



Stadt Starnberg

**Bebauungsplan Nr. 81A07 Museumsquartier
als vorhabenbezogener Bebauungsplan**

**E4 Baugrund – Baugrunduntersuchung
Kanaltrasse**

GHB Consult GmbH, Stand 26.03.2026

Ingenieurgeologisches Gutachten

Projekt-Nr.:	260101
Bauvorhaben:	Kanalverschiebung Museumsweg in Starnberg 82319 Starnberg Flur-Nr. 366, 141/3, 414/30, 414/49, Gemarkung Starnberg
Auftraggeber:	AHAM Entwicklungsgesellschaft mbH Gautinger Straße 1d 82319 Starnberg
Architekten:	Beer Bembé Dellinger Architekten und Stadtplaner GmbH Hauptstraße 18 86926 Greifenberg
Untersuchungsziel:	Untergrund- und Grundwasserverhältnisse, Homogenbereiche, Baugrube, Gründungsempfehlung
Umfang:	14 Seiten, 4 Tabellen und 7 Anlagen
Datum:	26.03.2026
Ausführung:	GHB Consult GmbH Moosstraße 7 82319 Starnberg
Bearbeitung:	
Projektleitung:	

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang	4
2	Untergrundverhältnisse	5
2.1	Geologie	5
2.2	Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens	5
2.3	Schadstoffuntersuchungen	6
2.4	Grund- und Schichtwasser	7
2.5	Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300 alt und neu	8
2.6	Bodenkennwerte	10
3	Kanalverschiebung	11
3.1	Verbau	11
3.2	Wasserhaltung	11
3.3	Rohrauflager	12
3.4	Verfüllung des Kanalgrabens	12
3.5	Arbeitssicherheit	12
3.6	Erdbebenzone	13
4	Straßenbau und Straßentragschichten	13

Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan, M 1:2.500
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:1.000
- 2.1-3 Bohrprofile der Rammkernsondierungen BS 1-3, M 1:50
- 3. Siebanalyse nach DIN EN ISO 17892-4
- 4.1-2 Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- 5 Bericht Kampfmittelfreimessung
- 6.1-2 Fotodokumentation
- 7 Chem.-analyt. Untersuchungen

Unterlagen

- /U1/ Lageplan, M 1:250; Beer Bembé Dellinger; Stand: 04.12.2025
- /U2/ Vermessungsplan Bestand, M 1:100; Milczewski/Gratz; Stand: 07.2025
- /U3/ Spartenplan Wasserversorger, M 1:1.00; Abwasserverband Starnberger See, Stand: 02.07.2025

Neben den im Text zitierten DIN, EN und ISO-Normen wurden folgende Datengrundlagen bei der Bearbeitung herangezogen:

- [R1] BayernAtlas-Plus, Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, Stand 2019, <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/>
- [R2] Umweltatlas Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Stand 2019, <http://www.umweltatlas.bayern.de>, digitale geologische Karten und Bohrungen.
- [R3] Gewässerkundlicher Dienst Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt, <http://www.gkd.bayern.de/>

1 Vorgang

Unser Büro wurde von der AHAM Entwicklungsgesellschaft mbH beauftragt, für die geplante Kanalverschiebung im Museumsweg in 82319 Strarnberg eine Baugrunduntersuchung durchzuführen. Die Lage des geplanten Bauvorhabens ist auf dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 dargestellt.

Die Geländeoberfläche des entlang der geplanten Baumaßnahme liegt auf einer Höhe von ca. 585,7 – 585,9 m NHN (Differenz 0,2 m).

Aus den uns vorliegenden Unterlagen /U3/ gehen folgende Höhenkoten hervor:

- Tiefenlage DN400 Hauptschmutzwasserleitung
am Startpunkt der Verlegung (Süden) = ± 2,23 m = 584,33 m NHN
- Tiefenlage DN400 Hauptschmutzwasserleitung
am Endpunkt der Verlegung (Norden) = ± 2,08 m = 583,91 m NHN

- Baugrunduntersuchung

Zur Baugrunduntersuchung wurden am 23.02.2026 an den im Lageplan der Anlage 1.2 bezeichneten Stellen insgesamt 3 Kleinbohrungen (BS 1-3) zwischen 5,5 und 6,5 m unter GOK abgeteuft. Gebohrt wurde mit Kern-Ø 60-80 mm. Mit der Bohrsonde wird ein Bohrkern entsprechend der Schichtenfolge des Untergrundes gewonnen.

Alle Bohransatzpunkte wurden mittels GNSS nach Lage und Höhe in m NHN eingemessen.

Die Aufschlusspunkte wurden vorab wegen möglicher nicht entdeckter Kampfmittel des 2. Weltkriegs geophysikalisch freigegeben (Anlage 5).

Die Ansprache der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgte nach DIN 4022-1. Die Bodenprofile der Bohrungen mit Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 und der Bodengruppen nach DIN 18196 sind in Anlage 2 dargestellt.

Zur Klassifizierung des Bodens wurden Proben entnommen und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 3 und 4 des Gutachtens dokumentiert.

Zur Festlegung der Mindestanforderungen an Umfang und Qualität der geotechnischen Untersuchungen, Berechnungen und der Bauüberwachung wurde in Abhängigkeit von der Schwierigkeit der baulichen Anlage und des Baugrunds die **geotechnische Kategorie GK 2** (mittlerer Schwierigkeitsgrad) gewählt.

2 Untergrundverhältnisse

2.1 Geologie

Vor 2,4 Millionen Jahren führten tiefgreifende Klimaveränderungen zu Kaltzeiten mit Eiszeiten, in denen wiederholt Gletscher aus dem Alpenvorland weit nach Norden in das Vorland vor stießen und weite Teile des Alpenvorlands mit Gletschereis bedeckten. In den mindestens sechs Vorlandvergletscherungen im Verlauf des Quartärs mit der (von alt zu jung) Bieber-, Donau-, Günz-, Mindel-, Riß- und Würmkaltzeit stießen der Isar- und Loisachgletscher 45 - 70 km ins Vorland. Vor 18.000 Jahren war der letzte dieser Vorstöße. Im Bereich von Strarnberg gestaltete der Isarvorlandgletscher die tertiäre Landoberfläche neu. Er räumte in weiten Bereichen die weichen tertiären Molasseschichten aus und schüttete Moränenmaterial und Glazialschotter. Der Strarnberger See wurde vom Gletscher 150 m tief ausgeschürft. Der Gletscher hat verschiedenste Böden unter seiner Eislast von mehreren 100 Meter Mächtigkeit zerrieben und vor sich hergeschoben. Im Moränenmaterial oder Geschiebemergel können Steine, Blöcke oder schollenartige Bruchstücke von Fels mit Kubaturen bis Kubikmetergröße in der sonst bindigen Matrix vorkommen.

Vor 15.000 Jahren begann das Abschmelzen des Gletschereises in verschiedenen Rückzugsphasen. Hier entstanden Endmoränenwälle, die girlandenförmig um das Zungenbecken liegen sowie Schmelzwasserablagerungen in Form von Kies und Sand. Nach dem Rückzug des Gletschers wurden Zungen- und Stammbecken schrittweise eisfrei und füllten sich mit tonigem und feinsandigem Schmelzwasser, der sog. Gletschertrübe. Es wurde ein mächtiger Seeton mit Feinsandzwischenlagen abgelagert.

Im Bereich des Projektgebietes verzahnt der Seeton mit dem Geschiebemergel.

2.2 Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens

- Bodenprofil

Zuoberst wurde in allen Bohrsondierungen ein angedeckter Oberboden mit Wurzelresten erkundet der lithologisch als organischer, schwach kiesiger bis kiesiger, sehr schwach sandiger bis schwach sandiger Schluff anzusprechen ist. Dieser steht bis 0,2 – 0,4 m unter GOK an und weist eine weiche Konsistenz auf.

Unterlagernd folgt ein aufgefüllter, sehr schwach sandiger bis sandiger, schwach schluffiger bis schluffiger, teils schwach steiniger Kies lockerer bis mitteldichter Lagerung an, der teils in geringem Umfang Ziegelreste enthält und locker bis mitteldicht gelagert ist. Dieser steht bis 0,6 – 1,0 m unter GOK an.

In der Bohrsondierung BS 3 wurde unterhalb des Kiesel ein aufgefüllter, schwach kiesiger bis kiesiger, schwach sandiger Schluff mit einem geringen Anteil an Zeigelresten erkundet. Dieser ist von weicher Konsistenz und steht bis 1,0 m unter GOK an.

Unterhalb der Auffüllungen wurde ein schwach sandiger bis sandiger, schwach schluffiger bis schluffiger Kies lockerer bis mitteldichter Lagerung bis in eine Tiefe von 1,6 – 3,8 m unter GOK erfasst. In dieser Schicht wurden einzelne ca. 10 cm mächtige Tonlinsen erkundet.

Bis zur Bohrendteufe wurde in allen Bohrungen ein steifer bis halbfester, schwach sandiger, sehr schwach kiesiger bis kiesiger Schluff bzw. schluffiger Ton erkundet.

In der Bohrsondierung BS 3 wurde unterhalb des Kiesel im Übergangsbereich zum Ton/Schluff ein kiesiger, schwach sandiger Schluff breiiger Konsistenz bis 2,3 m unter GOK erkundet. Unterlagernd wurde in dieser Bohrsondierung ein mitteldicht gelagerter schwach schluffiger, kiesiger Feinsand bis 2,9 m unter GOK erkundet.

2.3 Schadstoffuntersuchungen

Insgesamt wurde eine Mischprobe nach dem Parameterumfang Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden – LVGBT 2019) in der Feinfraktion, sowie auf die Organikparameter TOC und DOC (gesamter organischer Kohlenstoff – englisch: **total organic carbon** / gelöster organisch gebundener Kohlenstoff – englisch: **dissolved organic carbon**) durch das nach DIN ISO 17025 akkreditierte Labor BVU GmbH, Markt Rettenbach, untersucht.

Probe	Auffälligkeiten Einzelparameter / Einstufung nach dem Verfüll-Leitfaden (LVGBT)				LVGBT Einstufung Gesamt
	Parameter	Einheit	Messwert	LVGBT	
BS 3 / 0,4 – 1,0 m	<u>Feststoff:</u>				
	TOC	mg/kg	0,49	-	
	Σ PCB	mg/kg	0,06	Z 1.1	
	Penzo(a)pyren	mg/kg	2	> Z 2	
	Σ PAK	mg/kg	23,9	> Z 2	
	<u>Eluat:</u>				
	pH-Wert	-	9,38	Z 0*	
	DOC	mg/l	5,3	-**	
					> Z 2

Tab 1. Einstufungen der untersuchten Probe nach LVGBT

* Im Eluat der Probe wurde ein erhöhter pH-Wert (> pH 9,0) festgestellt. Es handelt sich hier um regionale geogene Hintergrundwerte, die auf den hohen Kalkanteil im Boden zurückzuführen sind. Kalk bildet in Wasser gelöst OH-Ionen, die H₃O⁺-Ionen neutralisieren. Je kalkhaltiger ein Boden ist, desto mehr H₃O⁺-Ionen werden neutralisiert und desto alkalischer ist der Boden. Somit ist aus geochemischer Sicht der

pH-Wert von 9,0-10,0 auf Kalklösung des Bodens zurückzuführen, als natürlich anzusehen, zu tolerieren und demnach für die Einstufung nicht relevant.

**** Einschränkungen bei der Verfüllung nach LVGBT: der TOC-Gehalt/Organik- und Humusgehalte können zu erhöhtem Entsorgungsaufwand führen.**

Die untersuchte Bodenprobe BS 3 / 0,4 – 1,0 m weist eine Überschreitung des Σ PCB-, des Penzo(a)pyren- sowie des Σ PAK-Grenzwertes auf. Damit ist die Probe als **> Z 2-Material** einzustufen. Eine Entsorgung nach Verfüll-Leitfaden (LVGBT) ist daher nicht möglich und der Aushub ist entsprechend der Deponieverordnung (DepV) zu untersuchen und einer Verwertung zuzuführen.

2.4 Grund- und Schichtwasser

Bei den Bohrarbeiten am 23.02.2026 wurde Grundwasser in einer Tiefe von 0,90 – 1,25 m (entspricht der Kote 584,64 – 584,87 m NHN) angetroffen. Das Grundwasser in der Bohrsondierung BS 3 stieg, nachdem es bei 1,6 m unter GOK angebohrt wurde auf 1,25 m unter GOK an. Aus anderen Untersuchungen in der Nähe des Projektgebietes ist bekannt, dass in etwa 10 m unter GOK ein kiesiger, gespannter Grundwasserleiter vorliegt. Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten lag der Grundwasserstand nach dem Gewässerkundlichen Dienst Bayern großräumig in etwa 1 m unter dem mittleren Grundwasserstand. Der Wasserstand des Starnberger Sees lag mit 584,0 m NHN ca. 15 cm unter dem vorgegebenen Mittelwasserstand desselben.

Zur Interpolation der Grundwasserschwankung wurden die Daten der nächstgelegenen, langjährig beobachteten Grundwassermessstelle „GAUTING 955“ herangezogen. Da sich in der Vergangenheit bei benachbarten Bauvorhaben gezeigt hat, dass der Seewasserspiegel den Grundwasserstand stark beeinflusst, wurde auch die Seepegelmessstelle „16663002“ zur Interpolation der Grundwasserschwankungen herangezogen.

Aufgrund des geringen Grundwasserflurabstandes sowie der Möglichkeit des Wasseraufstaus auf den feinkörnigen Sedimenten, ist der Bemessungswasserstand auf GOK anzugeben.

Auch für den Bauzustand ist der Bemessungswasserstand auf GOK anzusetzen.

- Wassersensibler Bereich

Entsprechend dem online Dienst Bayernatlas ist für das Projektgebiet die Abgrenzung eines wassersensiblen Bereichs nicht möglich, da das Areal in einem Siedlungsgebiet liegt.

2.5 Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300 alt und neu

Im Jahr 2015 wurde die Umstellung der DIN 18300 beschlossen. In der neuen DIN 18300:2019-09, werden die Böden nach Homogenbereichen eingeteilt. Hierbei werden die „alten“ Charakteristika wie Lösen, Laden und Fördern mit den „neuen“ Charakteristika des Behandelns, Einbaus und Verdichtens vereint. In Tabelle 1 werden die Homogenbereiche dargestellt.

Bodenart	Bodenklassen nach DIN 18300 (alt)	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300:2019-09 (neu)
Auffüllung: Oberboden , Schluff, schwach schluffig bis schluffig, sehr schwach sandig bis schwach sandig, org. Beimengungen; Wurzelreste; weich	Oberboden, Klasse 1	O
Auffüllung: Kies , sehr schwach sandig bis sandig, schwach schluffig bis schluffig, schwach steinig; << 1 % Ziegelreste; locker bis mitteldicht	Leicht lösbarer Boden, Klasse 3	A1
Auffüllung: Schluff , schwach kiesig bis kiesig, schwach sandig; 1 – 2 % Ziegelreste; weich	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4	A2
Kies , schwach sandig bis sandig, schwach schluffig bis schluffig; mit ca. 10 cm Tonlinsen; locker bis mitteldicht	Leicht bis mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 3 – 4	B1
Übergangsbereich: Schluff , kiesig, schwach sandig; Feinsand , kiesig, schwach schluffig; breiig bzw. mitteldicht	Leicht bis mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 3 – 4	B2
Schluff , schwach tonig bis tonig, sehr schwach kiesig bis schwach kiesig, schwach sandig; Ton , schluffig; steif bis halbfest	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4	B3

Tab 2. Bodenklassen nach DIN 18300, Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09

Homogenbereich O: Oberboden (aufgefüllt), der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, ist in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen. Der Oberboden stellt aufgrund der organischen Bestandteile eine Herausforderung bei der Entsorgung dar und sollte auf der Baustelle verbleiben und bei der Landschaftsgestaltung wiederverwendet werden. Falls dieser nicht wiederverwendet werden kann, müsste er beprobt und deklariert werden. Wir empfehlen, den Oberboden als Haufwerk aufzuhalden und nach einer entsprechenden Analytik einer geordneten Verwertung zuzuführen.

In Ausschreibungen zu Erdarbeiten sollte auf der sicheren Seite liegend neben den Zuordnungs-klassen Z 0 auch die Zuordnungs-klassen Z 1.1, Z 1.2 sowie Z 2 nach LVGBT (**L**eitfaden zur **V**erfüllung von **G**ruben, **B**rüchen und **T**agebauen) berücksichtigt werden. Ferner sollte auch der TOC

(gesamter organischer Kohlenstoff – englisch: **t**otal **o**rganic **c**arbon) und DOC (gelöster organisch gebundener Kohlenstoff – englisch: **d**issolved **o**rganic **c**arbon) berücksichtigt werden.

Homogenbereiche A1 & A2: Künstliche Bodenauffüllungen sind erfahrungsgemäß sowohl vertikal als auch horizontal inhomogen zusammengesetzt und daher nur schwer qualifiziert wiederzuverwenden oder zu bewerten. Ferner können Schadstoffe eine Weiterverwendung verbieten (siehe Kapitel 2.3). Die Lösbarkeit ist entsprechend Bodenklasse 3 als leicht lösbarer Boden zu beurteilen. Wir empfehlen, die künstlich aufgefüllten Böden als Haufwerke aufzuhalten und nach einer entsprechenden Analytik (LVGBT – siehe oben) einer geordneten Verwertung zuzuführen.

Homogenbereich B1: Der Kies liegt entsprechend seiner Genese meist in geschichteter Lagerung vor, wobei sich die Kornzusammensetzung horizontal und lateral abwechseln kann. Die Lösbarkeit ist entsprechend Bodenklasse 3 – 4 als leicht bis mittelschwer lösbarer Boden zu beurteilen. Insgesamt sind die angetroffenen Kiese zum Wiedereinbau aus geotechnischer Sicht nicht geeignet, da der Feinkornanteil laut der Siebanalyse bei < 5 Gew.-% liegt (Anlage 3).

Homogenbereich B2: Die Schluffe und Feinsande sind entsprechend Bodenklasse 3 – 4 als leicht bis mittelschwer lösbarer Boden zu beurteilen. Eine Wiederverwendung ist aufgrund der geringen Mächtigkeit nicht wirtschaftlich durchführbar.

Homogenbereich B3: Die Schluffe und Tone sind der Bodenklasse 4 – mittelschwer lösbarer Böden zuzuordnen. Ein Wiedereinbau des Materials ist aufgrund mangelhafter Verdichtbarkeit nicht möglich.

2.6 Bodenkennwerte

Es können die mittleren Bodenkennwerte angesetzt werden:

Bodenkennwerte	Auffüllung: Kies locker bis mitteldicht	Auffüllung: Schluff weich	Kies (locker) bis mitteldicht
Wichte kN/m^3	19	19	20
Wichte unter Auftrieb kN/m^3	9	9	10
Reibungswinkel Grad	32,5	22,5	32,5
Kohäsion c' kN/m^2	-	4	-
Undrain. Kohäsion c_u kN/m^2	-	15	-
Wassergehalt w_n in %	3 – 6	20 – 45	3 – 6
Konsistenzzahl I_c (-)	-	0,75 – 0,25	-
Plastizitätszahl I_p (%)	-	5 – 15	-
Organische Anteile in %	0 – 4	2 – 5	-
Steifezahl E_s (Erstb.) MN/m^2	30	4	50
Bodengruppe	GU, GU*	UL, UM, TL, TM	GU, GU*
Homogenbereich	A1	A2	B1
Frostempfindlichkeit	F2	F3	F2 – F3

Tab 3. Bodenkennwerte Teil 1

Bodenkennwerte	Übergangsbereich		Schluff; Ton steif bis halbfest
	Schluff breiig	Feinsand mitteldicht	
Wichte kN/m^3	19	20	20
Wichte unter Auftrieb kN/m^3	9	10	10
Reibungswinkel Grad	17,5	32,5	27,5
Kohäsion c' kN/m^2	4	2	12
Undrain. Kohäsion c_u kN/m^2	15	-	50
Wassergehalt w_n in %	20 – 45	7 – 12	10 – 20
Konsistenzzahl I_c (-)	0,75 – 0,25	-	> 0,75
Plastizitätszahl I_p (%)	5 – 15	-	10 – 20
Organische Anteile in %	0	0	0 – 1
Steifezahl E_s (Erstb.) MN/m^2	0,5	35	20
Bodengruppe	UL, UM, TL, TM	SU, UL	UL, UM, TL, TM
Homogenbereich	B2	B2	B3
Frostempfindlichkeit	F3	F3	F3

Tab 4. Bodenkennwerte Teil 2

3 Kanalverschiebung

Der bestehende Schmutzwasserkanal soll in den Museumsweg verlegt werden (Anlage 1.2). Die geplanten Kanaltrassen (DN 400) haben eine Länge von ca. 120 m. In der Gründungstiefe wurde in den Bohrsondierungen BS 1 und BS 2 ein Kies erkundet. In der Bohrsondierung BS 3 wurde auf Gründungsniveau ein breiiger Schluff erkundet.

3.1 Verbau

Um die Aushubmenge zu reduzieren, empfehlen wir für den Kanalbau einen senkrechten Aushub in Verbindung mit einem wasserabweisenden Verbau. Hier ist ein ausgesteifter, geschlossener Kammerdielenverbau zu empfehlen (mit Stirnseitenplatten). Die Dielen sind mindestens 0,5 m in die steifen bis halbfesten Schluffe bzw. Tone einzubringen um Umläufigkeiten zu verhindern. Die Dielen dürfen nicht tiefer als 6 m unter GOK eingebracht werden, damit ein ausreichender Abstand zu dem gespannten, kiesigen Grundwasserleiter eingehalten wird.

Die Dielen können am Ende der Baumaßnahme komplett oder bereichsweise wieder gezogen werden und stellen somit keine Behinderung des **Grundwasserstroms** dar. Auf Grund der Erschütterungen ist ggf. eine Beweissicherung von Bestandsgebäuden sinnvoll. Idealerweise wird vorab eine Proberammung durchgeführt.

Alternativ kann ein Spundwandkasten – ebenfalls mit Innenaussteifung – ausgeführt werden.

Bei der Erstellung der Baugrube sind DIN 4124 und 4123 zu beachten.

3.2 Wasserhaltung

Grundwasser wurde während der Geländearbeiten bei 0,9 – 1,25 m unter GOK angetroffen. Entsprechend kommt die Grabensohle unterhalb des Grundwasserspiels zu liegen. Es wird eine Wasserhaltung notwendig, da der Kammerdielenverbau ein wasserabweisendes Verbausystem darstellt, aber nicht wasserdicht ist.

Durch den wasserabweisenden Verbau, der in die kaum wasserdurchlässigen steifen bis halbfesten Schluffe und Tone einbindet, ist mit einem Grundwasserandrang lediglich über Undichtigkeiten im Verbau selbst zu rechnen.

Die Wasserhaltung kann mit einer offenen Wasserhaltung realisiert werden. Hierfür ist an den Stirnseiten und in regelmäßigen Abständen jeweils ein Pumpensumpf einzurichten. In diesen ist auf 1 m unterhalb der jeweiligen Gründungssohle ein Filterkies (Körnung 16/32 mit Feinkorn < 5%) einzubauen, der in ein Vlies mit einem Flächengewicht von 200 g/m² (GRK 4) einzuschlagen ist. In diesen Pumpensämpfen muss die offene Wasserhaltung so lange betrieben werden, bis

die Sicherheit des Kanales gegen Aufschwimmen durch eine entsprechende Verfüllhöhe im Kanalgraben gewährleistet ist.

Eine Wasserhaltung ist beim zuständigen LRA anzumelden und eine wasserrechtliche Genehmigung zu beantragen.

3.3 Rohraufleger

Die in den Bohrsondierungen BS 1 und BS 2 erkundeten Kiese stellen einen ausreichend tragfähigen Untergrund zur Auflagerung des Kanals dar. Zur besseren Verdichtbarkeit des teilweise feinkornreichen Kiesel ist die Wasserhaltung vorzeitig in Betrieb zu setzen und das Wasser um mindestens 0,5 m unterhalb der Rohrbettung abzusenken. Dann ist die Rohrsohle entsprechend intensiv mittels geeignetem Gerät nachzuverdichten.

Auf dem verdichteten Kies kann dann die Rohrbettung (Sand- oder Splittbettung) in 0,1 – 0,2 m Stärke eingebaut werden.

Stehen wie in Bohrsondierung BS 3 erkundet noch weiche oder breiige Schluffe oder Tone an, muss zur Stabilisierung der Aushubsohle bzw. des Rohrbettlagers eine Schroppen- oder Grobkieslage der Körnung ca. 60/250, je nach Konsistenz des Bodens mit einer Stärke $d = 15 - 25$ cm in den Schluff statisch mit der Baggerschaufel eingedrückt werden. Die Oberfläche sollte mit sandigem Kies (0/63) abgestreut und mit einem Vlies (Flächengewicht 200 g/m²) abgedeckt werden. Darauf kann dann die Rohrbettung eingebaut werden.

3.4 Verfüllung des Kanalgrabens

Der anstehende natürliche Kies ist für die Verfüllung des Kanalgrabens nicht geeignet, da der Feinkornanteil (Schluff und Ton) laut der Siebanalyse bei > 5 -Gew.-% liegt (Anlage 3). Daher sollte Liefermaterial zur Verfüllung eingesetzt werden. Der Einbau ist lagenweise (≤ 30 cm) unter optimaler Verdichtung vorzunehmen. Als Nachweis der fachgerechten Verdichtung sollte eine Proctordichte $D_{Pr} \geq 100$ % nachgewiesen werden. Dies kann beispielsweise mit Rammsondierungen geprüft werden.

3.5 Arbeitssicherheit

Bei der Planung und Ausführung der Gräben sind grundsätzlich die Richtlinien und Vorschriften der DIN 4124 „Baugruben und Gräben...“ maßgebend und die geltenden Sicherheitsvorschriften der Tiefbau - Berufsgenossenschaften sind zu beachten (z.B. Ausgabe Mai 2011).

3.6 Erdbebenzone

Die Erdbebeneinwirkungen werden im nationalen Anwendungsdokument DIN EN 1998-1/NA: 2023-11 durch eine kontinuierliche probabilistische Erdbebenkarte beschrieben. Die Referenz-Wiederkehrperiode für diese Karte beträgt $T_{NCR} = 475$ Jahre, was einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10 % in 50 Jahren entspricht. Die spektrale Antwortbeschleunigung $S_{ap,R}$ im Plateaubereich des Antwortspektrums für das Untergrundverhältnis C-S mit einer Scherwellengeschwindigkeit von $v_{s,30} = 800$ m/s dargestellt wird. In Stranberg kann eine spektrale Antwortbeschleunigung von **$S_{ap,R} = 0,4972 \text{ m/s}^2$** angegeben werden. Der Referenz-Spitzenwert für die Bodenbeschleunigung beträgt **$a_g R = 0,199 \text{ m/s}^2$** .

4 Straßenbau und Straßentragschichten

Für den Straßenbau sind die Vorgaben und Richtlinien u.a. der RStO 12/24g und der ZTVE-StB 09 maßgeblich.

Da entlang des Museumswegs Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F 2 und F3 anstehen, werden Frostschutzmaßnahmen notwendig. Zur Ermittlung der Dicke des frostsicheren Oberbaus des Museumswegs sind die folgenden örtlichen Verhältnisse zu berücksichtigen:

- gemäß RStO 12 liegt der Museumsweg in der Frosteinwirkungszone II → **+ 5 cm**
- der Grundwasserstand liegt dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Straßenplanum → **+ 5 cm**

Unter Berücksichtigung dieser örtlichen Verhältnisse ergibt sich gemäß RStO 12/24 für Geh- und Radwege eine Mindestdicke für den frostsicheren Oberbau von 55 cm. Wird die Fahrbahn über Rinnen oder Abläufe und Rohrleitungen entwässert, kann die Dicke des frostsicheren Oberbaus um 5 cm reduziert werden.

Das durch die RStO 12 geforderte Verformungsmodul von $EV2 > 45 \text{ MN/m}^2$ auf Planum kann aufgrund der teils als breiig bis weich angesprochenen Schluffe vermutlich nicht nachgewiesen werden. Daher sollte auf der sicheren Seite liegend ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 auf Planum des bindigen Untergrunds verlegt werden. Der Einsatz des Geotextils bietet die Möglichkeit der Herstellung eines Verbundsystems im Sinne „Tragschicht - Geotextil - Untergrund“ und damit eine Reduzierung der Untergrundverformungen sowie eine langfristige Standfestigkeit. Grundlage für den Einsatz von Geotextilien im Straßenbau und die vor gebrachte Empfehlung darf dem Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus, 1994 (FGSV 1994) entnommen werden.

Alternativ bietet sich hier ein ca. 30 cm Mehreinbau (Bodenersatzkörper) aus Kies-Sand an. Falls noch weitere Leitungen verlegt werden sollen, wäre dies die bessere Option. Die Sohle unter

dem zusätzlichen Kieselpolster von 30 cm sollte durch Schroppen (kantige Steine der Größe ca. 60/250) verbessert werden (Einbauweise im vorangegangenen Kapitel erläutert). Dabei werden diese Schroppen mit der Baggerschaufel eingedrückt - nicht eingeschlagen. Es sollten so viele Schroppen eingedrückt werden, bis kein Eindringen mehr möglich ist. Ein dynamisches Verdichten der Schroppen ist jedem Fall zu unterlassen da sonst das Kapillarwasser aktiviert und der darunterliegende Boden ebenfalls in eine schlechtere Konsistenz übergehen kann.

Auf dem Planum ist der geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ durch diese Maßnahmen gut erreichbar. Der frostsichere Oberbau des Weges sollte aus Material der Bodengruppe GW mit einem Feinkornanteil (Schluff und Ton) von $< 5 \text{ Gew.-%}$ lagig (max. 30 cm) geschüttet und verdichtet werden.

Grundvoraussetzung für die Schadensfreiheit einer Straße ist eine ausreichende Verdichtung des Straßenplanums sowie der Frostschutz- und Tragschichten. Für die Verdichtung des Erdplanums und des frostsicheren Oberbaus werden in Anlehnung an die Straßenbaurichtlinien folgende Verdichtungskriterien angesetzt:

- | | |
|---|------------------------------|
| • auf OK Schotter-/Kiestragschicht / Gehweg | $E_{v2} > 80 \text{ MN/m}^2$ |
| • auf dem Erdplanum | $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ |

Für weitere Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

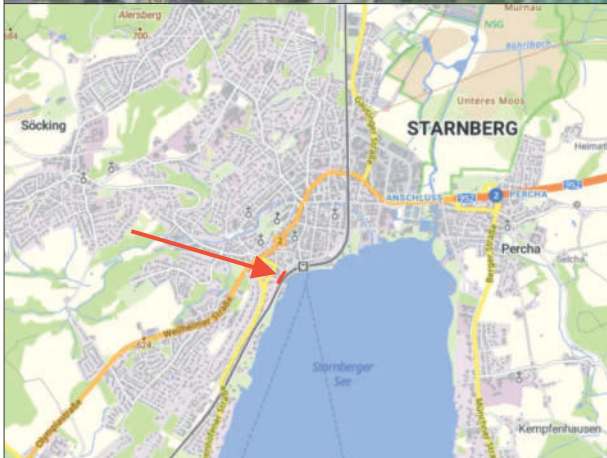
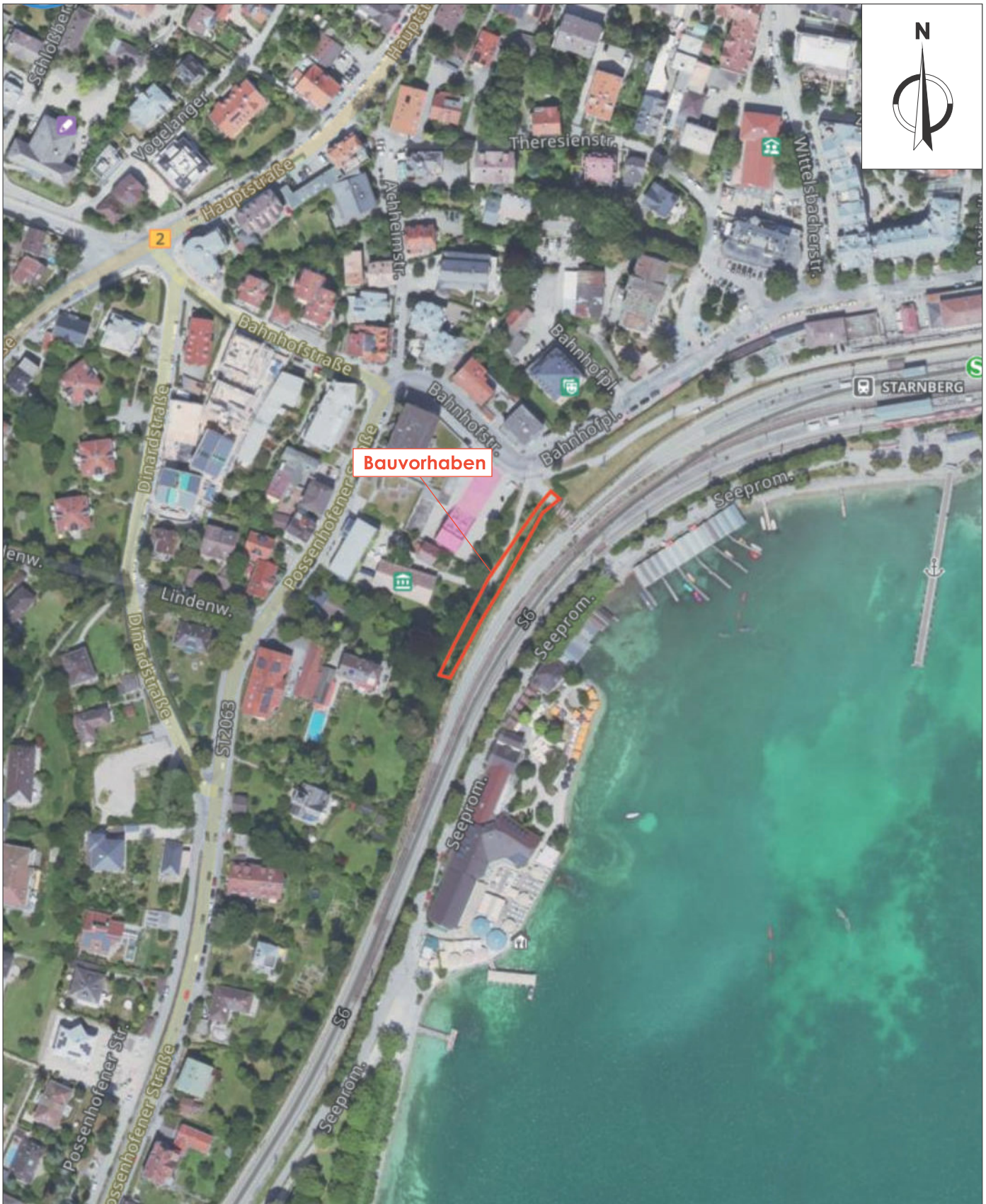
Strarnberg, den 26.03.2026



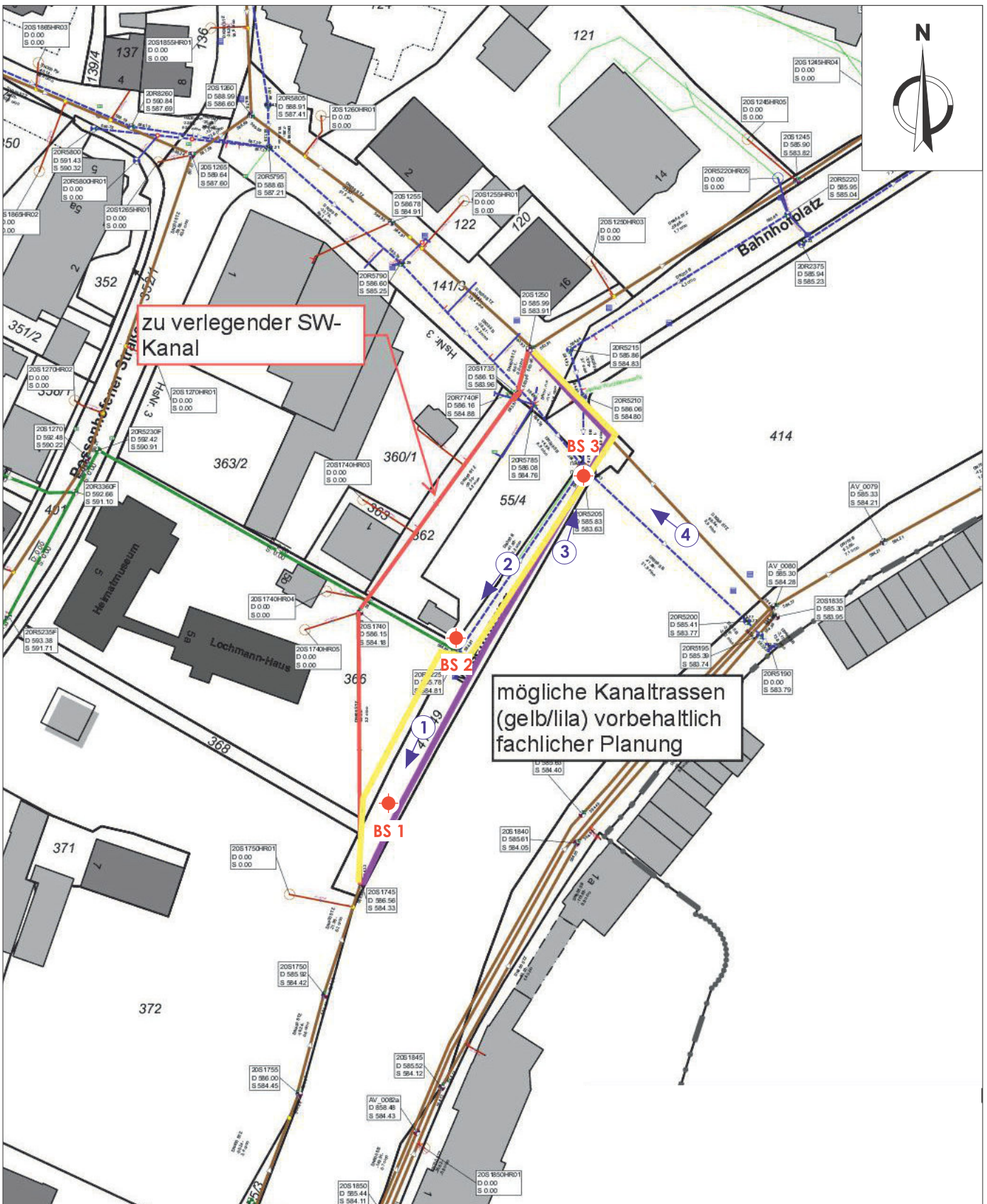
GHB Consult GmbH



GHB Consult GmbH



Auftraggeber:		AHAM Entwicklungsgesellschaft mbH Gaufinger Str. 1d 82319 Starnberg	
Projekt:		Kanalverlegung Museumsweg Fl.-Nr. 414/49; Gmkg. Starnberg 82319 Starnberg	
Planbezeichnung:		Übersichtslageplan	
Projektnummer:		260101	Maßstab: Luftbild 1:2.500
 GHB Consult GmbH Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel. 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de		Bearbeiter:	
		Zeichner:	
		Datum:	26.01.2026
		Anlage:	1.1



Legende:

- **BS 1-3** Sondierbohrungen
- 1 → Foto-Nr. mit Blickrichtung

Maßstab 1 : 1.000



Auftraggeber: AHAM Entwicklungsgesellschaft mbH
Gaufinger Str. 1d
82319 Starnberg

Projekt: **Kanalverlegung
Museumsweg
Fl.-Nr. 414/49; Gmkg. Starnberg
82319 Starnberg**

Planbezeichnung: Lageplan mit Untersuchungspunkten

Projektnummer: 260101

Maßstab: 1:1.000



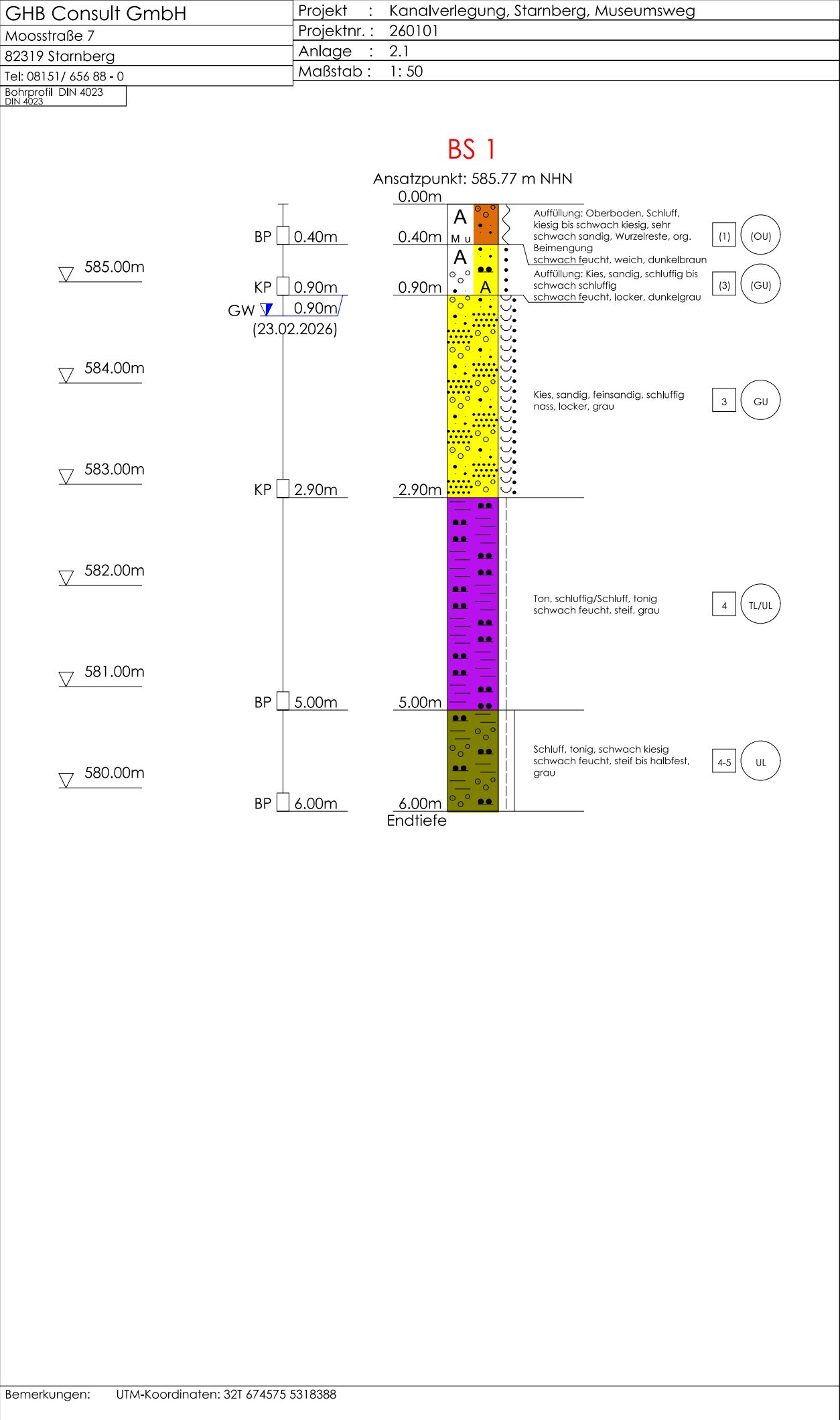
GHB Consult GmbH
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel. 08151 / 656 88 0
www.gbh-consult.de

Bearbeiter: [REDACTED]

Zeichner: [REDACTED]

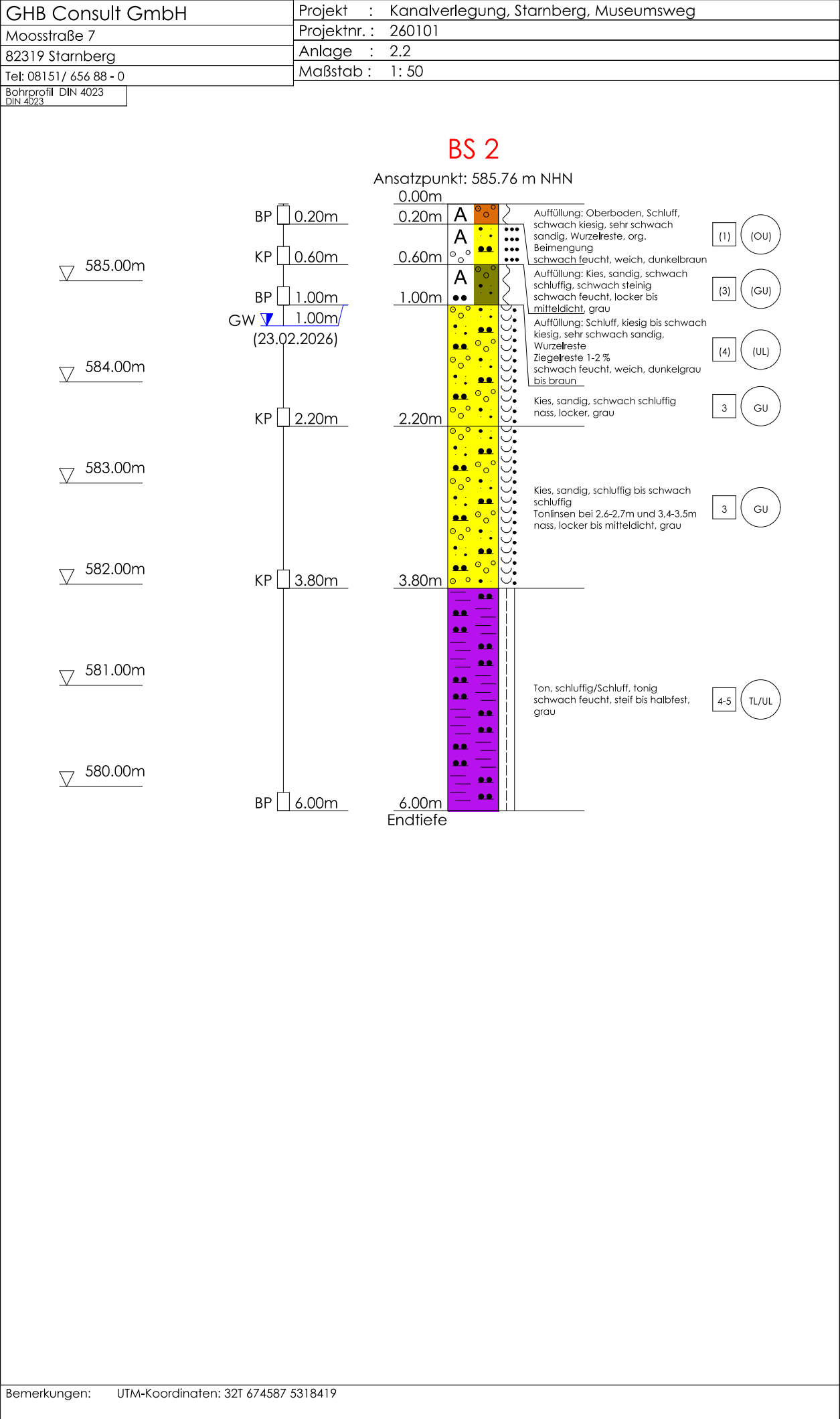
Datum: 19.03.2026

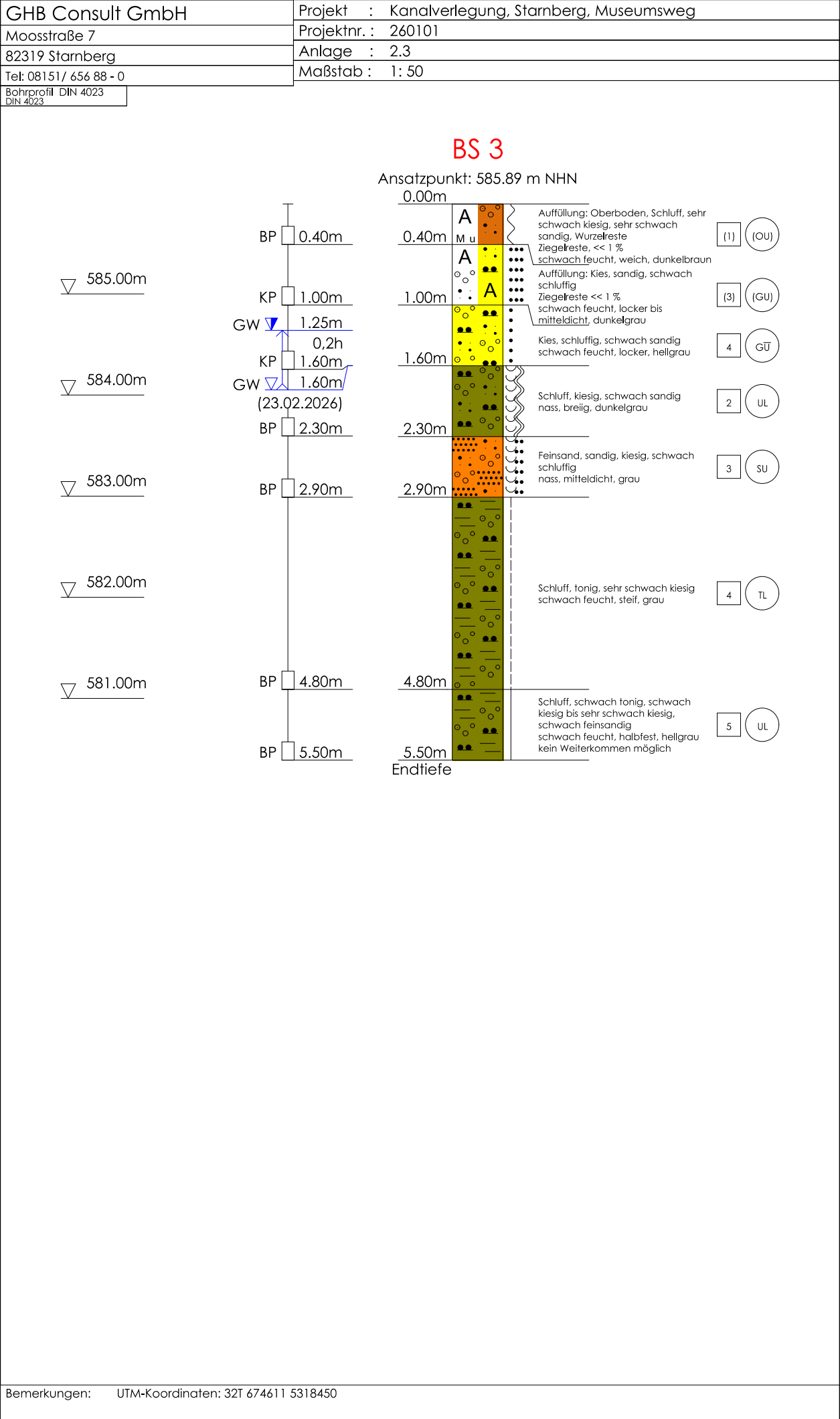
Anlage: 1.2

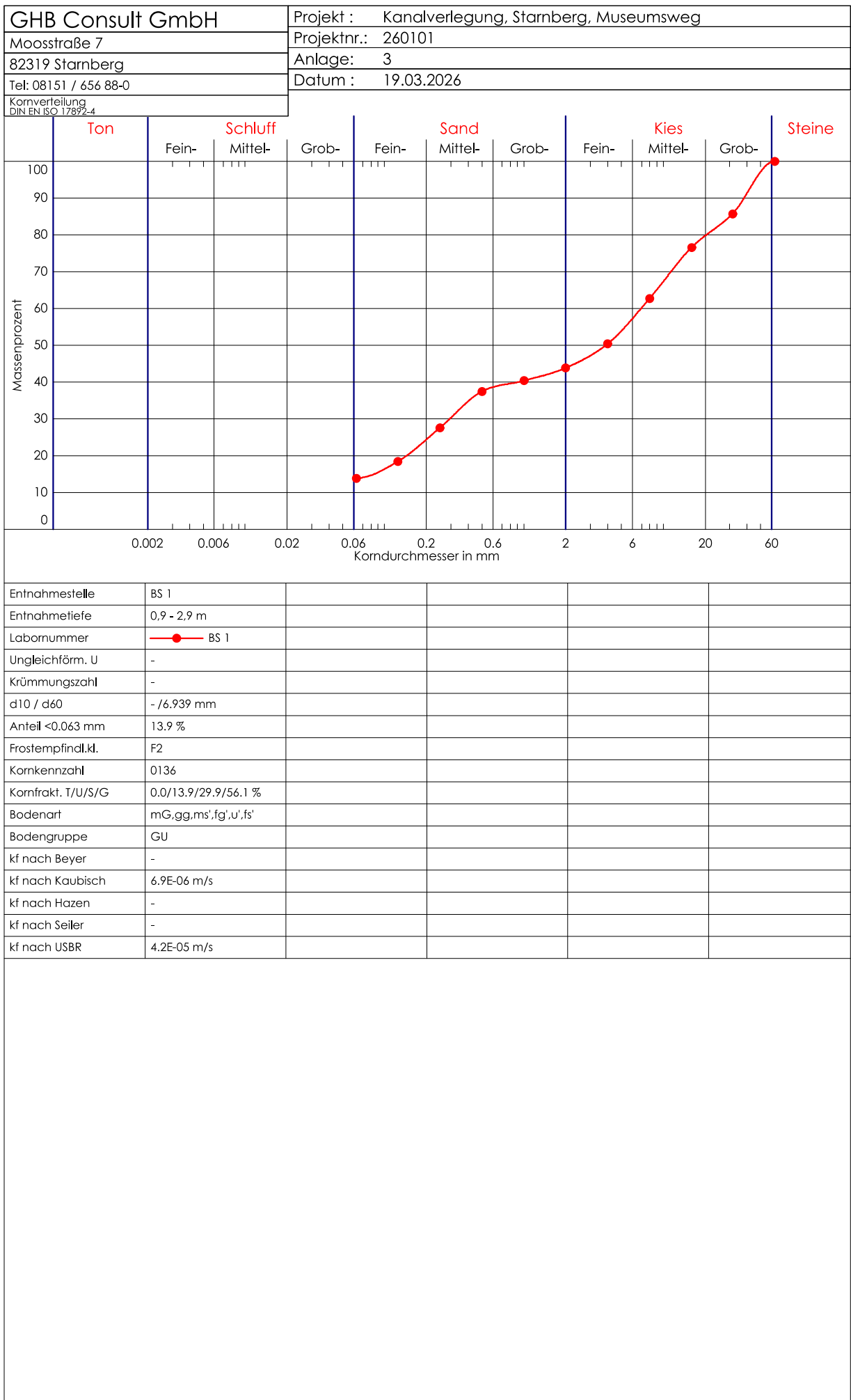


Bemerkungen:

UTM-Koordinaten: 32T 674575 5318388

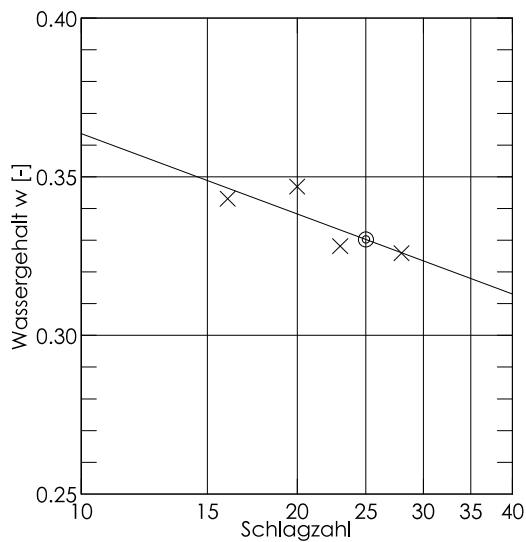




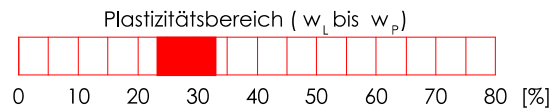


GHB Consult GmbH	Projekt : Kanalverlegung, Starnberg, Museumsweg
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 260101
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.1
Tel:(08151) 656 88-0	Datum : 26.03.2026
Zustandsgrenzen DIN EN ISO 17892-12	Labornummer : BS 1 2,9 - 5,0 m
	Tiefe : 2,9 - 5,0 m
	Bodengruppe : TL/UL
Entnahmestelle : BS 1	Art der Entn. : gestört
Ausgef. durch : KL	Entn. am : 23.02.2026

	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.								
Zahl der Schläge	16	20	23	28				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	153.01	145.27	146.78	143.14	114.59	109.97	109.37	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	135.33	129.46	131.33	128.46	109.28	104.90	104.56	
Behälter m_b [g]	83.78	83.90	84.24	83.46	86.35	82.97	83.82	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	17.68	15.81	15.45	14.68	5.31	5.07	4.81	
Trockene Probe m_t [g]	51.55	45.56	47.09	45.00	22.93	21.93	20.74	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.343	0.347	0.328	0.326	0.232	0.231	0.232	0.232



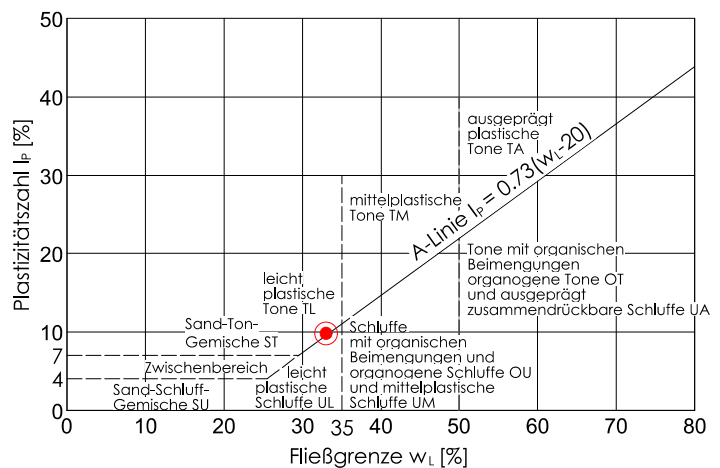
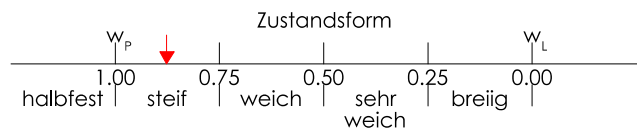
Wassergehalt $w_N = 0.244$
 Fließgrenze $w_L = 0.330$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.232$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.098$

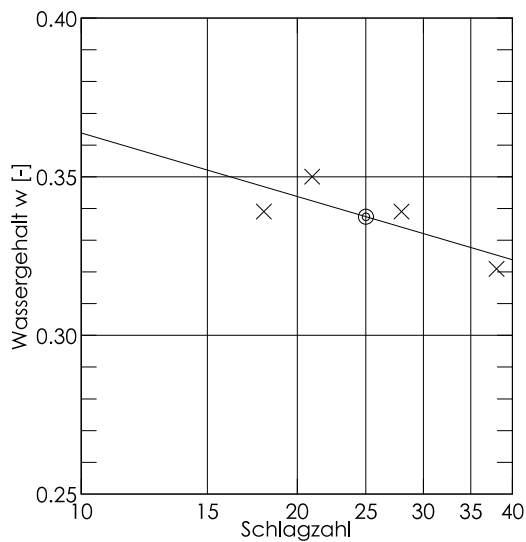
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.122$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.878$

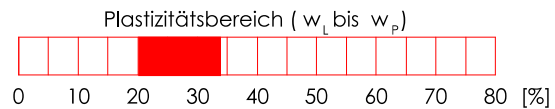


GHB Consult GmbH	Projekt : Kanalverlegung, Starnberg, Museumsweg
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 260101
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.2
Tel:(08151) 656 88-0	Datum : 26.03.2026
Zustandsgrenzen DIN EN ISO 17892-12	Labornummer : BS 3 2,9-4,8 m
	Tiefe : 2,9-4,8 m
	Bodengruppe : UL
Entnahmestelle : BS 3	Art der Entn. : gestört
Ausgef. durch : KL	Entn. am : 23.02.2026

	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.								
Zahl der Schläge	18	21	28	38				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	131.54	140.75	142.56	137.70	111.45	111.85	116.66	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	119.34	126.04	127.58	124.66	106.84	107.55	111.65	
Behälter m_b [g]	83.35	84.07	83.39	83.99	84.04	86.38	86.79	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	12.20	14.71	14.98	13.04	4.61	4.30	5.01	
Trockene Probe m_t [g]	35.99	41.97	44.19	40.67	22.80	21.17	24.86	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.339	0.350	0.339	0.321	0.202	0.203	0.202	0.202



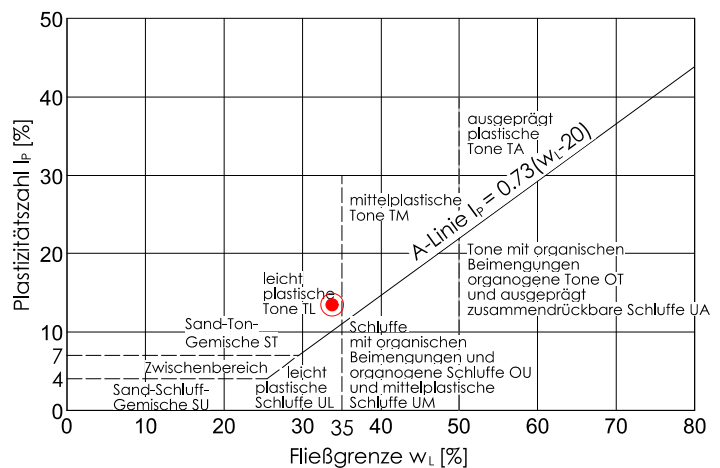
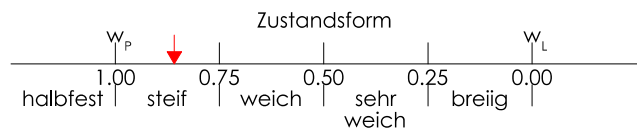
Wassergehalt $w_N = 0.221$
 Fließgrenze $w_L = 0.337$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.202$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.135$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.141$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.859$



Untersuchungsbericht

zur

***Kampfmitteluntersuchung von Bohransatzpunkten
BV Museumsweg, Starnberg***

Auftrag	Bearbeitung
<u>Auftraggeber</u> GHB Consult GmbH Moosstraße 7 82319 Starnberg	 Waldschmidtstraße 8b 82319 Starnberg Tel.: 01  E-Mail: 
<u>Bauvorhaben</u> Museumsweg, Starnberg	Datum: 27.02.2026

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Angewandte Messverfahren:	2
Untersuchungen mittels Georadar:	2
Allgemeine Hinweise zu Arbeiten in der Kampfmittelräumung	3
Anlage 1 – Fotodokumentation 23.02.2026 (Beispiele).....	4

Im Auftrag der GHB Consult GmbH wurde zum Bauvorhaben Museumsweg in Starnberg Bohrpunkte für Baugrundsondierungen untersucht.

Die Messungen fanden am 23.02.2026 statt. Die Lage der zu erkundenden Bereiche wurde vor Ort festgelegt und gekennzeichnet. Die Messungen dienten der Detektion möglicher Kampfmittel im Vorfeld der Eingriffe in den Untergrund. Die Sondierungen umfassten:

- 3 Bereiche für Bohransatzpunkte

Die Bereiche wurden im Gelände markiert. Nach Auswertung der Messergebnisse (i.d.R. Untersuchung mittels Georadar) sowie gegebenenfalls unter Einbezug ergänzender Untersuchungen mit weiteren Messverfahren (i.d.R. Geomagnetik) konnten an den Bereichen, keine kampfmittelrelevanten Indikationen festgestellt werden bzw. wurden die Ansatzpunkte ggf., nach Absprache, leicht versetzt.

Die Kampfmittelfreigabe kann somit, mit Verweis auf die allgemeinen Hinweise 5m unter Messniveau für die im Feld festgelegten Bereiche erteilt werden.

Für weitere Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Starnberg, den 27.02.2026



M.Sc. Geologie

Angewandte Messverfahren: Untersuchungen mittels Georadar:

Eine in der Geophysik häufige Aufgabenstellung ist die Ortung von unterirdischen Objekten (Blindgänger, Fässer, Kabel, Leitungen, Tunnel, Bunker, etc.) oder geologischen Strukturen (Hohlräume, Höhlen, Felsen, geologische Schichtwechsel, etc.). Das Radarverfahren wird als zerstörungsfreies Erkundungsverfahren in nahezu allen geologischen und baubezogenen Ingenieurwissenschaften zur Lösung spezieller Erkundungsprobleme eingesetzt. Durch geeignete Frequenzwahl des Sendesignals sind bei günstigen Umgebungsbedingungen Untersuchungen bis 20 m Bodentiefe möglich.

Das Georadar ist ein elektromagnetisches Reflexions-Verfahren, welches hochfrequente elektromagnetische Wellenimpulse über eine Sendeantenne senkrecht in den Untergrund abstrahlt. Durch Änderungen der elektromagnetischen Eigenschaften im Boden oder Bauwerk (Diskontinuitäten), verursacht z.B. durch geologische Schichtgrenzen bzw. Fremdkörpern (Leitungen, Altfundamente, etc.) werden Teile der Impulse reflektiert und an der Oberfläche mittels einer separaten Empfangsantenne aufgenommen. Aus der Messung der Laufzeiten kann bei Kenntnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Welle im Untergrundmedium der Abstand zum Reflektor berechnet werden. Das Prinzip des Georadars ist in Abb. 1 dargestellt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen ist dabei abhängig von Leitfähigkeit und Dielektrizität des untersuchten Mediums. Um präzise Tiefenangaben machen zu können kann ein Aufschluss an geeigneter Stelle hilfreich zur Eichung der Laufzeit der Signale sein. Änderungen der Signalcharakteristik erlauben zusätzlich Rückschlüsse auf die physikalischen Eigenschaften des durchstrahlten Mediums. Da die gewonnenen Rohdaten schwer interpretierbar sind, werden zur besseren Darstellung Verfahren der digitalen Signalverarbeitung angewendet, deren Ergebnis das Radargramm ist. Die Auswertung der Messergebnisse erfordert trotz aller Filtermethoden spezielle Erfahrung und sollte nur von Sachkundigen vorgenommen werden.

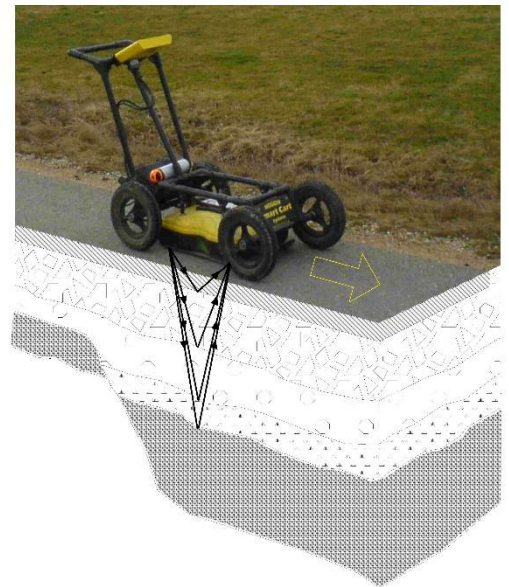


Abbildung 1: Bodenradargerät für kontinuierliche Messungen entlang von Profilen. Eingesetzte Antenne 250 MHz.

Je nach Aufgabenstellung verwenden wir Antennen in verschiedenen Frequenzbereichen zwischen 50 MHz und 1,2 GHz. Frequenzen zwischen 25 MHz und 200 MHz erreichen je nach physikalischer Beschaffenheit des durchstrahlten Mediums Eindringtiefen bis 10 m, bieten aber relativ schlechte Auflösung im oberflächennahen Bereich. Im Gegensatz dazu erreicht man mit höheren Frequenzen (450 MHz bis 2 GHz) eine sehr gute Objekt-Auflösung, wobei die Erkundungstiefe stark abnimmt. Die Auswahl der geeigneten Frequenz ist immer ein Kompromiss zwischen Auflösung und Eindringtiefe.

Allgemeine Hinweise zu Arbeiten in der Kampfmittelräumung

In Bezug auf die ATV DIN 18299 Abschnitt 0.1.17 wird darauf hingewiesen, dass trotz fachgerechter Untersuchung nach dem aktuellen Stand der Technik und Beräumung nach den gesetzlichen Vorgaben nicht auszuschließen ist, dass sich auf den untersuchten Grundstücken weiterhin Kampfmittel befinden. Zum Beispiel sind verfahrensbedingt unterhalb von Sparten/Einbauten je nach Größe, Lage und Beschaffenheit nur eine eingeschränkte Aussage über etwaige Kampfmittel möglich.

Daher ergeht vorsorglich folgender Hinweis:

Bei jeglichem Verdacht des Antreffens von Kampfmitteln sind wir sowie die zuständige Polizeibehörde zu benachrichtigen und die Bauarbeiten in diesem Bereich einzustellen.

Im Allgemeinen kann nach einer durchgeführten Oberflächensondierung mittels Geomagnetik- oder Großspulen-Transienten-Elektromagnetik-Verfahren und der Beräumung identifizierter Kampfmittelverdachtspunkte die kampfmitteltechnische Grabungsfreigabe bis in die messtechnisch erfasste Tiefe bestätigt werden. Bei besonderen Bodenbedingungen bzw. bei einer spezieller Standorthistorie ist es ggf. erforderlich, auf tieferem Niveau – bei Erreichen der Sondiertiefe des Detektionsverfahrens – eine weitere Untersuchung der Fläche durchzuführen.

Sind Spezialtiefbaumaßnahmen geplant, sind in der Regel weitergehende Untersuchungen der betreffenden Bereiche durch Tiefensondierungen (z. B. Bohrloch-Geomagnetik) oder leistungsgleiche Detektionsverfahren (z.B. Georadar) erforderlich.

Maschinelle Grabungsarbeiten im Zusammenhang mit Kampfmittelüberprüfungen sollten entsprechend den Richtlinien und Vorgaben der Bauberufsgenossenschaft sowie den BFR-KMR erfolgen.

Anlage 1 – Fotodokumentation 23.02.2026 (Beispiele)



Projekt: Kanalverlegung, Starnberg, Museumsweg

Anlage: 6.1

Projektnr.: 260101



GHB Consult GmbH
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel. 08151 / 656 88 0
www.ghb-consult.de



Foto 1



Foto 2

Projekt: Kanalverlegung, Starnberg, Museumsweg

Anlage: 6.2

Projektnr.: 260101



GHB Consult GmbH
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel. 08151 / 656 88 0
www.ghb-consult.de



Foto 3



Foto 4

GHB Consult GmbH

Moosstraße 7, Haus A
82319 Starnberg

Analysenbericht Nr.	473/7759	Datum:	25.03.2026
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : GHB Consult GmbH
 Projekt :
 Projekt-Nr. : Az 260101 Kst.-Stelle :
 Art der Probe : Boden Art der Probenahme :
 Entnahmestelle : Entnahmedatum : 23.02.2026
 Originalbezeich. : BS3 BP 0,4-1,0 m Probeneingang : 19.03.2026
 Probenbezeich. : 473/7759 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuchungszeitraum : 19.03.2026 - 25.03.2026

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (EPP:2019-12)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	MU* [%]
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							DIN 19747:2009-07	
Trockensubstanz	[%]	90,6	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09	10
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	30	-	-	-	-	Siebung	10

3 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (EPP:2019-12)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	MU* [%]
Glühverlust	[Masse %]	1,7	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05	8
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,49	-	-	-	-	berechnet	
TOC 400	[Masse %]	0,45	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12	12
ROC	[Masse %]	0,04	-	-	-	-	DIN EN 19539 :2016-12	15
Arsen	[mg/kg TS]	2,4	20 20	30	50	150	DIN ISO 22036:2009-06	16
Blei	[mg/kg TS]	64	40 70	140	300	1000	DIN ISO 22036:2009-06	11
Cadmium	[mg/kg TS]	0,2	0,4 1	2	3	10	DIN ISO 22036:2009-06	12
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	8,2	30 60	120	200	600	DIN ISO 22036:2009-06	8
Kupfer	[mg/kg TS]	14	20 40	80	200	600	DIN ISO 22036:2009-06	5
Nickel	[mg/kg TS]	6,2	15 50	100	200	600	DIN ISO 22036:2009-06	8
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,21	0,1 0,5	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08	9
Thallium	[mg/kg TS]	< 1					DIN ISO 22036:2009-06	10
Zink	[mg/kg TS]	54	60 150	300	500	1500	DIN ISO 22036:2009-06	7
Aufschluß mit Königswasser							DIN EN 13657 :2003-01	
EOX	[mg/kg TS]	0,6	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 :2005-12	15
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 :2005-01	20
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 :2005-01	20
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	0,32	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380 :2013-10	12

3.1 PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	MU* [%]
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						20
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						20
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						20
PCB 138	[mg/kg TS]	0,03						20
PCB 153	[mg/kg TS]	0,02						20
PCB 180	[mg/kg TS]	0,01						20
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	0,06	0,05	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12	
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0			22
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,21						33
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,06						30
Fluoren	[mg/kg TS]	0,1						19
Phenanthren	[mg/kg TS]	1,4						26
Anthracen	[mg/kg TS]	0,5						30
Fluoranthren	[mg/kg TS]	4,3						16
Pyren	[mg/kg TS]	3,6						17
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	2,7						21
Chrysen	[mg/kg TS]	1,5						25
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	3						25
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,86						19
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	2		0,3	1,0	1,0		15
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,39						35
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	1,7						20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	1,6						19
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	23,9	3	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05	

4 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	MU* [%]
Eluatherstellung (l : s)		10 : 1					DIN EN 12457-4 : 2003-01	5
pH-Wert	[-]	9,38	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012	10
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	59	500	500 2000 ²⁾	1000 2500 ²⁾	1500 3000 ²⁾	DIN EN 27 888 : 1993	10
Arsen	[µg/l]	< 3	10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Blei	[µg/l]	< 5	20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Cadmium	[µg/l]	< 0,1	2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	15	30/50 ³⁾	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Kupfer	[µg/l]	< 5	50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	12
Nickel	[µg/l]	< 5	40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05	0,2	02/05 ³⁾	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08	15
Thallium	[µg/l]	< 1	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Zink	[µg/l]	< 10	100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01	15
Phenolindex	[µg/l]	< 10	10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12	12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10	10
DOC	[mg/l]	5,3					DIN EN 1484 :2019-04	12
Chlorid	[mg/l]	< 5	250	250	250	250	EN ISO 10304: 2009-07	15
Sulfat	[mg/l]	< 5	250	250	250 300 ²⁾	250 600 ²⁾	EN ISO 10304 :2009-07	15

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Darüber hinaus darf das Verfüllmaterial keine anderen Belastungen beinhalten.
Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EPP:2019-12) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte. MU*: Erweiterte Messunsicherheit k=2

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 25.03.2026

Onlinedokument ohne Unterschrift