses infolge von Starkregenereignissen ist der *Fließweganalyse* (5) zu entnehmen.

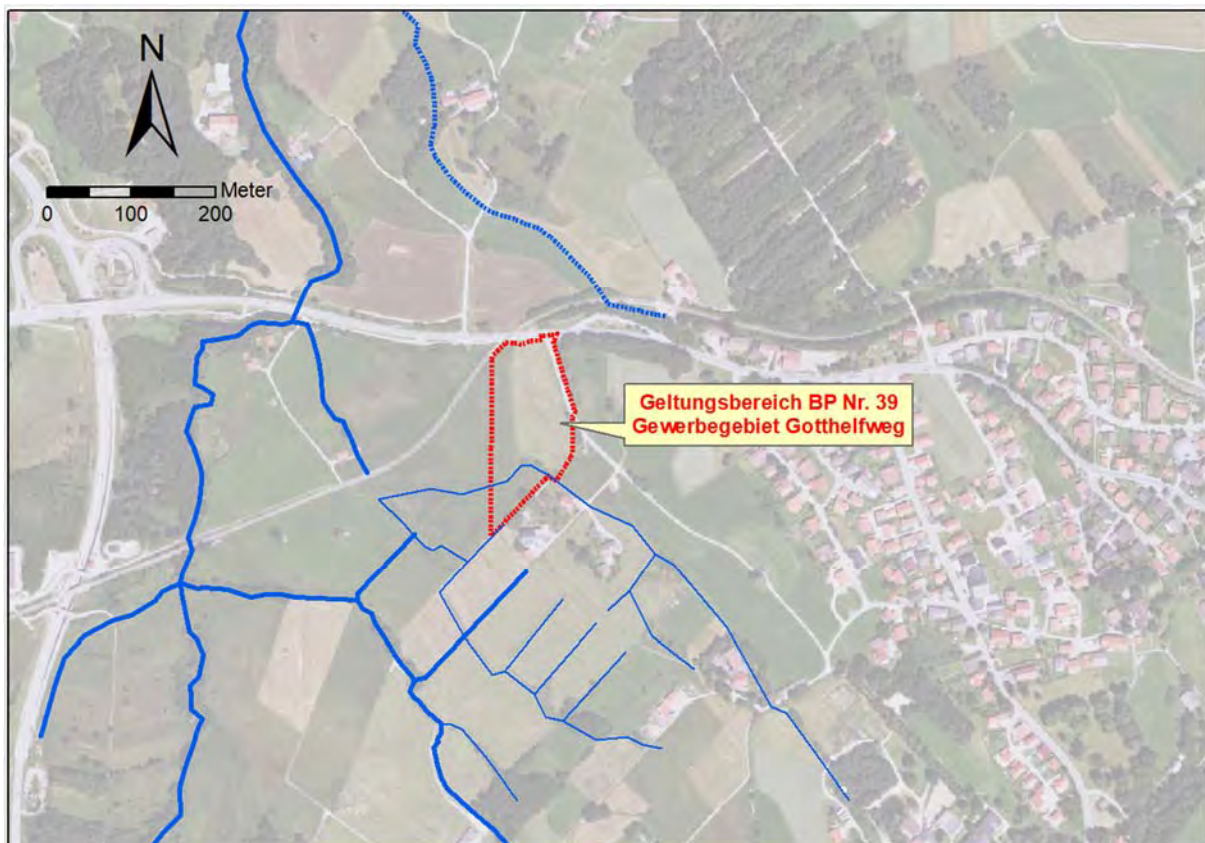


Abbildung 5: Oberflächengewässer

6. Hydrogeologische Verhältnisse

6.1 Geologie - Überblick

Das Untersuchungsgebiet liegt weitestgehend im Bereich würmeiszeitlicher Moränenablagerungen mit sowohl vertikal als auch horizontal kleinräumigen Inhomogenitäten. Bereichsweise grobkörnigere Einschaltungen (Kiese und Sand) können Schichtwasser führend sein. Feinkornreiche Abschnitte (Schluffe bis Tone) bilden jeweils die liegenden Stauerhorizonte.

Gemäß der geologischen Karte von Bayern GK 25 (2) schließen westlich an den Geltungsbereich Niedermoor torfe an (siehe Lageplan der Abbildung 6).

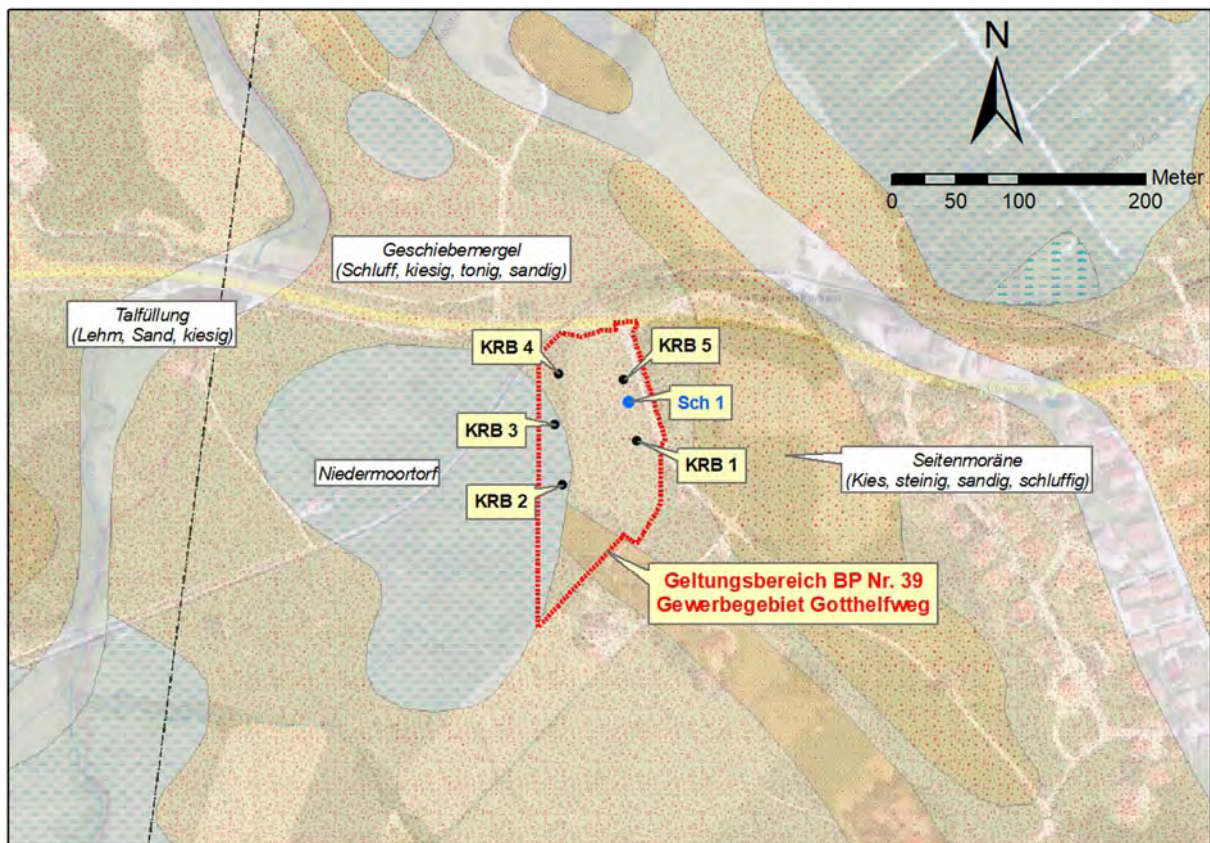


Abbildung 6: Geologie – Überblick (Geol. Karte von Bayern, Blatt 8332 Unterammerngau)

6.2 Kleinrammbohrungen im Untersuchungsgebiet

Am 11.09.2019 wurden auf dem Flurstück 522, Gemarkung Bad Kohlgrub von der Blasy+Mader GmbH fünf Kleinrammbohrungen bis max. 5,0 m u. GOK abgeteuft. Die Bohrprofile, Schichtverzeichnisse und Ausbaupläne sind im Baugrundgutachten (Anlage 3) beigefügt. Die Abbildung 7 zeigt alle fünf Bohrprofile in einem Profilschnitt.

Weiterhin wurde an der mit Sch1 bezeichneten Stelle ein Sickertest durchgeführt.

In allen Bohrungen folgen unter dem rd. 0,4 bis 0,5 m mächtigen Oberboden bis zur jeweiligen Endteufe (maximal 5,0 m) Schluffe mit wechselnden sandigen bis kiesigen Anteilen und einer meist geringen Tonführung.

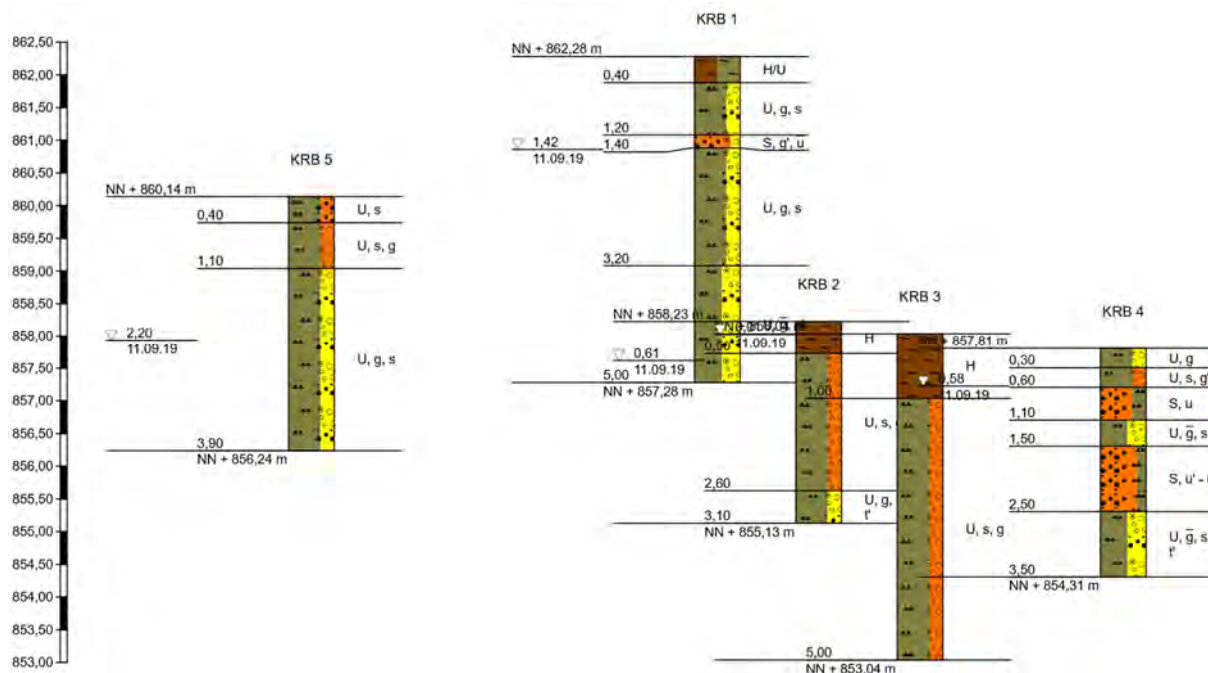


Abbildung 7: Bohrprofile Kleinrammbohrungen

6.3 Labor- und Geländeversuche

Am östlichen Rand des Untersuchungsgebietes wurde ein Sickersversuch in einer Schürfrube durchgeführt (Punkt *Sch1* in Abbildung 8). Gemäß dem Baugrundgutachten (6) ergab die Auswertung des Versuchs einen k_f -Wert von $2,34 \times 10^{-07}$ m/s.

Weiterhin wurden im Rahmen des Baugrundgutachtens die Zustandsgrenzen einer Bodenprobe ermittelt.

6.4 Grundwasser / Schichtwasser

Aufgrund der kleinräumig sehr inhomogenen und weitgehend bindigen Zusammensetzung des Untergrundes existiert kein zusammenhängender Grundwasserkörper. Entsprechend existieren keine Grundwassermessstellen und Messwertaufzeichnungen im Umfeld des geplanten Gewerbegebietes, so dass die zu erwartenden Grund- bzw. Schichtwasserhöchststände HHW auf Grundlage plausibler Annahmen der lokalen hydraulischen und hydrogeologischen Verhältnisse ermittelt werden müssen.

In der Abbildung 8 sind die bei der Durchführung der Kleinrammbohrungen in allen Bohrungen angetroffenen Grund- bzw. Schichtwasserstände eingetragen.

Die lineare Interpolation der eingemessenen Wasserstände [m ü. NN] ergibt trotz der o.g. Einschränkungen ein hydraulisch plausibles Bild der Potenzialhöhen mit einem grundsätzlich nach Nordwesten bis Südwesten verlaufenden Gefälle.

Dies entspricht der generellen Entwässerungsrichtung nach Norden bzw. der kleinräumigen Vorflutwirkung der nach Westen bzw. Südwesten verlaufenden Entwässerungsgräben.

Das vergleichsweise steile Gefälle kann überschlägig mit rd. 4 % angegeben werden.

Das Schichtwassergefälle folgt zwar grundsätzlich dem Gefälle der Geländeoberfläche nach Westen, jedoch in geringerem Maße, so dass die tief liegenden Geländebereiche im Westen (angrenzend an das Niedermoortorf) – zumindest bei hohen Grund- bzw. Schichtwasserständen – vernässen bzw. nun noch einen sehr geringen Flurabstand aufweisen.

Im südlichen Bereich des Geltungsbereiches sind die Höhengleichen des Schichtwasserstandes gestrichelt dargestellt. In diesem Bereich ist die Unsicherheit der Höhenangaben mangels Stützpunkten zur Interpolation vergleichsweise hoch.

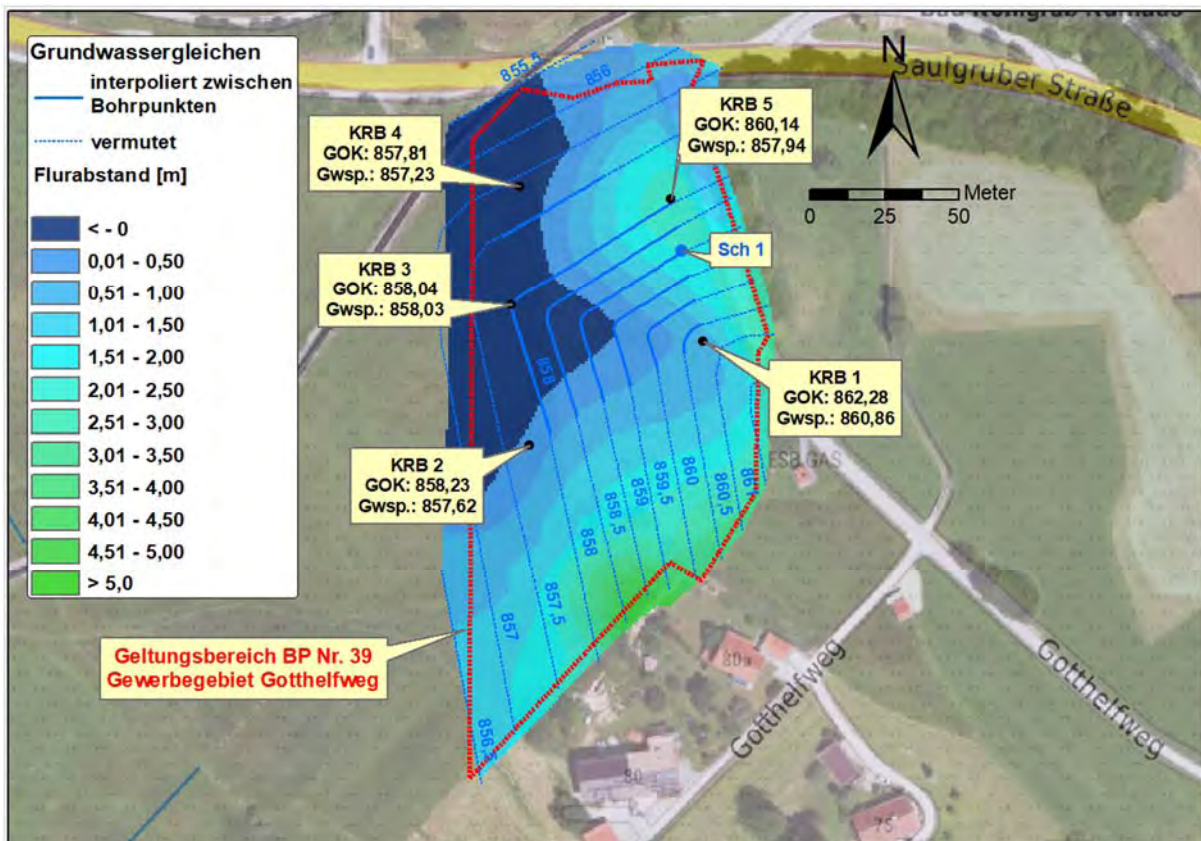


Abbildung 8: Grundwasserstandshöhen und Flurabstand (11.09.2019)

6.5 Schwankungsbereich und Bemessungswasserstand

Bei Durchführung der Geländearbeiten am 11.09.2019 wurde das Schichtwasser mit Flurabständen von nahe der Geländeoberkante (KRB 3) bis rd. 2,2 m u. GOK (KRB 5) angetroffen.

An der nächstgelegenen Niederschlagsmessstelle *Linderhof* wurde in den 14 Tagen vor dem Geländetermin eine Niederschlagssumme von 160 mm und zwischen 01.07. und 11.09. ein Gesamtniederschlag von rd. 530 mm (1/3 des Jahresniederschlages) verzeichnet. Es ist demnach davon auszugehen, dass die angetroffenen Verhältnisse regional einen vergleichsweise hohen Grundwasserstand repräsentieren. Ein Abgleich mit der Grundwassermessstelle Ettal Q-1 (Flurabstand bei Mittelwasser rd. 0,6 m) bestätigt diese Annahme.

Bei den vorliegenden geringen Flurabständen ist der Schichtwasserstand stark und unmittelbar niederschlagsabhängig. Es ist nicht auszuschließen, dass auch in der höher gelegenen Zone des Geltungsbereichs (am östlichen Rand) der Schichtwasserstand kurzfristig bis zur Geländeoberfläche ansteigen kann. Hinsichtlich der Ausführung von Kellerbauwerken wird daher ein Bemessungswasserstand auf Geländehöhe empfohlen. Für den Hochwasserfall ist entsprechend die Auftriebssicherheit der Gebäude zu gewährleisten.

7. Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Sickerraum

Die Versickerung des Niederschlagswassers soll i.d.R. auf den jeweiligen Baugrundstücken erfolgen. Nach DWA-A 138 soll die Mächtigkeit des Sickerraumes bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHW) mindestens 1 m betragen.

Es liegen bislang keine statistisch belastbaren Grund- bzw. Schichtwasserstandsaufzeichnungen zur MHW-Kennwertermittlung vor. Es ist jedoch nach den vorliegenden Daten davon auszugehen, dass im Geltungsbereich des BP 39 die Mindestmächtigkeit von 1 m bei erhöhten Grundwasserständen (wie zum Zeitpunkt der Geländearbeiten am 11.09.2019) flächenhaft in weiten Teilen unterschritten wird.

Versickerungsleistung des Untergrundes

Gemäß DWA-A 138 liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich im k_f -Wert-Bereich zwischen 1×10^{-03} und 1×10^{-06} m/s. Dieser Spannbreite der Durchlässigkeit des Untergrundes gewährleistet gleichermaßen eine ausreichende Versickerungsgeschwindigkeit und eine ausreichende Reinigungsleistung.

Der Sickerversuch in der Schürfgrube ergab eine nur minimale Versickerungsleistung entsprechend einem k_f -Wert von rd. 2×10^{-07} m/s. Eine Versickerung in den anstehenden Untergrund ist demnach nicht möglich.

Bei den durchgeführten Kleinrammbohrungen mit Endteufen bis 5 m unter Gelände wurden keine höher durchlässigen Bodenschichten angetroffen, so dass ein Bodenaustausch bis zu Schichten mit ausreichender Versickerungsleistung ebenfalls nicht möglich ist.

Fazit

Auch im Falle einer bereichsweisen Auffüllung des Geländes, womit die Mindestmächtigkeit des Sickerraumes erreicht werden könnte, ist aufgrund der geringen Versickerungsleistung des Untergrundes eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht möglich.

Eine Möglichkeit der Beseitigung von Niederschlagswasser besteht in der Einleitung in ein Oberflächengewässer (siehe Kapitel 5). Hierzu sind die qualitativen und quantitativen Anforderungen aus dem LfU Merkblatt 4.4/22 (März 2023) maßgeblich.

8. Auswirkungen von Baumaßnahmen auf die Grundwasserverhältnisse

8.1 Allgemeines

Zur Berechnung der hydraulischen Auswirkungen eines Hindernisses im Grundwasserstrom kann ein analytisches Verfahren verwendet werden. Die hier durchgeführten Berechnungen basieren auf den von BRANDL (1979) erläuterten Berechnungsmöglichkeiten von Grundwasseraufstauhöhen vor Gebäuden. Es werden darin Lösungsansätze für die unterschiedlichen Fälle der Unterströmung, Umströmung sowie Unter- und Umströmung von Objekten im Grundwasserstrom gegeben.

Anmerkung:

Für die Berechnung von Aufstauhöhen ist die Kenntnis über die Durchlässigkeit des Untergrundes nicht erforderlich. Der Aufstau ist maßgeblich vom vorherrschenden Grundwassergefälle abhängig. Im Falle eines wasserrechtlich nicht genehmigungsfähigen Aufstaus (i.d.R. > 0,1 m) sind ggfs. Drainagen bzw. Überleitungen als Abhilfemaßnahmen erforderlich. Für deren Dimensionierung, d.h. Berechnung der Drainagemenge ist jedoch die hydraulische Durchlässigkeit erforderlich.

Das Ausmaß des Aufstaus ist maßgeblich davon abhängig, ob eine Unterströmung des Bauwerks möglich ist, oder ob der Grundwasserstrom vollständig bis zum Stauer abgesperrt wird.

Im vorliegenden Fall ist dieser Parameter nicht eindeutig anzugeben, da für den gering durchlässigen, Schichtwasser führenden Untergrund (Schluff) kein liegender Stauer dieses Schichtwassers (mit noch geringerer Durchlässigkeit) bis zu den Endteufen der Rammkernbohrungen (bis 5 m) angetroffen wurde. Es wird daher rechnerisch eine hohe Schichtwassermächtigkeit mit ausreichend großer Unterströmung unter einem undurchlässigen Bauwerk im Untergrund angenommen.

8.2 Aufstauberechnungen (Endzustand von Bauwerken im Untergrund)

Zur Abschätzung der Aufstauhöhen wird i.S. einer *worst-case*-Berechnung beispielhaft ein großes Gebäude mit einer Seitenlänge von 20 m zur Schichtwasserfließrichtung (Gefälle 4 %) berechnet. Als Eintauchtiefe wird eine eingeschossige Unterkellerung bis 3,5 m u. GOK angenommen, d.h. bei einem geringen Flurabstand von 1 m taucht der Keller 2,5 m in das Schichtwasser ein.

Es ergibt sich daraus bei einer Unterströmung eine Verringerung der durchströmten Schichtwassermächtigkeit entsprechend um 2,5 m. Es wird eine ungestörte Schichtwassermächtigkeit von 10 m angenommen.

Die Berechnung der Aufstauhöhe erfolgt über folgende Formeln:

$$\Delta h = 0,5 \times I(1-a) \times B \quad \text{Gleichung 1}$$

$$\text{mit: } a = \frac{B + L}{H(fp + fu) + B} \quad \text{Gleichung 2}$$

$$fp = \frac{L}{H - T} \quad \text{Gleichung 3}$$

$$fu = -\frac{4}{\pi} \ln \left(\sin \left(\frac{\pi}{2} x \frac{H - T}{H} \right) \right) \quad \text{Gleichung 4}$$

mit:

Δh = Aufstauhöhe

l = Grundwassergefälle (hier: rd. 4 %)

B = Breite des Objektes im Grundwasserstrom (20 m)

L = Länge des Objektes im Grundwasserstrom (20 m)

H = Schichtwassermächtigkeit (10 m)

T = Eintauchtiefe des Objektes (2,5 m)

a = prozentualer Anteil der Unterströmung

f_p und f_u = Formparameter

Ergebnis:

Mit den vorstehend erläuterten Parametern wird im ungünstigsten Fall (*worst-case*) ein Schichtwasseraufstau unmittelbar vor dem Kellerbauwerk von 6 cm berechnet.

I.d.R. sind aus wasserwirtschaftlicher Sicht Auswirkungen von $\pm 0,1$ m tolerierbar. Diese *Erheblichkeitsschwelle* würde im vorliegenden Fall erst bei einer Bauwerksbreite von > 50 m oder unter der Annahme einer Restmächtigkeit der Unterströmung von < 6 m erreicht werden.

Für den Fall einer Überschreitung der zulässigen Auswirkungen $\pm 0,1$ m sind Abhilfemaßnahmen wie z.B. Drainagen oder Überleitungen erforderlich. Bei den vorliegenden Verhältnissen mit geringen hydraulischen Durchlässigkeiten ist jedoch mit sehr geringen Wassermengen zu rechnen.

8.3 Auswirkungen auf benachbarte Grundstücke

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass – unabhängig vom absoluten Grund- bzw. Schichtwasserstand – die Entwässerungsrichtung im Untergrund grundsätzlich in westliche Richtungen verläuft, d.h. ein ggfs. schädlicher Aufstau im Untergrund auf der oberstromigen Bauwerksseite, d.h. östlich erfolgen würde.

Für die vorstehend berechneten maximalen Aufstauhöhen von 0,06 m (Bauwerksbreite 20 m) liegt aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes und der damit sehr steilen Aufstaukurve die Reichweite bei < 1 m.

Auswirkungen auf benachbarte Bestandsgebäude sind daher nicht zu besorgen.

8.4 Auswirkungen im Bauzustand

Aufgrund des Schichtwasservorkommens ist bei Bodenaushub mit einer erforderlichen Bauwasserhaltung zu rechnen. Da die hydraulische Durchlässigkeit des Untergrundes grundsätzlich sehr gering und demnach die Absenkreichweite von Brunnen einer geschlossenen Bauwasserhaltung entsprechend gering ist, wird eine offene Bauwasserhaltung über Drainagegräben zur Anwendung kommen.

Der Schichtwasserzustrom zur Baugrube ist vermutlich gering, es kann jedoch bei Entwässerung von Schichten mit nur geringeren Feinkornanteilen bereichsweise auch ein stärkerer Schichtwasseranfall nicht ausgeschlossen werden. Das Baugrundgutachten (6) empfiehlt, Fördereinrichtungen von 5 bis 15 l/s vorzusehen.

Die Reichweite der Absenkung bis zur Baugrubensohle (3,5 m u. GOK) liegt bei wenigen Metern.

9. Zusammenfassung

Die Gemeinde Bad Kohlgrub beabsichtigt die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 39 *Gewerbegebiet Gotthelfweg* im Westen des Gemeindegebietes.

Vom Wasserwirtschaftsamt Weilheim wurden erhebliche wasserwirtschaftliche Bedenken aufgezeigt. Mit dem vorliegenden hydrogeologischen Gutachten sollten folgende Gesichtspunkte behandelt werden:

- Ermittlung und Bewertung von möglicherweise nachteiligen Folgen von Baumaßnahmen auf das Grund- bzw. Schichtwasser oder auf Dritte und ggfs. Vorschlag von geeigneten Abhilfemaßnahmen
- Darstellung von qualitativen und quantitativen Einflüssen während der Bauzeit und im Endzustand
- Ermittlung des höchsten bekannten Grundwasserstandes zzgl. geeignetem Sicherheitszuschlag

Es können folgende Ergebnisse zusammengefasst werden:

- Die Geländeoberfläche fällt im Geltungsbereich mit einem Gefälle von rd. 10 % nach Westen ab.
- Im Geltungsbereich des Bebauungsplans besteht der Untergrund aus gering wasser-durchlässigen Moränenablagerungen. Ein zusammenhängender Grundwasserleiter wurde nicht angetroffen. Die Schichtwasserstände der fünf Kleinrammbohrungen zeigen jedoch ein plausibles Gefälle in westliche Richtungen mit einem Gefälle von rd. 4 %.
- Aufgrund der steiler abfallenden Geländeoberfläche nehmen die Flurabstände des Schichtwassers nach Westen hin ab. Sie lagen zum Zeitpunkt der Geländearbeiten (11.09.2019) zwischen 0,1 m und 2,2 m u. GOK. Dieser Zustand repräsentiert aufgrund vorausgegangener Niederschläge einen erhöhten Schichtwasserstand.
- Die Grund- bzw. Schichtwasserverhältnisse im Geltungsbereich sind aufgrund der geringen Flurabstände unmittelbar und stark niederschlagsabhängig. Ein kurzfristiger Anstieg bis zur Geländeoberkante kann auch in den höher gelegenen Bereichen nicht ausgeschlossen werden. Es wird daher ein *Bemessungswasserstand Grundwasser* auf Geländehöhe mit entsprechenden Empfehlungen zur dichten Bauweise und Auftriebssicherheit empfohlen.

- Bei Unterkellerung von Gebäuden erfolgt ein oberstromiger Aufstau des Schichtwassers (auf der östlichen Seite des Bauwerks). Bei üblichen Gebäudegrößen von < 20 m Seitenlänge beträgt der Aufstau rd. 6 cm und ist damit wasserrechtlich i.d.R. tolerierbar.
- Während der Bauphase ist eine Bauwasserhaltung des Schichtwasserzutritts in die Baugrube erforderlich. Der Zustrom ist vermutlich gering, es kann jedoch im Falle lokaler kiesiger Abschnitte mit geringen Feinkornanteilen und bei stärkeren Niederschlägen auch ein größerer Zutritt nicht ausgeschlossen werden. Das Baugrundgutachten empfiehlt das Vorhalten von Fördereinrichtungen bis rd. 15 l/s.
- Die Reichweite der Schichtwasserabsenkung bis zur Baugrubensohle (rd. 3,5 m u. GOK) ist aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes gering und beträgt nur wenige Meter.
- Die Versickerung von Niederschlagswasser gemäß den Vorgaben nach DWA-A 138 ist aufgrund des zu geringen Sickerraums und der zu geringen Versickerungsleistung des Untergrundes nicht möglich. Im Falle einer Einleitung des Niederschlagswassers in einen der Entwässerungsgräben im Umfeld sind die Vorgaben nach LfU-Merkblatt 4.4/22 maßgeblich.

Eching am Ammersee, den 08.09.2023

Dr. Blasy – Dr. Øverland
Ingenieure GmbH



i.V. Knut Hanke
Dipl.-Geol.



i.A. Dr. Stefan Hülmeier
Dipl.-Geol.