



GEMEINDE GRAINAU

NEUFASSUNG DER BEBAUUNGSPLÄNE NR. 2 „GNOMENAU“ UND Nr. 19 „ZIERWALDWEG“

BEGRÜNDUNG

nach § 9 Abs. 8 BauGB

Schongau, den
geändert
Endfertigung

15.07.2026

Städtebaulicher Teil
HÖRNER & PARTNER
ARCHITEKTURBÜRO
Architektur + Stadtplanung
An der Leithe 7
86956 Schongau
Tel.: 08861/933700
mail: info@architekturhoerner.de

Landschaftsplanerischer Teil
U-Plan
**Büro für Umweltberatung &
angewandte Landschaftsplanung GbR**
Mooseurach 16
82549 Königsdorf
Tel. 08179 / 925540
mail@buero-u-plan.de

Inhaltsverzeichnis

1 Planungsanlass	4
2 Verfahren.....	5
3 Angaben zum Baugebiet	6
3.1 Lage und Topographie.....	6
3.2 Größe und Abgrenzung	7
3.3 Vorhandene Nutzungen & Eigentumsrechtliche Situation	7
4 Erschließung.....	7
5 Übergeordnete Planungen.....	8
5.1 Landesentwicklungsprogramm (LEP)	8
5.2 Regionalplan.....	9
5.3 Flächennutzungsplan.....	10
5.4 Integriertes Städtebauliche Entwicklungskonzept (ISEK)	11
5.5 Denkmalschutz	11
5.6 Vorbelastungen, Altlasten	12
5.7 Wasserwirtschaftliche Belange	12
5.7.1 Vorläufig gesicherte oder festgesetzte Überschwemmungs- gebiete.....	12
5.7.2 Risikogebiete außerhalb von Überschwemmungsgebieten	12
5.7.3 Lage im 60 m Bereich eines Gewässers.....	12
5.7.4 Überflutungen durch wild abfließendes Wasser infolge von Starkregen ...	13
5.7.5 Grundwasser.....	13
5.7.6 Niederschlagswasser	14
5.7.7 Wasserversorgung	14
5.7.8 Abwasserentsorgung	15
5.8 Biotope und Schutzgebiete	15
6 Städtebauliches Ziel	15
6.1 Ziel der Neufassung.....	15
6.1.1 Art der baulichen Nutzung.....	16
6.1.2 Maß der baulichen Nutzung	16
6.1.3 Bauweise	17
6.1.4 Baugrenzen.....	17
6.1.5 Bauliche Gestaltung	18
6.1.6 Verkehrsflächen	18
6.1.7 Bepflanzungen, Bepflanzungsbindungen	18
7 Wesentliche Auswirkungen der Neufassung	18

8 Entschädigungsansprüche	18
9 Finanzielle Auswirkungen	19
10 Abschließendes	19
11 Anlagen	19
Abbildungsverzeichnis	20
Abkürzungsverzeichnis.....	21

1 Planungsanlass

In ihrer Sitzung vom 28.08.1968 beschlossen die Mitglieder des Gemeinderates der Gemeinde Grainau den Bebauungsplan Nr. 2 „Gnomenau“ als Satzung.

Der Geltungsbereich des Bebauungsplanes wurde begrenzt im Norden durch unbebaute Grundstücke, als auch den Zierwaldweg.



Abbildung 1: Ausschnitt aus der Planzeichnung des Bebauungsplanes Nr. 2 "Gnomenau", unmaßstäblich

Mit Beschluss vom 12.03.1997 erließen die Mitglieder des Gemeinderates der Gemeinde Grainau den Bebauungsplan Nr. 19 „Zierwaldweg“ als Satzung.

Der Geltungsbereich des Bebauungsplanes wurde begrenzt im Norden durch den Krepbach und Waldflächen.

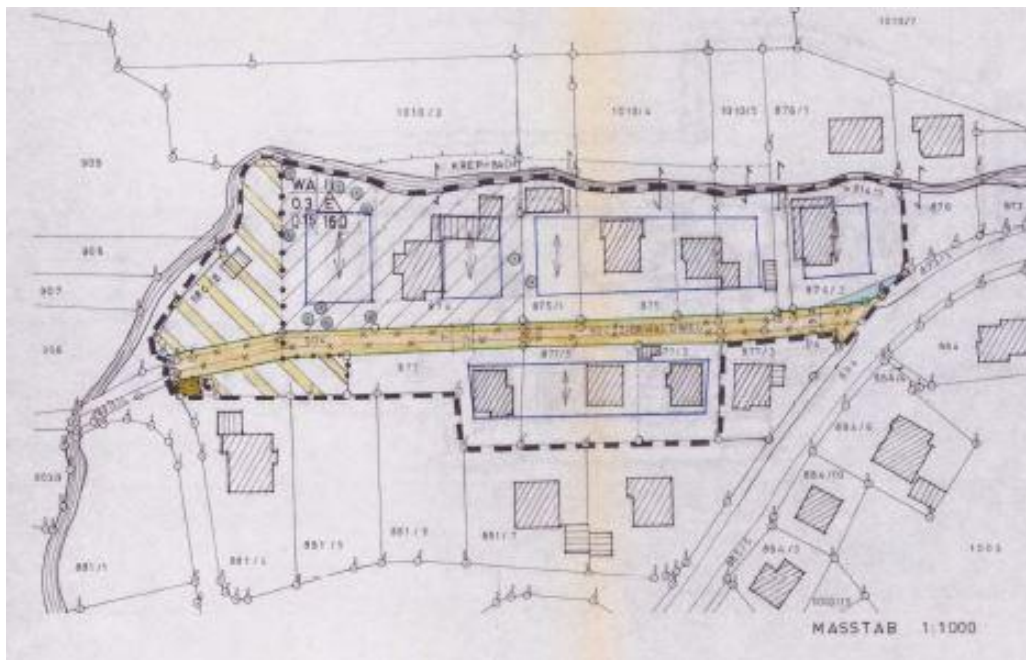


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Planzeichnung des Bebauungsplanes Nr. 19 "Zierwaldweg", unmaßstäblich

Die aktuellen Festsetzungen zum Maß der baulichen Nutzung dieser aktuell rechtskräftigen Bebauungspläne lassen keine moderate und verträgliche Nachverdichtung zu. Die teilweise sehr detaillierten Festsetzungen zur Kniestockhöhe, Dacheindeckung und Einfriedungen entsprechen nicht mehr dem planerischen Konzept der Gemeinde. Ein Teilbereich des Bebauungsplanes Nr. 19 „Zierwaldweg“ befindet sich im Risikogebiet HQ100 und HQ extrem nach § 78b Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Nach § 9 Abs. 6a Baugesetzbuch (BauGB) sind Risikogebiete im Bebauungsplan nachrichtlich zu übernehmen.

Daher beschloss der Gemeinderat in seiner Sitzung am 25.09.2024, die Änderungen der Bebauungspläne Nr. 2 „Gnomenau“ und Nr. 19 „Zierwaldweg“ und die Neufassung beider Bebauungspläne zu einem gemeinsamen Bebauungsplan.

2 Verfahren

Die Neufassung der Bebauungspläne erfolgt nach § 13a BauGB im beschleunigten Verfahren ohne Durchführung einer Umweltprüfung. Die Vorschrift hat zum Ziel, die vorhandenen Potentiale durch Wiedernutzbarmachung von Flächen, Nachverdichtungen oder andere Maßnahmen der Innenentwicklung besser auszuschöpfen, um die gezielte erstmalige Inanspruchnahme von Flächen für Siedlungszwecke weiter zu verringern (VGH München, Urt. v. 17. November 2016 – 2 N 14.2613 –, juris Rn. 18).

Das Verfahren ist zulässig gem. § 13 Abs. 1 Satz 2 Alt. 2 Nr. 1 BauGB, da im Bebauungsplan eine Grundfläche von weniger als 41.242,48 m² festgesetzt wurde.

Ausschlussgründe für einen Bebauungsplan der Innenentwicklung nach § 13a Abs. 1 Sätze 5 und 6 BauGB liegen nicht vor. § 13a Abs. 4 BauGB stellt fest, dass das beschleunigte Verfahren nicht nur bei der Neuaufstellung eines Bebauungsplanes angewendet werden kann, sondern auch für Änderungen, Ergänzungen oder die Aufhebung.

Im beschleunigten Verfahren gelten nach § 13a Abs. 2 BauGB die Vorschriften des vereinfachten Verfahrens nach § 13 Abs. 2 und 3 Satz 1 entsprechend. Dies bedeutet zunächst, dass die „erste Runde“ der Öffentlichkeitsbeteiligung und der Behördenbeteiligung entfallen kann und dass im Rahmen der förmlichen Öffentlichkeitsbeteiligung sowie der Behördenbeteiligung nach § 4 Abs. 2 BauGB gewisse Modifikationen gelten.

Zudem kann im beschleunigten Verfahren von der Umweltprüfung nach § 2 Abs. 4 BauGB, von dem Umweltbericht nach § 2a BauGB, von der Angabe nach § 3 Abs. 2 Satz 2 BauGB – welche Arten umweltbezogener Informationen verfügbar sind – sowie von der zusammenfassenden Erklärung nach § 6 Abs. 5 Satz 3 und § 10 Abs. 4 BauGB abgesehen werden. Ebenso wenig ist ein „Monitoring“ nach § 4c BauGB notwendig.

3 Angaben zum Baugebiet

3.1 Lage und Topographie

Das Plangebiet befindet sich im Ortsteil Untergrainau von Grainau. Der Geltungsbereich wird im Norden durch Waldgebiet und Bebauung, im Westen durch landwirtschaftliche Flächen und im Osten und Süden durch die Eibseestraße begrenzt. Die Grundstücke sind zum größten Teil bebaut. Im Mittelpunkt des Geltungsbereiches befinden sich noch unbebaute Innenbereichs- und Grünflächen. Diese sollen im Sinne einer maßvollen und verträglichen Nachverdichtung einem geregelten Baurecht zugeführt werden.

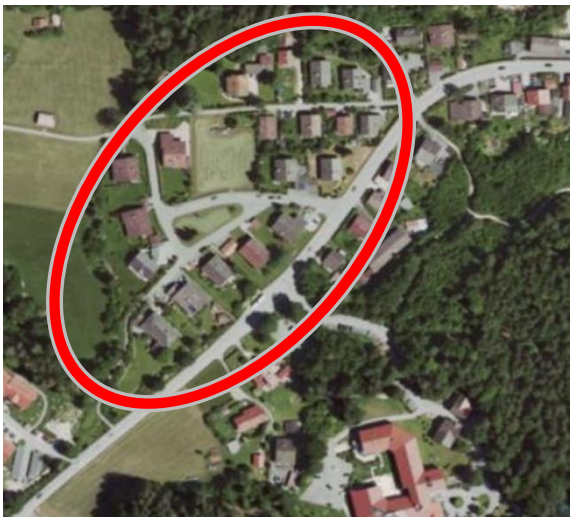


Abbildung 3: Digitales Orthofoto, unmaßstäblich

Das Plangebiet befindet sich auf einem von Nord nach Süd ansteigenden Gelände. Im Verlauf von Osten nach Westen steigt das Gelände ebenfalls leicht an.

3.2 Größe und Abgrenzung

Die Neufassung der Bebauungspläne beinhaltet die Grundstücke mit den Fl.Nrn. 874, 875, 875/1, 876/1, 876/2, 877, 877/2, 877/3, 877/4, 877/5, 877/6, 877/7, 880/2, 880/4, 881/1, 881/2, 881/3, 881/4, 881/5, 881/6, 881/7, 881/8, 881/9, 881/10, 881/11, 881/12, 881/13, 881/14, 881/15, sowie Teilflächen aus Fl.Nr. 873/1, 894, 895/3, 904, 1010/4 der Gemarkung Grainau. Das Gebiet umfasst eine Fläche von ca. 4,1 ha und ist weitgehend bebaut.



Abbildung 4: Digitales Orthofoto, Bayernatlas mit Kennzeichnung der Lage des Geltungsbereiches (Rot)

3.3 Vorhandene Nutzungen & Eigentumsrechtliche Situation

Das vorhandene Gelände wird zurzeit wohnwirtschaftlich sowie als innerörtliche private Grünfläche genutzt. Bestehende Verkehrsflächen im inneren Bereich sollen auf das notwendig Maß reduziert, entsiegelt und einer Wohnbebauung zugeführt werden.

4 Erschließung

Das Plangebiet wird von der Eibseestraße sowie vom Zierwaldweg und der Schönangerstraße erschlossen. Sowohl die Eibseestraße, der Zierwaldweg als auch die Schönangerstraße wurden zu öffentlichen Straßen i. S. d. BayStrWG gewidmet und befinden sich im Eigentum der Gemeinde Grainau. Sämtliche Grundstücke im

Plangebiet liegen in einer angemessenen Breite an einer befahrbaren öffentlichen Verkehrsfläche (vgl. Art. 4 Abs. 1 Nr. 2 BayBO). Eine verkehrliche Erschließung des Plangebietes ist gesichert.

Sämtliche Ver- und Entsorgungseinrichtungen sind vorhanden. Die bestehenden Gebäude im Geltungsbereich des Bebauungsplanes sind an die zentrale Wasserversorgungsanlage sowie an die zentrale Abwasseranlage im Trennsystem angeschlossen.

Die Versorgung mit Trinkwasser und der Grundschutz mit Löschwasser sind gesichert.

5 Übergeordnete Planungen

5.1 Landesentwicklungsprogramm (LEP)

Das LEP ist das fachübergreifende Zukunftskonzept der Bayerischen Staatsregierung für die räumliche Ordnung und Entwicklung Bayerns. Darin werden landesweit raumbedeutsame Festlegungen (Ziele und Grundsätze) getroffen.

Die Gemeinde Grainau befindet sich im Süden Oberbayerns im Landkreis Garmisch-Partenkirchen. Gemäß der Strukturkarte (LEP Anhang 2) ist die Gemeinde Grainau als Gebietskategorie „Allgemeiner ländlicher Raum“ festgelegt.

Die Kreisregion Garmisch-Partenkirchen und somit auch die Gemeinde Grainau sind zudem laut den aktuell gültigen Festsetzungen als „Raum mit besonderem Handlungsbedarf“ ausgewiesen.

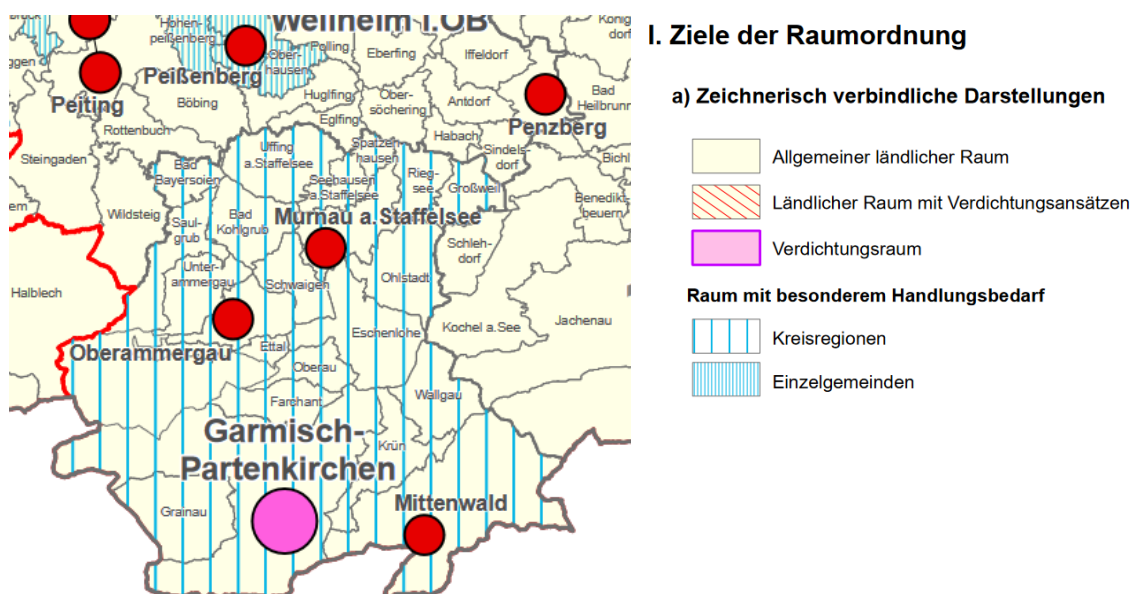


Abbildung 5: Ausschnitt aus der Strukturkarte des LEP, unmaßstäblich

Nach LEP 2.2.4 Z sind Teilräume mit besonderem Handlungsbedarf vorrangig zu entwickeln.

Im Landesentwicklungsplan Bayern sind folgende Aussagen für den allgemeinen ländlichen Bereich getroffen worden:

1.2.2 Abwanderung vermindern

(G) Die Abwanderung der Bevölkerung soll insbesondere in denjenigen Teilräumen, die besonders vom demographischen Wandel betroffen sind, vermindert werden.

3.1 Flächensparen

(G) Die Ausweisung von Bauflächen soll an einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung unter besonderer Berücksichtigung des demographischen Wandels und seiner Folgen ausgerichtet werden.

(G) Flächensparende Siedlungs- und Erschließungsformen sollen unter Berücksichtigung der ortsspezifischen Gegebenheiten angewendet werden.

3.2 Innenentwicklung vor Außenentwicklung

(Z) *In den Siedlungsgebieten sind die vorhandenen Potenziale der Innenentwicklung möglichst vorrangig zu nutzen. Ausnahmen sind zulässig, wenn Potenziale der Innenentwicklung nicht zur Verfügung stehen.*

Die geplante Bebauung entspricht demzufolge den Zielen der Landesplanung.

5.2 Regionalplan

Die Regionalpläne werden aus dem LEP und dem BayLplG entwickelt und konkretisieren die dortigen Festlegungen räumlich und inhaltlich. Sie werden vom Regionalen Planungsverband erstellt und bei Bedarf fortgeschrieben.

Der Regionalplan der Region 17 Oberland weist zum Thema Siedlungswesen (II) der Region folgende Aussagen auf:

1. Siedlungsleitbild

1.1 G

Die Siedlungsentwicklung soll dem Leitbild einer nachhaltigen Raumentwicklung entsprechen. Zur Verringerung der Inanspruchnahme von Grund und Boden sollen vor allem die Innenentwicklung gestärkt, Baulandreserven mobilisiert und bereits ausgewiesene Baugebiete genutzt werden.

1.3 Z

Eine verstärkte Siedlungstätigkeit soll sich auf dafür geeignete zentrale Orte und Bereiche entlang der Entwicklungsachsen beschränken. Im Übrigen sollen sich alle Gemeinden organisch entwickeln, wobei sich im Alpengebiet die Siedlungsentwicklung im Wesentlichen auf den wohnbaulichen und gewerblichen Siedlungsbedarf für die ortsansässige Bevölkerung beschränken soll.

Die vorgenannten Ziele und Grundsätze der Landes- und Regionalplanung berühren und begründen das Planungsinteresse der Gemeinde Grainau.

5.3 Flächennutzungsplan

Die Gemeinde Grainau besitzt einen rechtswirksamen Flächennutzungsplan, welcher durch Bescheid der Regierung von Oberbayern vom 07.03.1979, Az. 422-601-GAP-8-1, genehmigt wurde.

Im rechtskräftigen Flächennutzungsplan werden die Grundstücke im Geltungsbereich des Bebauungsplanes als „Wohnbaufläche“, „Grünfläche“, „sonstige Grünfläche“, „Fläche für Forstwirtschaft und für das Landschaftsbild bedeutsamer Baumbestand“ und „Fläche für Landwirtschaft“ dargestellt.



Abbildung 6: Ausschnitt aus dem aktuellen Flächennutzungsplan, unmaßstäblich

Da es sich bei vorliegendem Verfahren um einen Bebauungsplan der Innenentwicklung nach § 13a BauGB handelt, kann der Flächennutzungsplan im Wege der Berichtigung angepasst werden (vgl. § 13a Abs. 2 Nr. 2 BauGB).

5.4 Integriertes Städtebauliche Entwicklungskonzept (ISEK)

Aufgrund des Strukturwandels in der Wirtschaft, der demographischen Entwicklung, den klimatischen Einwirkungen sowie den gesellschaftlichen Veränderungen im Familien- und Berufsleben erarbeitete die Gemeinde Grainau in den Jahren 2022 und 2023 ein ISEK mit Fortschreibung der vorbereitenden Untersuchungen aus dem Jahre 2005 unter Beteiligung der Öffentlichkeit und Betroffenen. Das ISEK dient den Verantwortungsträgern der Gemeinde Grainau als Planungs- und Entscheidungsgrundlage für eine nachhaltige und zukunftsgerechte Lenkung und Gestaltung zur Stärkung der Funktionen der Dorfkerne zu deren langfristiger Sicherung. Es soll als zukünftige Leitlinie der weiteren städtebaulichen Entwicklung der Gemeinde Grainau und als Grundlage für den Einsatz von Städtebauförderungsmitteln dienen.

Für die weitere Entwicklung wurden im Rahmen des ISEK unter anderem folgende Handlungsfelder und Ziele insbesondere bei der Bauleitplanung erarbeitet:

- Flächenmanagement + Konzeption zur Sicherung kommunaler Flächen für geförderten Wohnraum (EOF)
- vertiefte Bedarfsanalyse soziale Infrastruktur
- die Wohnbedürfnisse der Bevölkerung
- die Schaffung und Erhaltung sozial stabiler Bewohnerstrukturen
- die Eigentumsbildung weiter Kreise der Bevölkerung und
- die Anforderungen kostensparenden Bauens
- die sozialen und kulturellen Bedürfnisse der Bevölkerung
- Erhalt, Erneuerung, Fortentwicklung, Anpassung und Umbau vorhandener Ortsteile

Das vorliegende Bebauungsplanverfahren trägt mithin den Zielen und Handlungsfeldern des ISEK Rechnung.

5.5 Denkmalschutz

Im Plangebiet befinden sich keine Bau- und Bodendenkmäler sowie keine Sichtbeziehungen zu historischen Bauten oder Ensembles.

Kommen bei der Verwirklichung von Bauvorhaben Bodendenkmäler zutage, unterliegen sie der Meldepflicht gem. Art. 8 BayDSchG. Sie sind dann unverzüglich dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege oder an die Untere Denkmalschutzbehörde bekannt zu geben.

5.6 Vorbelastungen, Altlasten

Im Bereich des geplanten Bebauungsplanes der Gemeinde sind keine Grundstücksflächen im Kataster gem. Art. 3 Bayer. Bodenschutzgesetz (BayBodSchG) aufgeführt, für die ein Verdacht auf Altlasten oder schädliche Bodenveränderungen besteht.

Es liegen keine Informationen über weitere Altlasten oder Verdachtsflächen in diesem Bereich vor. Ob geplant ist, bei der Fortschreibung des Katasters Flächen aufzunehmen, die im Geltungsbereich des Bebauungsplanes liegen, ist beim zuständigen Landratsamt zu erfragen.

Sollten bei den Aushubarbeiten optische oder organoleptische Auffälligkeiten des Bodens festgestellt werden, die auf eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast hindeuten, ist unverzüglich das Landratsamt zu benachrichtigen (Mitteilungspflicht gem. Art. 2 BayBodSchG). Der Aushub ist z.B. in dichten Containern mit Abdeckung zwischenzulagern bzw. die Aushubmaßnahme ist zu unterbrechen bis der Entsorgungsweg des Materials geklärt ist.

5.7 Wasserwirtschaftliche Belange

5.7.1 Vorläufig gesicherte oder festgesetzte Überschwemmungsgebiete

Das Plangebiet befindet sich außerhalb vorläufig gesicherter oder festgesetzter Überschwemmungsgebiete.

5.7.2 Risikogebiete außerhalb von Überschwemmungsgebieten

Das Planungsgebiet befindet sich nicht innerhalb eines Risikogebietes außerhalb von Überschwemmungsgebieten im Sinne des § 78b Abs. 1 WHG.

Der hundertjährige Hochwasser HQ100 und das Extremhochwasser HQextrem beeinträchtigen einen Teilbereich des Areals sowie die westliche Bachzone entlang des Krepbachs und entlang der Eibseestraße.

Das Untersuchungsgebiet liegt in einem wassersensiblen Bereich, das u.a. durch Überspülung des Geländes gekennzeichnet ist.

5.7.3 Lage im 60 m Bereich eines Gewässers

Der Krepbach umschließt das Plangebiet im Westen und Norden. Beim Krepbach handelt es sich um ein Gewässer mit Anlagengenehmigungspflicht nach Art. 20 BayWG. Bauliche Anlagen bedürfen in weniger als 60 m Entfernung zum Krepbach

einer Genehmigung, wenn nicht bereits eine Baugenehmigung, bauaufsichtliche Zustimmung oder eine Genehmigung nach § 78 Abs. 3 Satz 1 WHG notwendig ist.



Abbildung 7: ALKIS Flurkarte, Lage des Plangebietes zum Krepbach, unmaßstäblich

5.7.4 Überflutungen durch wild abfließendes Wasser infolge von Starkregen

Durch Starkregenereignisse kann es auch fernab von Gewässern zu Überflutungen kommen. Da sich das Plangebiet jedoch innerhalb des Siedlungsgebietes befindet, ist nur aus den unmittelbar angrenzenden Grundstücken mit geringen Abflussmengen bei Starkregenereignissen zu rechnen.

5.7.5 Grundwasser

Im Auftrag der Gemeinde Grainau wurde durch die GHB Consult GmbH zwei geotechnische Gutachten, Projekt Nr. 241103 und 241103-2 mit Datum vom 29.03.2025, erstellt und sind als Anlage zum Bebauungsplan zu beachten.

Die Bohrungen BS 1 – BS 2 wurden bis 3,0 m – 4,0 m unter OK Gelände durchgeführt. Die Bohrungen DPH 1 – DPH 2 wurden bis 5,6 m – 5,7 m unter GOK durchgeführt (s. Gutachten 241103-2).

Die Bohrungen BS 3 – BS 8 wurden bis in eine Endtiefe von 4 m u. OK Gelände durchgeführt (s. Gutachten 241103).

Im Zuge der Bohrungen wurde kein Grundwasser angetroffen. Laut Wasserwirtschaftsamt liegt der Grundwasserstand in dem Areal ca. 10 – 20 m u. GOK.

Die Erkundung des Baugrundes obliegt grundsätzlich dem jeweiligen Bauherren, der sein Bauwerk bei Bedarf gegen auftretendes Grund- oder Hangschichtenwasser sichern muss.

Es ist von den einzelnen Bauwerbern eigenverantwortlich zu prüfen, ob Vorkehrungen gegen Grundwassereintritt in Kellerräume etc. zu treffen sind. In Gebieten mit anstehendem Grundwasser oder bei Anschneiden von Schichtwasser sind Keller grundsätzlich wasserdicht auszubilden.

Ist zu erwarten, dass beim Baugrubenaushub, Einbau der Entwässerungsleitungen usw. Grundwasser erschlossen bzw. angetroffen wird, so dass eine Bauwasserhaltung stattfinden muss, ist vorab beim Landratsamt Garmisch-Partenkirchen eine entsprechende wasserrechtliche Erlaubnis gem. Art. 15 bzw. 70 Bayer. Wassergesetz (BayWG) bzw. § 8 WHG einzuholen.

5.7.6 Niederschlagswasser

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse kann das anfallende Niederschlagswasser gemäß der ingenieurgeologischen Gutachten, Projekt Nr. 241103 und 241103-2 mit Datum vom 29.03.2025, über Rigolen auf dem Grundstück versickert werden. Der k_f -Wert liegt bei $4,3 \times 10^{-5}$ m/s bis $5,5 \times 10^{-5}$ m/s.

Aufgrund des erforderlichen Grundwasser- und Bodenschutzes sowie der besseren Reinigungswirkung der belebten Bodenzone sind flächenhafte oder linienförmige Versickerungsanlagen vorzusehen. Sickerschächte sind auf Grund der fehlenden Reinigungswirkung nicht zulässig. Dies entspricht zudem den Vorgaben des bayerischen Landesamtes für Umwelt. („Eine flächenhafte Versickerung über bewachsenen Oberboden eignet sich am besten, um das Grundwasser vor möglichen Verunreinigungen zu schützen.“)

Quelle:

https://www.lfu.bayern.de/wasser/umgang_mit_niederschlagswasser/versickerung/index.htm

5.7.7 Wasserversorgung

Sämtliche Neubauten sind an die zentrale Wasserversorgungsanlage anzuschließen. Die hierzu erforderliche Wasserverteilung ist so auszuführen, dass ausreichende Betriebsdrücke und auch die Bereitstellung von Löschwasser im Brandfall über die öffentliche Anlage gewährleistet sind. Bei der Auswahl der Rohrwerkstoffe für den Trinkwasserrohrleitungsbau und die Hausinstallation ist die korrosionschemische Beurteilung des Trinkwassers zu berücksichtigen.

Auf die Möglichkeit der Regenwassernutzung zur Gartenbewässerung und WC-Spülung wird hingewiesen. Die Errichtung einer Eigengewinnungsanlage ist nach dem AVBWasserV § 3 dem Wasserversorgungsunternehmen zu melden. Es ist

sicherzustellen, dass keine Rückwirkungen auf das öffentliche Wasserversorgungsnetz entstehen.

Sämtliche Bauvorhaben sind vor Bezug an die Zentrale Abwasseranlage im Trennsystem anzuschließen.

5.7.8 Abwasserentsorgung

Bei hohen Grundwasserständen ist besonderes Augenmerk auf die Dichtheit der Kanalisation insbesondere der Hausanschlussleitungen (inkl. der Schächte) zu legen. Einleitungen von nicht hausabwasserähnlichen Abwässern aus Industrie- und Gewerbebetrieben sowie aus sonstigen privaten, kommunalen und gewerblichen Einrichtungen in öffentliche Abwasseranlagen dürfen nur unter Einhaltung der Bestimmungen der jeweiligen Entwässerungssatzung erfolgen. Weiterhin ist zu prüfen, ob für derartige Einleitungen zusätzlich eine Genehmigungspflicht nach § 58 WHG besteht.

Die Zustimmung für die vorgenannten Einleitungen ist vorab in jedem Fall beim Betreiber der öffentlichen Abwasseranlage einzuholen bzw. in Fällen, in denen der § 58 WHG zutrifft, beim Landratsamt Garmisch Partenkirchen zu beantragen.

5.8 Biotope und Schutzgebiete

Innerhalb des Plangebietes befinden sich keine Schutzgebiete, Trinkwasserschutz- und Heilquellenschutzgebiete nach dem Wasserhaushaltsgesetz. Der durch den Geltungsbereich verlaufende Krepbach ist als Biotop nach dem Bundesnaturschutzgesetz kartiert (A8532-0038 TF A8532-0038-001 „Krepbach westlich Grainau“). Dieser Bereich ist jedoch durch den begleitend festgesetzten Uferrandstreifen geschützt.

Demnach ist durch die Planung nicht von negativen Auswirkungen auf eines der genannten Schutzgebiete auszugehen.

6 Städtebauliches Ziel

6.1 Ziel der Neufassung

In ihrer Sitzung vom 25.09.2025 beschlossen die Mitglieder des Gemeinderates der Gemeinde Grainau die Änderung der Bebauungspläne Nr. 2 „Gnomenau“ und Nr. 19 „Zierwaldweg“ und die Neufassung beider Bebauungspläne zu einem gemeinsamen Bebauungsplan.

Die aktuellen Festsetzungen zum Maß der baulichen Nutzung dieser aktuell rechtskräftigen Bebauungspläne lassen keine moderate und verträgliche Nachverdichtung

zu. Die teilweise sehr detaillierten Festsetzungen zur Kniestockhöhe, Dacheindeckung und Einfriedungen entsprechen nicht mehr dem planerischen Konzept der Gemeinde. Ein Teilbereich des Bebauungsplans befindet sich im Risikogebiet HQ100 und HQ extrem nach § 78b Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Nach § 9 Abs. 6a Baugesetzbuch (BauGB) sind Risikogebiete im Bebauungsplan nachrichtlich zu übernehmen.

6.1.1 Art der baulichen Nutzung

Das Planungsgebiet wird als allgemeines Wohngebiet (WA) gemäß § 4 BauNVO und als reines Wohngebiet (WR) gemäß § 3 BauNVO festgesetzt. Der bereits zum Großteil bebaute Bereich wird auf Grund der bestehenden Nutzungen als allgemeines Wohngebiet festgesetzt (Nutzungsschablone 1). Der durch Reduzierung der Erschließungsflächen und durch Umwandlung bestehender Grünflächen bestehende Bereich wird als reines Wohngebiet (Nutzungsschablone 2) festgesetzt. Diese Differenzierung zum restlichen Geltungsbereich (WA) begründet sich mit der Neuschaffung von wirtschaftlichem Wohnraum. Die restliche Festsetzung des allgemeinen Wohngebiets begründet sich durch die bestehende Nutzung der Nachbargrundstücke als auch durch die festgesetzte Art im Ursprungsbebauungsplan. Nicht zulässig sind die in § 3 Abs. 3 BauNVO beschriebenen Ausnahmen sowie Ferienwohnungen nach § 13a BauNVO. Dadurch kann dem hohen Bedarf und der hohen Nachfrage an Wohnraum entsprochen und nachgekommen werden und ortsansässige Familien im Ort gehalten werden.

6.1.2 Maß der baulichen Nutzung

Im Bebauungsplan wird das Maß der baulichen Nutzung durch die Festsetzungen einer Grundflächenzahl (GRZ), sowie der maximal traufseitigen Wandhöhe bestimmt. Mit dem festgesetzten Maß der baulichen Nutzung wird im Rahmen der Nachverdichtung eine adäquate Grundstücksausnutzung gewährleistet, welche sich noch im Rahmen der umliegenden Bebauung befindet.

6.1.2.1 Grundflächenzahl

Die Festsetzung der zulässigen Grundflächenzahl ist für die Bestimmung des Maßes der baulichen Nutzung bei Baugebieten zwingend.

Mit dem festgesetzten Maß der baulichen Nutzung wird eine adäquate und gebietsverträgliche Grundstücksausnutzung gewährleistet, die zudem der Eigenheit der näheren Umgebung entspricht.

Um das Ziel einer maßvollen und ortsbildverträglichen Nachverdichtung zu erreichen, wurde zudem festgelegt, dass im Geltungsbereich gemäß § 19 Abs. 4 eine Überschreitung von 60% für die in § 19 Abs. 4 genannten Anlagen zulässig ist.

6.1.2.2 Wandhöhe und Höhenbezugspunkt

Die maximal traufseitige Wandhöhe ist in den jeweiligen Nutzungsschablonen festgesetzt. Diese betragen für Nutzungsschablone 1 und 2 7,00 m. Die maximale Wandhöhe wird gemessen von Oberkante Fertigfußboden des Erdgeschosses (OKFF) bis Schnittpunkt der verlängerten Außenwandfläche mit der Oberkante Dachhaut.

Die Höhe der Oberkante des Fertigfußbodens des Erdgeschosses (OKFF) im Hauptgebäude wird in der Planzeichnung dargestellten Hochwasserbereich (HQ100) mit mindestens 25 cm, jedoch maximal 40 cm über natürlichem Gelände festgesetzt.

Im restlichen Geltungsbereich wird die Höhe der Oberkante des fertigen Fußbodens des Erdgeschosses maximal 40 cm über natürlichem Gelände an der Eingangs-fassade festgesetzt.

Die Festsetzung der Mindesthöhe des fertigen Erdgeschossfußbodens verfolgt das Ziel, Beeinträchtigungen und Schäden durch Hochwasser auszuschließen. Die festgesetzte Obergrenze sichert in Verbindung mit der festgesetzten Wandhöhe die städtebauliche Erscheinung und sichtbare Höhe des Gebäudes.

6.1.3 Bauweise

Die Festsetzung der Bauweise regelt die Anordnung der Gebäude auf dem Grundstück in Bezug auf die seitlichen Grundstücksgrenzen.

Da eine geschlossene Bauweise im umliegenden Bereich untypisch ist, wird im Plangebiet die offene Bauweise festgelegt. Die maximale Gebäudelänge beträgt nach § 22 Abs. 2 Satz 2 BauNVO 50 m. Die seitlichen Grenzabstände ergeben sich aus der BayBO in der jeweils geltenden Fassung.

6.1.4 Baugrenzen

Die Festsetzung der überbaubaren Grundstücksfläche regelt, wo auf dem Grundstück bauliche Anlagen errichtet werden dürfen.

Im Plangebiet werden fließende Baugrenzen entlang der Erschließungsstraßen festgesetzt. Die Orientierung der Baugrenzen soll gewährleisten, dass der Charakter der umliegenden bzw. bestehenden Bebauung bewahrt und fortgesetzt wird. Unterstützend wirken die im Planteil festgesetzten Firstrichtungen. Gleichzeitig sichern die straßenbegleitenden Baugrenzen eine ausreichende Sicherung von rückliegenden Freibereichen.

Garagen und Carports sind nur innerhalb der festgesetzten Baugrenzen zulässig. Stellplätze sind außerhalb der Baugrenzen zulässig. Nebenanlagen nach § 14 BauNVO sind nur innerhalb der Baugrenzen zulässig. Kellerabgänge / Kellertreppen / Außentreppen sind auch außerhalb der Baugrenzen zulässig.

Es wird festgelegt, dass die Satzung über abweichende Maße der Abstandsflächentiefe in der Gemeinde Grainau - Abstandsflächensatzung - vom 28.01.2021 einzuhalten ist, mit Ausnahme der durch Baulinien festgesetzten Gebäudeteile.

6.1.5 Bauliche Gestaltung

Die gestalterischen Festsetzungen im Plangebiet sind durch die Satzung über besondere Anforderungen an bauliche Anlagen, Gärten und Einfriedungen für den innerörtlichen Bereich in der Gemeinde Grainau (Ortsgestaltungssatzung 2), die Bestandteil des Bebauungsplanes ist, geregelt.

6.1.6 Verkehrsflächen

Bei der im Plangebiet dargestellten Verkehrsfläche handelt es sich um eine öffentliche Straßenverkehrsfläche nach § 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB. Diese dient der Erschließung der im Geltungsbereich geplanten Wohnbebauung, als auch der Erschließung des bestehenden Quartiers. Gemeinsam mit der außerhalb des Geltungsbereiches weiter verlaufenden Eibseestraße bildet diese Verkehrsfläche die Verknüpfung zwischen Untergrainau und dem Eibsee.

Die Festsetzung der Verkehrsflächen im Bereich Zierwaldweg und Schönangerstraße soll langfristig den Aus- und Umbau in diesem Teilabschnitt gewährleisten.

6.1.7 Bepflanzungen, Bepflanzungsbindungen

Die Festsetzungen zur Bepflanzung verfolgen das städtebauliche Ziel, einen Rahmen für eine qualitätsvolle Durchgrünung des Plangebietes zu setzen. Entsprechend sind für die nicht befestigten Grundstückflächen quantitative Pflanzgebote festgesetzt, die eine Durchgrünung des Planbereiches sicherstellen, ohne genaue Ortsvorgaben zu machen.

7 Wesentliche Auswirkungen der Neufassung

Mit der Neufassung der Bebauungspläne Nr. 2 „Gnomenau“ und Nr. 19 „Zierwaldweg“ der Gemeinde Grainau werden die bauplanungsrechtlichen Voraussetzungen für die maßvolle Nachverdichtung und den weiteren Ausbau der Erschließungsstraßen geschaffen. Hierzu werden erforderliche Festsetzung zu Art und Maß der baulichen Dichte und der öffentlichen Verkehrsflächen getroffen.

8 Entschädigungsansprüche

Die Neufassung der Bebauungspläne Nr. 2 „Gnomenau“ und Nr. 19 „Zierwaldweg“ begründet keine Entschädigungsansprüche nach den §§ 39 bis 44 BauGB. Eine Wesentliche Wertminderung der Grundstücke im Plangebiet ist nicht erkennbar. Die „Siebenjahresfrist“ nach § 42 Abs. 2 und 3 BauGB ist bereits verstrichen.

9 Finanzielle Auswirkungen

Der Gemeinde Grainau entstehen durch die Neufassung der Bebauungspläne Nr. 2 „Gnomenau“ und Nr. 19 „Zierwaldweg“ Folgekosten für die notwendigen Erschließungsmaßnahmen. Die Übernahme der Planungskosten erfolgt durch die Gemeinde Grainau.

10 Abschließendes

Durch das vorliegende Bebauungsplanverfahren werden unter Berücksichtigung der Innenentwicklung und des Flächensparens Möglichkeiten einer Nachverdichtung geschaffen. Dies trägt unter anderem den Wohnbedürfnissen der Bevölkerung (§ 1 Abs. 6 Nr. 2 BauGB), der Fortentwicklung, Anpassung und dem Umbau vorhandener Ortsteile (§ 1 Abs. 6 Nr. 4 BauGB) und den Ergebnissen eines von der Gemeinde beschlossenen städtebaulichen Entwicklungskonzeptes (§ 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB) Rechnung.

11 Anlagen

Ingenieurgeologische Gutachten 241103 und 241103-2

Grainau, den

Stephan Märkl
Erster Bürgermeister

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausschnitt aus der Planzeichnung des Bebauungsplanes Nr. 2 "Gnomenau", unmaßstäblich	4
Abbildung 2: Ausschnitt aus der Planzeichnung des Bebauungsplanes Nr. 19 "Zierwaldweg", unmaßstäblich.....	5
Abbildung 3: Digitales Orthofoto, unmaßstäblich	6
Abbildung 4: Digitales Orthofoto, Bayernatlas mit Kennzeichnung der Lage des Geltungsbereiches (Rot).....	7
Abbildung 5: Ausschnitt aus der Strukturkarte des LEP, unmaßstäblich	8
Abbildung 6: Ausschnitt aus dem aktuellen Flächennutzungsplan, unmaßstäblich ..	10
Abbildung 7: ALKIS Flurkarte, Lage des Plangebietes zum Krepbach, unmaßstäblich	13

Abkürzungsverzeichnis

Abs.....	Absatz
Alt.....	Alternative
Art.	Artikel
Az.....	Aktenzeichen
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO.....	Baunutzungsverordnung
BayBO	Bayerische Bauordnung
BayBodSchG	Bayerisches Bodenschutzgesetz
BayDSchG	Bayerisches Denkmalschutzgesetz
BayLplG	Bayerisches Landesplanungsgesetz
BayStrWG	Bayerisches Straßen- und Wegegesetz
BayWG	Bayerisches Wassergesetz
Buchst.....	Buchstabe
ca.	circa
Fl.Nr	Flurnummer
G	Grundsatz
gem.....	gemäß
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
ha.....	hektar
i. S. d.....	im Sinne des
km	Kilometer
m	Meter
mNHN	Meter über Normalhöhenull
Nr.	Nummer
Urt. v.	Urteil vom
VGH	Verwaltungsgerichtshof
vgl.	vergleiche
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
Z	Ziel

Ingenieurgeologisches Gutachten

Projekt-Nr.:	241103-2
Bauvorhaben:	BV Schönangerstraße 82491 Grainau Fl.Nr. 881/9 TF
Auftraggeber:	Gemeinde Grainau Am Kurpark 1 82491 Grainau
Untersuchungsziel:	Untergrund- und Grundwasserverhältnisse, Homogenbereiche, Baugrube, Gründung und Versickerungsmöglichkeit
Umfang:	12 Seiten, 7 Tabellen, 2 Abbildungen, 8 Anlagen
Datum:	29.03.2025
Ausführung:	GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg
Bearbeiter/in:	L. Günschel; B.A. Geographie J. Selmayr, B.Sc. Umweltingenieur
Projektleiter:	N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang	3
2	Untergrundverhältnisse	4
2.1	Geologie	4
2.2	Geogefahren	5
2.3	Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens	5
2.4	Grundwasser	6
2.5	Homogenbereiche nach DIN 18300	6
2.6	Bodenkennwerte	7
3	Gründungsempfehlungen	8
3.1	Baugrund- und Gründungssituation	8
3.2	Baugrube	8
3.3	Gründung	9
3.4	Abdichtungsmaßnahmen	10
3.5	Weitere bautechnische Hinweise	10
4	Versickerung von Oberflächenwasser	11

Anlagen

1.1	Übersichtslageplan, M 1:2.500
1.2	Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:1.000
1.3	Wassersensible Bereiche und Hochwassergefahrenflächen, unmaßstäblich
2	Geotechnisches Profil im HM 1:50 und LM unmaßstäblich
3.1-2	Bohrprofile der Rammkernsondierung BS 1-2, M 1:50
4.1-2	Rammdiagramme der schweren Rammsondierung DPH 1-2, M 1:50
5.1-2	Siebanalysen nach DIN 18123
6	Bericht Kampfmittelfreimessung
7.1-2	Versickerungsberechnungen
8.1-2	Fotodokumentation

Unterlagen

/U1/	Vorplanung: Ansichts- und Lagepläne, Maßstab 1:100; Stand: 18.02.2025
/U2/	Bayerisches Landesamt für Umwelt. Gewässerkundlicher Dienst Bayern. Wasserstand oberes Stockwerk. Stand: 18.02.2025

1 Vorgang

Unser Büro wurde von der Gemeinde Grainau beauftragt, für ein Baufenster in der Schönangerstraße in 82491 Grainau eine Baugrunduntersuchung durchzuführen. Das Baufenster wird von allen Seiten von der Schönangerstraße eingeschlossen und ist ca. 850 m² groß. Die Lage des geplanten Bauvorhabens ist auf dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 dargestellt.

Das Baufenster liegt bei ca. 767,4 mNHN im Südwesten und ca. 765,5 mNHN im Osten.

In den uns vorliegenden Unterlagen /U1/ sind keine Höhenkoten vorhanden. Für die weitere Bearbeitung werden für das Baufenster folgende Höhenkoten angenommen:

- | | | |
|----------------------------------|------------|---------------|
| • OK FFB EG (angenommen) | = ± 0,00 m | = 766,5 m NHN |
| • UK Bodenplatte KG (angenommen) | = - 3,20 m | = 763,3 m NHN |

- Baugrunduntersuchung

Zur Baugrunduntersuchung wurden am 11.02.2024 an den im Lageplan der Anlage 1.2 bezeichneten Stellen insgesamt

- 2 Rammkernsondierungen (BS 1-2) bis 3,0 - 4,0 unter OK Gelände
- 2 schwere Rammsondierungen (DPH 1-2) bis 5,6 - 5,7 m u. GOK abgeteuft.

Mit der Bohrsonde wird ein Bohrkern entsprechend der Schichtenfolge des Untergrundes gewonnen. Gebohrt wurde mit Kern-Ø 60-80 mm. Mit der Bohrsonde wird ein Bohrkern entsprechend der Schichtenfolge des Untergrundes gewonnen. Bei der Rammsondierung wird eine konische Rammspitze mit definierter Energie in den Untergrund gerammt. Gemessen werden die Schlagzahlwerte N_{10} entsprechend der Anzahl der Rammschläge je 10 cm Eindringtiefe, die in das Rammdiagramm eingetragen werden. Anhand der Schlagzahlwerte können Rückschlüsse auf die Lagerungsdichte des Bodens gezogen werden.

Alle Bohransatzpunkte wurden mittels GNSS nach Lage und Höhe mit Bezug auf m ü. NHN nach dem System DE_DHHN2016_NH eingemessen.

Die Aufschlusspunkte wurden vorab wegen möglicher nicht entdeckter Kampfmittel des 2. Weltkriegs geophysikalisch freigegeben (Anlage 6).

Die Ansprache der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgte nach DIN 4022-1 (Anlage 3). Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sind im geotechnischen Baugrundprofil A-A' in Anlage 2 als Bodenprofile nach DIN 4023 mit Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 und der Bodengruppen nach DIN 18196 sowie als Rammdiagramme nach EN ISO 22476-2 (Anlage 4) dargestellt.

Zur Klassifizierung des Bodens wurden Proben entnommen und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht. Die Ergebnisse sind in Anlage 5 des Gutachtens dokumentiert.

Zur Festlegung der Mindestanforderungen an Umfang, 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

Das Grundstück liegt im Einzugsbereich des Bergsturzes von vor etwa 3.600 - 5.000 Jahren östlich der Riffelwand / Bayerisches Schneekar ausgebrochen ist und sich auf eine Fläche von etwa 15 km² verteilt hat (s. Abb. 1). Es handelt sich um den größten in Bayern bekannten Bergsturz.

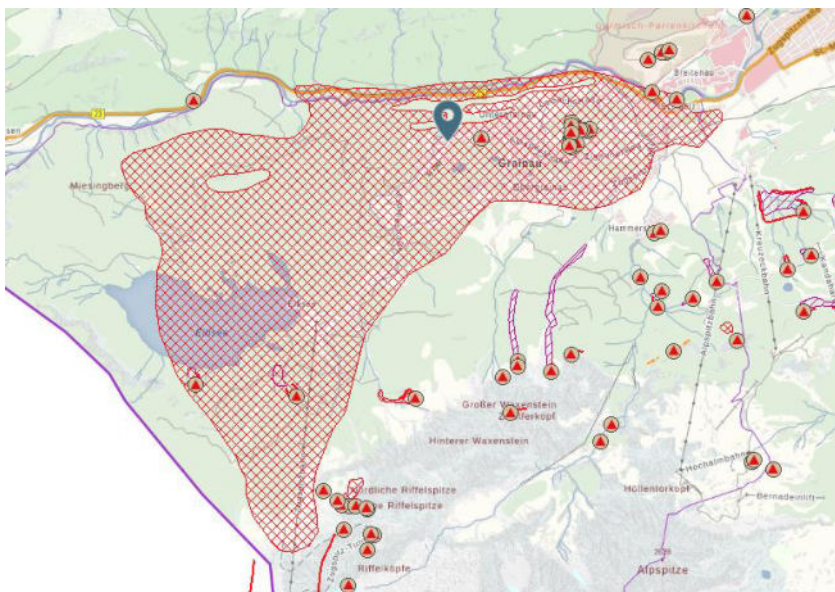


Abb. 1: Ablagerungsbereiche des Eibsee-Bergsturzes

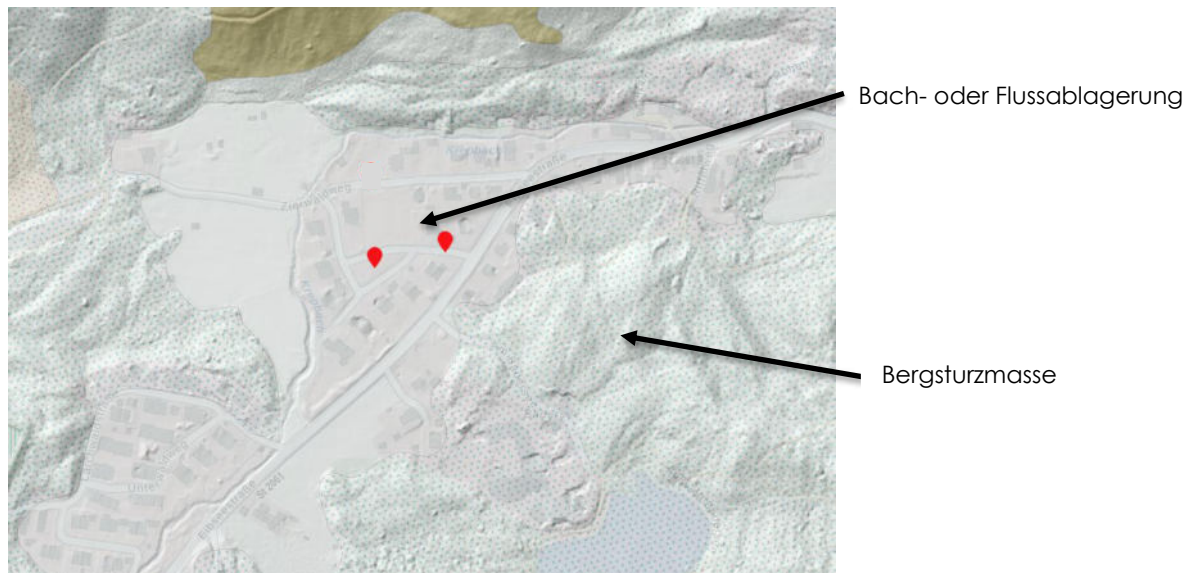


Abb. 2: Digitale geologische Karte

Im Bereich der Bachablagerungen ist mit je nach Strömungsgeschwindigkeit mit sandigen, kiesigen bis hin zu schluffigen Ablagerungen zu rechnen. Darüber hinaus muss auch mit Flusslehm und Seeton gerechnet werden. Auf Grund des Bergsturzes muss auch mit dem Antreffen von Steinen und Blöcken (bis mehrere m³-Bereich) sowie Resten von mitgerissenen Bäumen gerechnet werden.

2.2 Geogefahren

Nach unserer Recherche der Geogefahrenabfrage durch die Standortauskunft im Umweltatlas des Landesamtes für Umwelt Bayern, LfU 2018, **sind** für das Gelände keine Gefahrenhinweise verzeichnet (rote Dreiecke in Abb. 1).

2.3 Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens

Es wurde ein geotechnischer Schnitt (Anlage 2) erstellt, in dem die Bohrprofile mit Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 und der Bodengruppen nach DIN 18196 sowie die Rammdiagramme der schweren Rammsondierungen mit der erforderlichen Anzahl an Rammschlägen je 10 cm Eindringtiefe dargestellt sind.

- Schichtenfolge

Bei den Bohrungen BS 1 und 2 wurde zuoberst ein ca. 0,5 m mächtiger schluffiger, sehr schwach kiesiger, sehr schwach sandiger Oberboden (im geotechnischen Profil der Anlage 2: **Oberboden = braun**) angetroffen. Unter dem Oberboden liegt teilweise geringmächtiger organischer Schluff vor (**oliv, braun schraffiert**). Das Liegende bildet Kies (**gelb**), der von Schluffbändern unterschiedlicher Mächtigkeit durchzogen ist und bis in maximal 4,0 m Tiefe aufgeschlossen wurde.

- Lagerungsdichte/Konsistenz

Der natürlich anstehende Kies weist bereits ab einer Tiefe von 1,0 m bis Endtiefe Schlagzahlen von $N_{10} > 13$ auf und ist als dicht gelagert zu bewerten. Die Schluffe weisen steife Konsistenz auf.

- Belastung mit Schadstoffen

Der natürlich anstehende Boden im Baufenster ist nicht schadstoffbelastet kann als Z 0 Material abgefahren werden.

2.4 Grundwasser

Das Grund- und Schichtwasser wurde bei den Geländearbeiten am 11.02.2024 nicht aufgeschlossen. Laut WWA liegt der Grundwasserstand in dem Areal ca. 10 – 20 m u. GOK. Entsprechend dem online Dienst Bayernatlas liegt das Untersuchungsgebiet in einem wassersensiblen Bereich. Diese kennzeichnen u.a. Überspülungen des Geländes (vgl. Anlage 1.3).

- Hochwassergefahrenflächen HQ_{100} und HQ_{extrem}

Das Areal liegt nicht im Gefahrenbereich von 100-jährigen oder extremen Hochwassern (vgl. Anlage 1.3).

2.5 Homogenbereiche nach DIN 18300

In der neuen DIN 18300:2015-08, werden die Böden nach Homogenbereichen eingeteilt. Hierbei werden die „alten“ Charakteristika wie Lösen, Laden und Fördern mit den „neuen“ Charakteristika des Behandeln, Einbauens und Verdichtens vereint, siehe Tabelle 1.

Bodenart	Bodenklassen nach DIN 18300 (alt)	Homogenbereiche DIN 18300:2015-08 (neu)
Oberboden	Oberboden, Klasse 1	O
Schluff , kiesig, schwach sandig, lokal organisch; steif	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4	B1
Kies , schluffig bis stark schluffig, sandig bis schwach sandig; dicht	Leicht bis mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 3 - 4	B2

Tab. 1 Bodenklassen nach DIN 18300, Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08

Homogenbereich O: Oberboden, 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.

Homogenbereich B1: die bindigen Böden sind entsprechend ihrer Lösbarkeit, der Bodenklasse 4 als mittelschwer lösbarer Boden zuzuordnen. Eine Wiederverwendung für bautechnische Zwecke ist, aufgrund des Mangels eines qualifizierten Einbaus ohne bodenverbessernde Maßnahmen - wie Bodenstabilisierung (Kalken) - kaum möglich.

Homogenbereich B2: der anstehende quartäre Kies liegt meist entsprechend ihrer Genese in gebänderter Lagerung vor, wobei sich die Kornzusammensetzung horizontal 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 geeignet, wenn der Feinkornanteil bei ca. < 5 Gew.-% liegt. Im frostgefährdeten Bereich sollte jedoch Liefermaterial eingesetzt werden.

Bei der Siebanalyse der Kiesprobe wurde ein Feinkornanteil von 11,9 – 13,0 Gew.-% ermittelt (vgl. Anlage 5). Die ausgewählte Kiesprobe wurde in die Bodengruppe GU eingestuft.

Mit einem gewissen Steinanteil (ca. 5-15 %) ist zu rechnen, der aber bohrbedingt (DN 60-80) nicht in der Schappe bleibt, sondern seitlich weggedrückt oder während des Bohrvorgangs zerkleinert wird.

2.6 Bodenkennwerte

Für die angetroffenen Böden können die mittleren Bodenkennwerte abgeschätzt werden:

Bodenkennwerte	Schluff , kiesig, schwach sandig, lokal organisch; steif	Kies , schluffig bis stark schluffig, sandig bis schwach sandig; dicht
Wichte kN/m ³	19	21
Wichte unter Auftrieb kN/m ³	9	11
Reibungswinkel Grad	25	37,5
Kohäsion c' kN/m ²	6	2
Undrain. Kohäsion c _u kN/m ²	25	-
Wassergehalt w _n in %	25-35	3-12
Konsistenzzahl I _c (-)	> 0,5	-
Plastizitätszahl I _p (-)	5-30	-
Organische Anteile in %	0-5	0
Stein- und Blockanteil in %	0	5-15
Steifezahl E _s (Erstb.) MN/m ²	5	100
Bodengruppe	UL, TL	GU, GU*
Homogenbereich	B1	B2
Frostempfindlichkeit	F3	F2-F3

Tab. 4 Bodenkennwerte

3 Gründungsempfehlungen

3.1 Baugrund- und Gründungssituation

- Es wurde kein Schicht- oder Grundwasser erbohrt.
- Es stehen gut tragfähige Kiese an, die bereichsweise von Schluffbändern mit mehreren Metern Mächtigkeit durchzogen werden.

3.2 Baugrube

Bei der Erstellung der Baugrube sind DIN 4124 und 4123 zu beachten. Das Baufenster liegt leicht am Hang. Die genaue Tiefe der Baugrube kann erst bestimmt werden, wenn die Lage und die Koten feststehen. Wir gehen zunächst von einer von ca. 3 - 4 m aus. Nach den von uns angenommenen Koten kann die Baugrube frei geböscht werden. Im dicht gelagerten Kies darf ein Böschungswinkel von 50° angesetzt werden. Als Witterungsschutz sollten die Böschungen mit Folie abgehängt werden. Böschungskronen sind im Abstand von 2,0 m lastfrei zu halten (Kran, LKW-Verkehr etc.). Wenn die lastfreie Zone bei der abschließenden Planung eingehalten werden kann, muss nicht mit Verbau gearbeitet werden. Wenn mit einem Verbau gearbeitet werden soll, empfiehlt sich ein Berliner Verbau.

Sollte eine Böschung > 5 m entstehen, ist ein Standsicherheitsnachweis erforderlich.

3.3 Gründung

Nach DIN EN 1990:2010-12 und DIN 1054: 2010-12 sind bei der Planung von Gründungsmaßnahmen Bemessungssituationen (BS-P, BS-T, BS-A und BS-E) wichtig und sollten klassifiziert werden. Hier haben wir es mit ständigen Situationen **BS-P** (Persistent Situations) und vorübergehenden Situationen **BS-T** (Transient Situations) zu tun, die sich auf zeitlich begrenzte Zustände beziehen, wie Bauzustände bei der Herstellung des Bauwerks und der Baugrubenkonstruktionen. Nach Eurocode EC 7 (Tab. A 2.1, 2.2 und 2.3) wird je nach Bemessungssituation bei Teilsicherheitswerten für Einwirkungen und Beanspruchungen bei Nachweisen differenziert.

Gemäß DIN 1998-1/NA:2011-01 liegt das Projektgebiet in **Erdbebenzone 1**. Es ist eine Gründung auf Streifen- und Einzelfundamenten und auch auf einer Bodenplatte denkbar.

- Gründung auf Bodenplatte

Die Bodenplatte kann auf dem nachverdichteten Kiesplanum aufgelagert werden. Das Ausgrabplanum ist intensiv nachzuverdichten. Auf Gründungssohle ist eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 100\%$ nachzuweisen (z.B. $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ und $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,4$). Bei dem dynamischen Plattendruckversuch sollte ein $E_{vD} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden.

Die mittleren flächigen Bemessungswerte des Sohldruckwiderstands können unter der Bodenplatte mit $\sigma_{R,d} < 300 \text{ kN/m}^2$ und in den randlichen Spitzen mit $\sigma_{R,d} < 360 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Für die Bemessung der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren kann die Bettungszahl mit **ks ~ 50 MN/m³** angesetzt werden. Wird das Steifezahlverfahren angewendet, kann eine Steifezahl E_s (Erstbel.) von 100 MN/m^2 angesetzt werden. Die Gesamtsetzung beläuft sich auf ca. 0,5 – 1,0 cm. Die Differenzsetzung wird bei 0,5 cm liegen.

- Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten

Fundament- einbindetiefe	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m^2 mit Fundamentbreiten von					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5 m	280	420	460	390	350	310
1,0 m	380	520	500	430	380	340
1,5 m	480	620	550	480	410	360
2,0 m	560	700	590	500	430	390

Tab 5. Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente

Für Einzelfundamente mit Seitenabmessungen $a/b < 2$ sowie für Kreisfundamente können die Werte der Tab. 5 um 20 % erhöht werden. Die Angaben gelten für die lotrechte und mittige Belastung der Fundamente. Zur Gewährleistung der Sicherheit gegen Grundbruch sind Mindesteinbindetiefen der Fundamente von 0,5 m (ab OK Fußboden) einzuhalten. Mit den angegebenen Bemessungswerten des Sohldruckwiderstands nach Tab. 5 werden Setzungen der

Fundamente erfahrungsgemäß $s = 0,5 - 1,0$ cm nicht übersteigen. Die Setzungen sind aber auch von der Lage der Fundamente zueinander und den sich daraus ergebenden Spannungsüberschneidungen abhängig.

3.4 Abdichtungsmaßnahmen

Hier liegt der Bemessungs-kf-Wert des anstehenden Kiesel bei $k_f < 10^{-4}$ m/s. Es sollte nach DIN 18533 Teil **W1.2-E** mit Drainage entwässert werden.

Die Arbeitsräume sind vor der Verfüllung sorgfältig zu reinigen (überstehende Betonreste der Sauberkeitsschicht, Auswaschungen von Betonmischern, Plastikreste etc.), um einen Aufstau von Sickerwasser zu vermeiden.

3.5 Weitere bautechnische Hinweise

- Verdichtungsanforderungen

Die Arbeitsräume müssen ebenfalls lagenweise verfüllt und verdichtet werden. Der Verdichtungsgrad des eingebauten Kiesel sollte ≥ 100 % D_{Pr} entsprechen, um später keine Sackungen zu erwarten. Hier mit einem Proctorwert zu arbeiten ist theoretisch möglich, aber praktisch schlecht umsetzbar, da mit einem Densitometergerät und Proctortopf gearbeitet werden muss und somit nur 20-30 cm-Pakete geprüft werden können. Einfacher ist es, die Verdichtungskontrollen lagig mittels dynamischer Plattendruckversuche durchzuführen. Hierbei sollte ein E_{VD}-Wert von > 50 MN/m² erreicht werden. Noch einfacher wären Kontrollen mittels Rammsondierungen.

Prüfgerät	Verdichtungswert
DPH Schwere Rammsonde EN ISO 22476-2	Schlagzahlwerte $N_{10} > 18$
Proctorversuch (DIN 18127) mit Densitometer (DIN 18125-2)	$D_{Pr} \geq 100$ %
Dynamisches Plattendruckgerät (nach TP BF-StB)	E _{VD} -Wert von > 50 MN/m ²

Tab. 6 Anforderung an die Verdichtungswerte

- Aufstellung des Baukrans

Die Kranfundamente sollten entsprechend der Tabelle 5 in den natürlich anstehenden Kiessanden gegründet werden.

- Ing.-geol. Bauüberwachung

Bei der geotechnischen Kategorie GK 2 (mittleren Schwierigkeitsgrad) ist eine Bauüberwachung empfehlenswert. Die Bodensituation in den einzelnen Gründungsniveaus macht es erforderlich, die Aushubsohle nach der Freilegung abschließend zu beurteilen und die erforderlichen erdbautechnischen Maßnahmen festzulegen. Ferner sollten Verdichtungskontrollen in Form von Rammsondierungen oder Plattendruckversuchen durchgeführt werden.

- Winterbaustelle

Mit dem Thema Frost im Baugrund sollte wie folgt umgegangen werden:

- Zum Schutz vor Frost sollte beim Aushub eine Schutzschicht von 70 cm auf der Gründungssohle belassen werden.
- Wenn die Temperaturen nicht unter dem Gefrierpunkt liegen, müssen die Fundamentsohlen nach dem Verdichten mittels Sauberkeitsschicht versiegelt werden.
- Es darf nicht auf gefrorenen Untergrund betoniert werden.
- Sind Fundamente schon betoniert worden, muss seitlich als Schutz angeschüttet werden.

4 Versickerung von Oberflächenwasser

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) des Kiesel liegt nach Berechnungen aus den stichprobenartig durchgeführten Siebanalysen nach DIN 18123 wie folgt. Der Wert aus der Siebung muss mittels Reduzierungsfaktor von 0,1 korrigiert werden (s. aktuelles Merkblatt DWA A 138-1). Es ergeben sich also für die durchgeführten Siebungen folgenden Bemessungswerte (s. Anlage 5):

Probe	k_f -Wert (ohne Korrektur)	Bemessungs- k_f -Wert
BS 1 / 1,4 – 4,0	$4,3 \times 10^{-4}$	$4,3 \times 10^{-5}$
BS 2 / 1,1 – 3,0	$5,5 \times 10^{-4}$	$5,5 \times 10^{-5}$

Tab. 7: Wasserdurchlässigkeiten

- Bereich Baufenster

Hier liegt der Bemessungs- k_f -Wert bei $4,3 \times 10^{-5}$ m/s. Da noch nicht klar ist, wie groß die Häuser werden, wird eine versiegelte Fläche von 100 m² angenommen. Von dieser ausgehend kann leicht skaliert werden.

Das Aushubplanum ist intensiv nachzuverdichten. Auf Gründungssohle ist eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 100 \%$ nachzuweisen (z.B. $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ und $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,4$). Bei dem dynamischen Plattendruckversuch sollte ein $E_{VD} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden.

Die Gesamtfläche der Versiegelung ist in der weiteren Planung genauer zu bestimmen. Für die überschlägige Berechnung möglicher Varianten wurde eine, an die jeweilige Versickerungseinrichtung angeschlossene, versiegelte Fläche von ca. 100 m^2 je Haus berechnet.

Der Mindestabstand in der DWA-A 138 sollte bei dem 1,5-fachen der Baugrubentiefe liegen.

Bei den Dachflächen sollten als Vorreinigungsanlage Siebe oder Körbe zum Grobstoffrückhalt eingebaut werden. Ferner sollte eine Absetzeinrichtung für die mitgeführten absetzbaren Stoffe vorgeschaltet werden. Bei der baulichen Ausführung ist auf einen gleichmäßigen – auf die gesamte Länge verteilten – Wassereintritt zu achten. Aufgrund der in den letzten Jahren zunehmenden Zahl an Starkniederschlägen und extremen Wetterereignissen empfehlen wir die Kapazität der Versickerungsanlagen um 20 % zu erhöhen.

Als Versickerungsmöglichkeiten kommen bei diesem Bauvorhaben beispielsweise eine Füllkörpergolen- oder Rohrigolenversickerung in Frage.

Bei der Füllkörpergolenversickerung (Anlage 7.1) wird das Niederschlagswasser über perforierte Kästen geleitet und dort zwischengespeichert und zeitlich verzögert versickert. Um ein Zuschlämmen mit Feinanteilen aus dem anstehenden Kies zu vermeiden, sollte ein Vlies um die Rigolenkästen ausgelegt werden. Wollte man das anfallende Wasser einer 100 m^2 großen Fläche mittels Füllkörpergole versickern, wäre die Rigole ca. 2,6 m lang, 1,2 m breit und 2,0 m tief (bei einem Einlauf in 1,0 m Tiefe).

Bei der Rohrigolenversickerung (Anlage 7.2) wird das Niederschlagswasser mittels perforierten Rohrs über einen kiesgefüllten Graben geleitet und dort zwischengespeichert und zeitlich verzögert versickert. Um ein Zuschlämmen mit Feinanteilen aus dem anstehenden Kies zu vermeiden, sollte ein Vlies ausgelegt werden. Wollte man das anfallende Wasser einer 80 m^2 großen Fläche mittels Rohrigole versickern, wäre die Rigole ca. 5,0 m lang, 1,2 m breit und 2,0 m tief (bei einem Einlauf in 1,0 m Tiefe).

Für Planung, Bau und Betrieb der Versickerungsanlagen sind die Merkblätter DWA-A 138 und M-153 heranzuziehen.

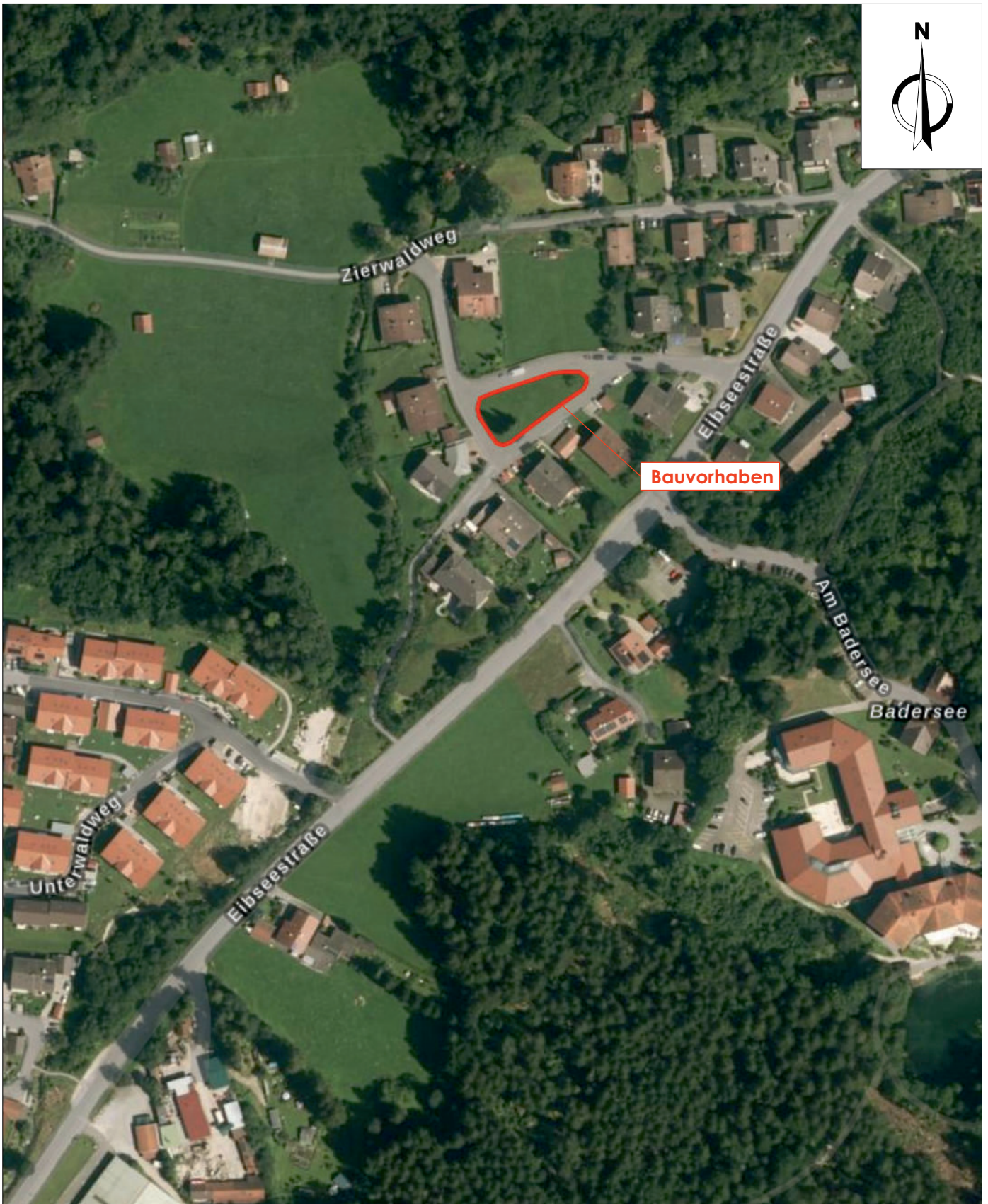
Für weitere Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

Starnberg, den 29.03.2025

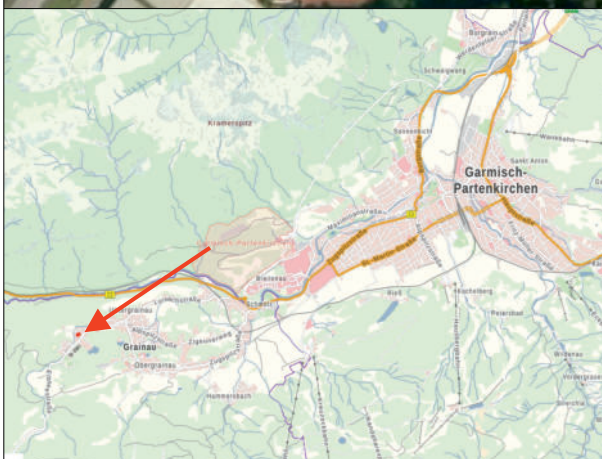


N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

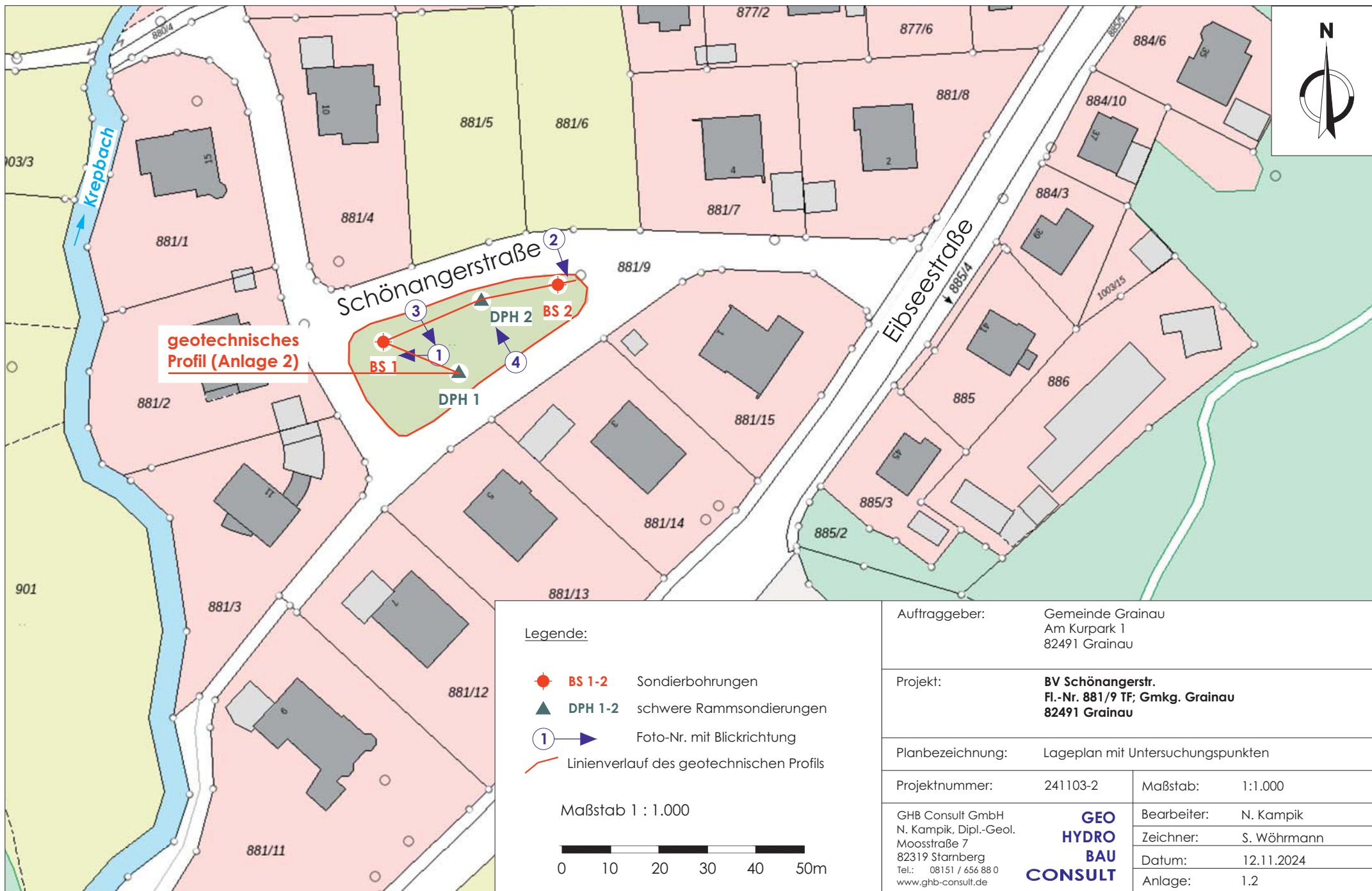
GHB Consult GmbH



Bauvorhaben



Auftraggeber:		Gemeinde Grainau Am Kurpark 1 82491 Grainau	
Projekt:		BV Schönangerstr. Fl.-Nr. 811/9 TF.; Gmkg. Grainau 82491 Grainau	
Planbezeichnung:		Übersichtslageplan	
Projektnummer:	241103	Maßstab:	Luftbild 1:2.500
GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de			
		Bearbeiter: N. Kampik	
		Zeichner: S. W. / J. S	
		Datum: 12.11.2024	
		Anlage: 1.1	





Wassersensible Bereiche



Hochwassergefahrenflächen

Legende:

Wassersensibler Bereich

-  wassersensibler Bereich
-  keine Abgrenzung des wassersensiblen Bereichs möglich

Hochwassergefahrenflächen

-  HQ extrem
-  HQ 100

Auftraggeber:

Gemeinde Grainau
Am Kurpark 1
82491 Grainau

Projekt:

**BV Schönangerstr.
Fl.-Nrn. 881/9; Gmkg. Grainau
82491 Grainau**

Planbezeichnung:

Wassersensible Bereiche/Hochwassergefahrenflächen

Projektnummer:

241103-2

Maßstab:

unmaßstäblich

GHB Consult GmbH
N. Kampik, Dipl.-Geol.
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel.: 08151 / 656 88 0
www.ghb-consult.de

**GEO
HYDRO
BAU
CONSULT**

Bearbeiter:

N. Kampik

Zeichner:

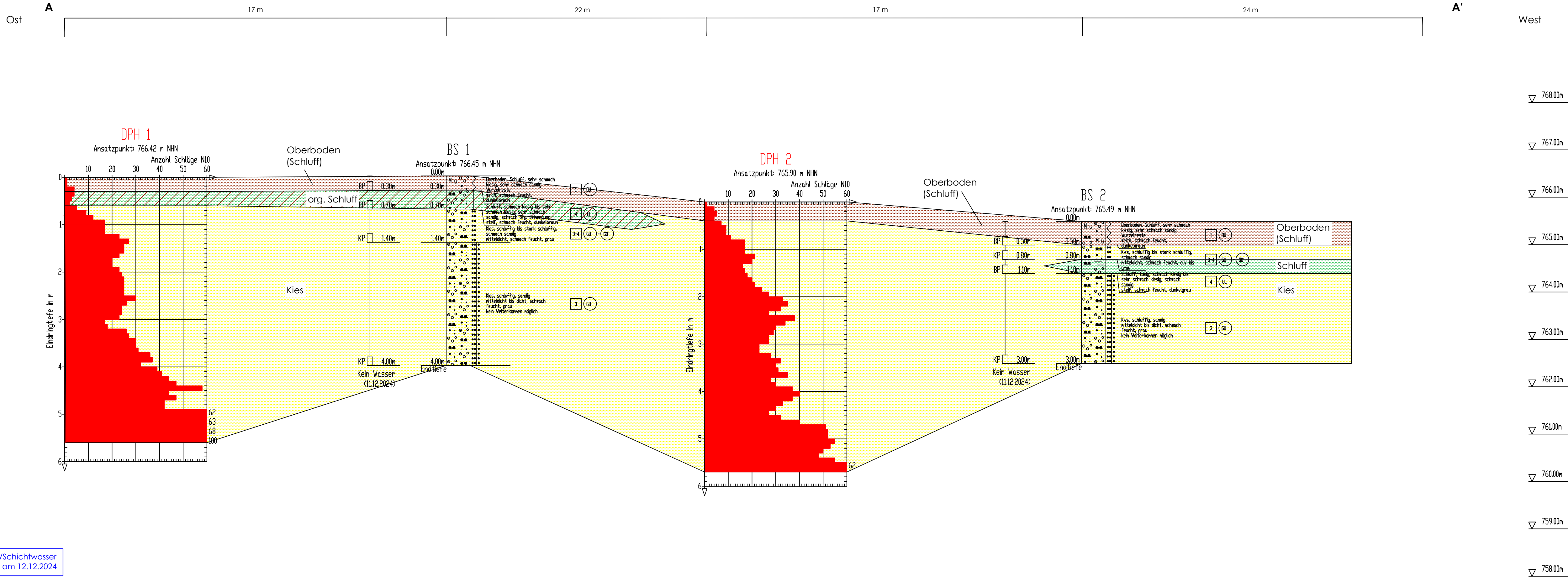
S. Wöhrmann

Datum:

18.02.2025

Anlage:

1.3



Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert

Zeichenerklärung

Bodengruppen / -klassen, z.B.:

GW Bodengruppen nach DIN 18196
3 Boden- und Felsklassen nach DIN 18300

Probenahme und Grundwasser:

- Bodenprobe (GP=Glaspr., BP= Becherpr., KP = Kübelpr.)
- Sonderprobe
- ▽ Grundwasser angebohrt
- ▼ Grundwasser nach Bohrende
- ▼ Ruhewasserspiegel

Bodenbeschaffenheit:

- ∪ nass
- ↘ breiig
- ↘ weich
- ⋮ steif
- || halbfest
- || fest
- ⋮ klüffig

- ⋮ locker
- ⋮ mitteldicht
- ⋮ dicht
- ⋮ sehr dicht

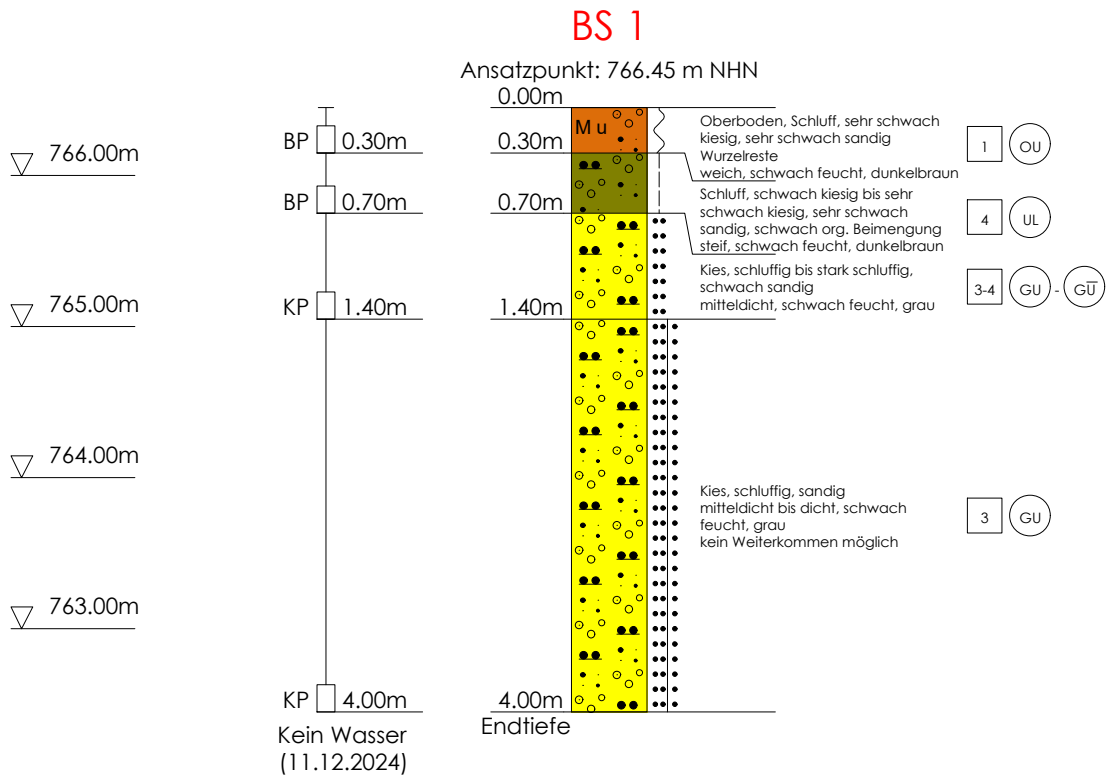
Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3,5 cm	3,5 cm	4,4 cm
Spitzenquerschnitt	10,0 cm²	10,0 cm²	15,0 cm²
Gestängedurchmesser	2,2 cm	3,2 cm	3,2 cm
Rammbürgewicht	10,0 kg	30,0 kg	50,0 kg
Fallhöhe	50,0 cm	50,0 cm	50,0 cm

e		
d		
c		
b		
a		
IND.	ÄNDERUNGEN	DATUM
Auftraggeber: Gemeinde Grainau Am Kurpark 1 82491 Grainau		
Projekt: BV Schönangerstr. Fl.-Nrn. 811/9 TF; Gmkg. Grainau 82491 Grainau		
Planbezeichnung: Geotechnisches Baugrundprofil A-A'		
Projektnummer: 241103	Maßstab:	Höhe: 1: 50 Länge: unmaßstäblich
GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 456 88-0 www.ghb-consult.de	Bearbeiter:	N. Kampik
	Zeichner:	J. Selmayr
	Datum:	27.02.2025
	Anlage:	2

GHB Consult GmbH	Projekt : Grainau, BV Schönangerstr.
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 241103
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.1
Tel: 08151/ 656 88 - 0	Maßstab : 1: 50

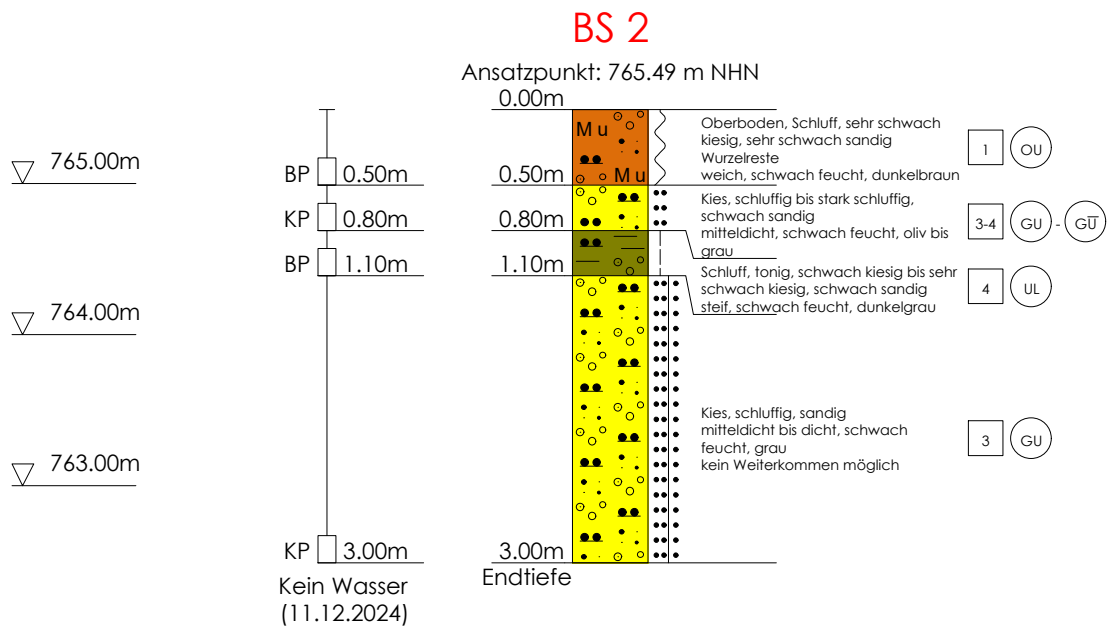
Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023



Bemerkungen: UTM-Koordinaten: 651647.306, 5259997.188

GHB Consult GmbH	Projekt : Grainau, BV Schönangerstr.
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 241103
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.2
Tel: 08151/ 656 88 - 0	Maßstab : 1: 50

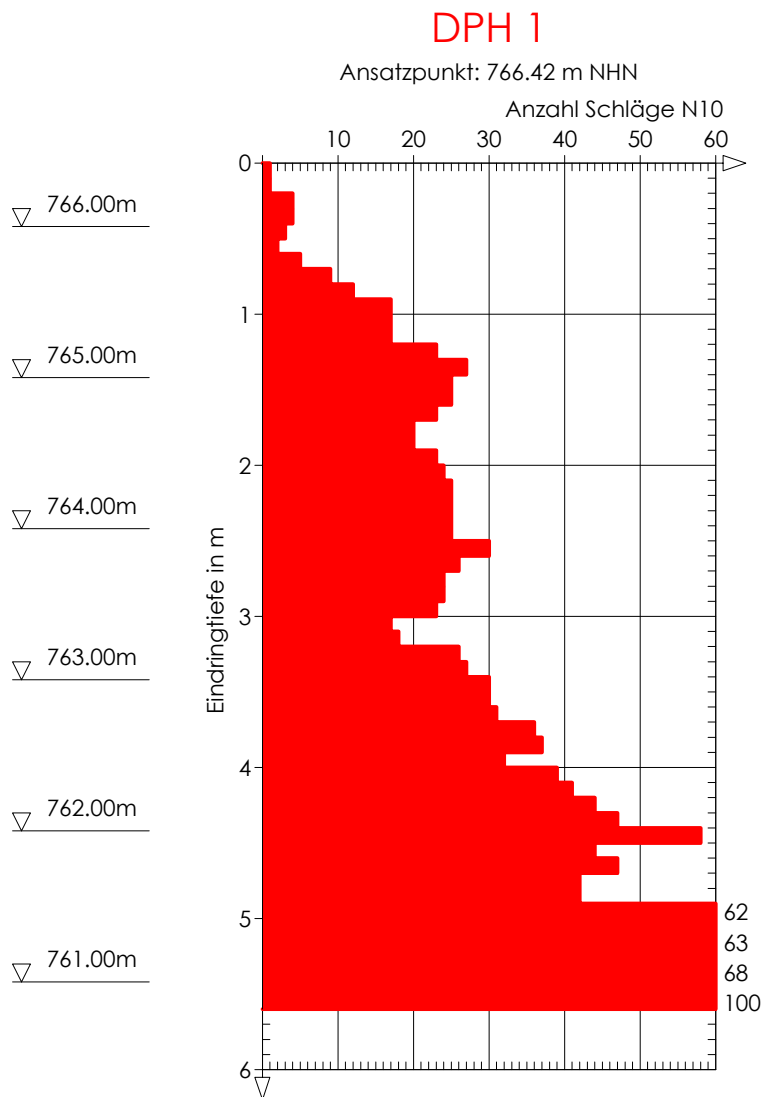
Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023



Bemerkungen: UTM-Koordinaten: 651683.529, 5260009.179

GHB Consult GmbH	Projekt : Grainau, BV Schönangerstraße
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 241103
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage 4.1
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum: 11.12.2024
Rammsondierung EN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

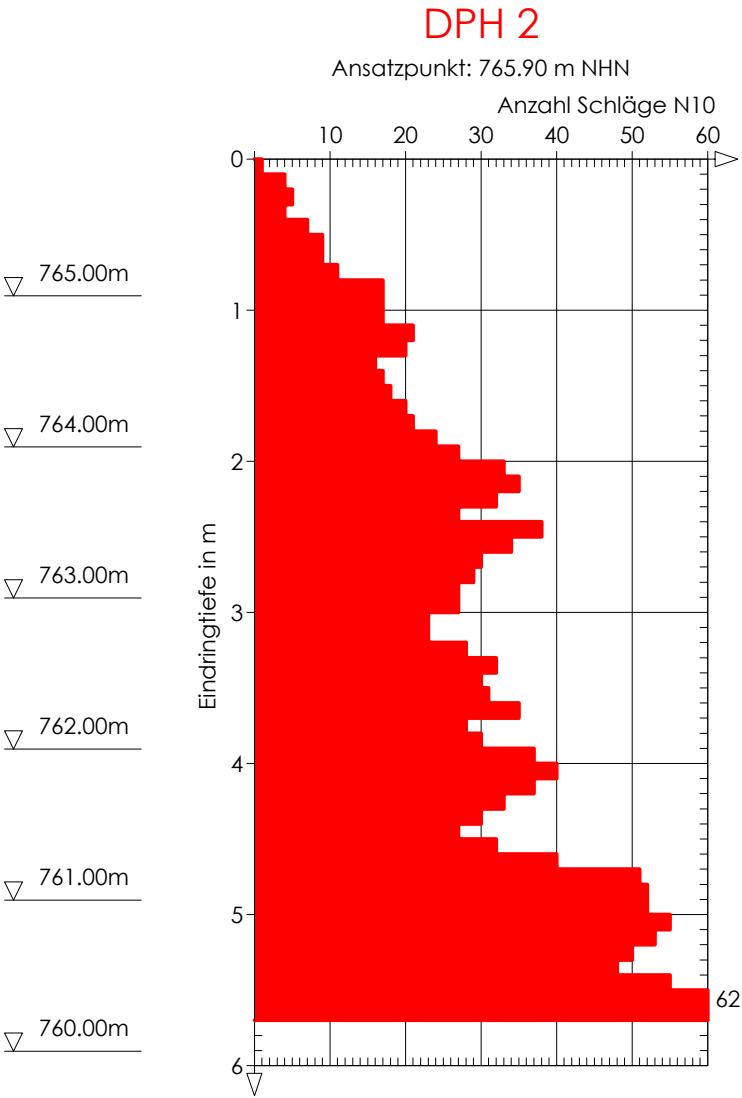
Tiefe	N ₁₀
0.10	1
0.20	1
0.30	4
0.40	4
0.50	3
0.60	2
0.70	5
0.80	9
0.90	12
1.00	17
1.10	17
1.20	17
1.30	23
1.40	27
1.50	25
1.60	25
1.70	23
1.80	20
1.90	20
2.00	23
2.10	24
2.20	25
2.30	25
2.40	25
2.50	25
2.60	30
2.70	26
2.80	24
2.90	24
3.00	23
3.10	17
3.20	18
3.30	26
3.40	27
3.50	30
3.60	30
3.70	31
3.80	36
3.90	37
4.00	32
4.10	39
4.20	41
4.30	44
4.40	47
4.50	58
4.60	44
4.70	47
4.80	42
4.90	42
5.00	62
5.10	65
5.20	63
5.30	65
5.40	68
5.50	72
5.60	100



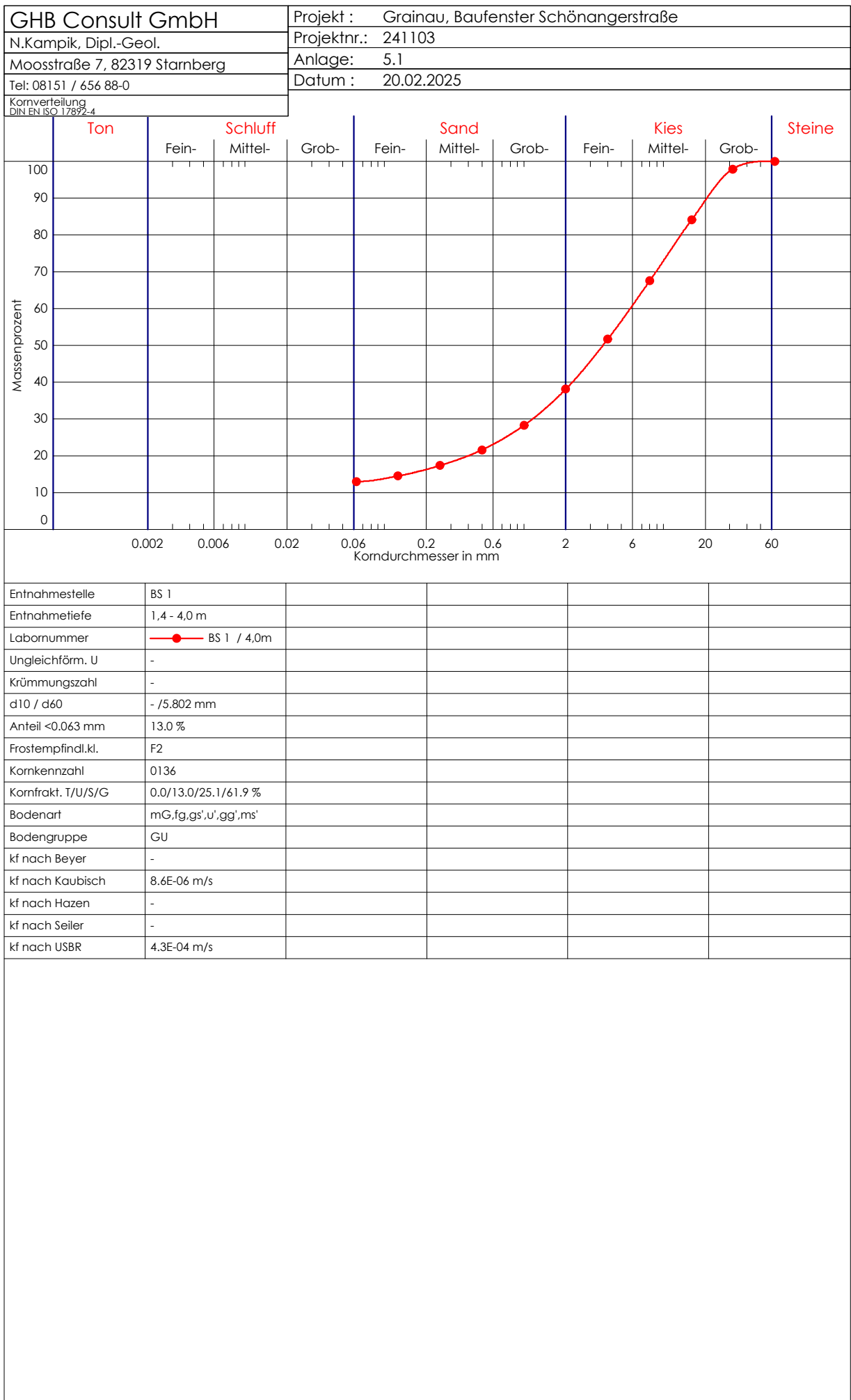
Bemerkungen: UTM-Koordinaten: 651662.898, 5259990.767

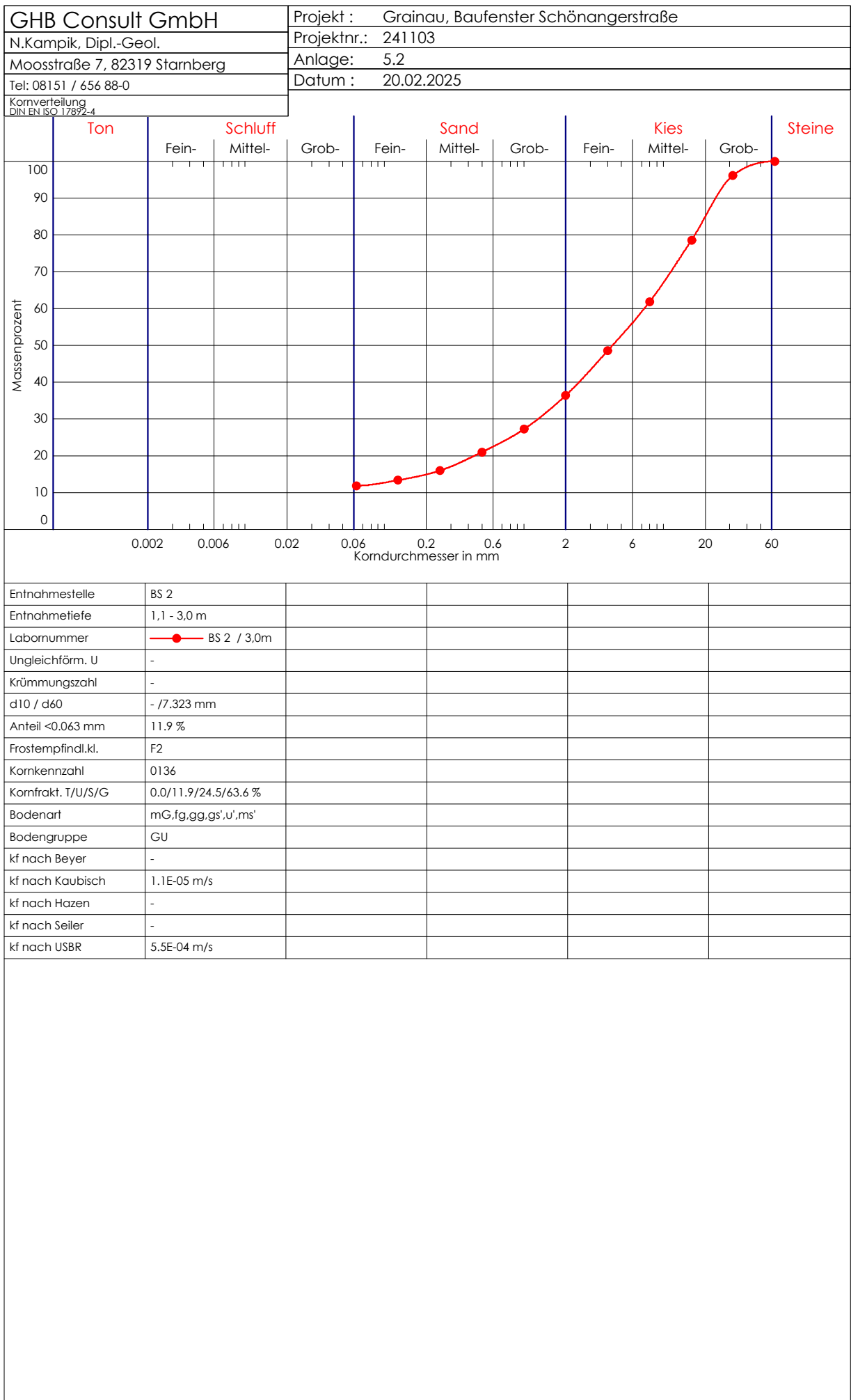
GHB Consult GmbH	Projekt : Grainau, BV Schönangerstraße
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 241103
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage 4.2
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum: 11.12.2024
Rammsondierung EN ISO 22476-2	Maßstab : 1: 50

Tiefe	N ₁₀
0.10	1
0.20	4
0.30	5
0.40	4
0.50	7
0.60	9
0.70	9
0.80	11
0.90	17
1.00	17
1.10	17
1.20	21
1.30	20
1.40	16
1.50	17
1.60	18
1.70	20
1.80	21
1.90	24
2.00	27
2.10	33
2.20	35
2.30	32
2.40	27
2.50	38
2.60	34
2.70	30
2.80	29
2.90	27
3.00	27
3.10	23
3.20	23
3.30	28
3.40	32
3.50	30
3.60	31
3.70	35
3.80	28
3.90	30
4.00	37
4.10	40
4.20	37
4.30	33
4.40	30
4.50	27
4.60	32
4.70	40
4.80	51
4.90	52
5.00	52
5.10	55
5.20	53
5.30	50
5.40	48
5.50	55
5.60	62
5.70	100



Bemerkungen: UTM-Koordinaten: 651667.478, 5260005.761





Untersuchungsbericht

zur

***Kampfmitteluntersuchung von geplanten Bohransatzpunkten
BV Gnömau und Zierwaldweg, Grainau***

Auftrag	Bearbeitung
<u>Auftraggeber</u> GHB Consult GmbH Moosstraße 7 82319 Starnberg	Katrin Wirsching-Hepp M.Sc. Geologie Waldschmidtstraße 8b 82319 Starnberg Tel.: 0177/4649777 E-Mail: katrin.hepp@web.de
<u>Bauvorhaben</u> Gnömau und Zierwaldweg, Grainau	Datum: 12.12.2024

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Angewandte Messverfahren:	3
Geomagnetikverfahren	3
Untersuchungen mittels Georadar:	5
Allgemeine Hinweise zu Arbeiten in der Kampfmittelräumung	6
Anlage 1 – Fotodokumentation.....	7

Im Auftrag der GHB Consult GmbH wurden zum Bauvorhaben Gnömau und Zierwaldweg in Grainau geplante Bohransatzpunkte für Baugrundsondierungen untersucht.

Die Messungen fanden am 10.12.2024 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 Sondierung umfasste:

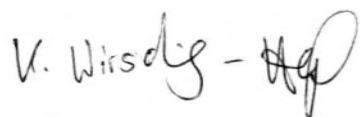
- zehn Bohransatzpunkte für Baugrunduntersuchungen

Die Bereiche wurden mit Sprühfarbe auf dem Boden markiert. Nach Auswertung der Messergebnisse sowie gegebenenfalls unter Einbezug ergänzender Untersuchungen mit weiteren Messverfahren konnten an den Bereichen keine kampfmittelrelevanten Indikationen festgestellt werden.

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

Für weitere Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Starnberg, den 12.12.2024



K. Wirsching-Hepp

Angewandte Messverfahren: Geomagnetikverfahren

Geophysikalische Messmethoden, welche im Boden verborgene Strukturen durch Messungen physikalischer Eigenschaften des Bodens erfassen können, haben den Vorteil den Untergrund zerstörungsfrei zu erkunden, ohne in den Boden eingreifen zu müssen. Dies kann einen Überblick über vorhandene Strukturen oder potentielle Kampfmittel liefern und somit zur effizienten Planung von Ausgrabungen herangezogen werden sowie zur sorgsamten Handhabung von Kampfmittelverdachtsmomenten

Das Verfahren Geomagnetik basiert auf der Messung des Erdmagnetfeldes. Das Erdmagnetfeld ist an der Oberfläche regelmäßig und wird in der Einheit nT (Nanotesla) gemessen. In unseren Breiten beläuft sich die Stärke des Erdmagnetfeldes auf etwa 48.000 nT. Dieses Messsystem kann sowohl für archäologische Untersuchungen als auch zur Ortung von Kampfmitteln verwendet werden. In der Regel werden in der Kampfmittelortung Gradiometer eingesetzt, bei welchen der Gradient in der magnetischen Flussdichte des lokalen Magnetfelds zwischen zwei Magnetometern detektiert (im Gegensatz zu Totalfeldmagnetometern). Objekte mit einer ‚eigenen‘ Magnetisierung treten als Abweichungen zwischen den Messpunkten des Sondenstabs (Magnetometer) auf. Kulturgeschichtliche Relikte im Untergrund erzeugen in der Regel nur geringe lokale Abweichung im Erdmagnetfeld, welche durch die unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften des Bodens entstehen. Kampfmittel und andere eisenhaltige Objekte erzeugen durch ihre ferromagnetischen Eigenschaften Anomalien von mehreren Hundert Nanotesla. Je nach Magnetisierung des Objekts, seiner Lage und seiner Ausrichtung kommt es zur Abweichung (Verstärkung/Abschwächung) des Normalfelds. (vgl. Abbildung 1)

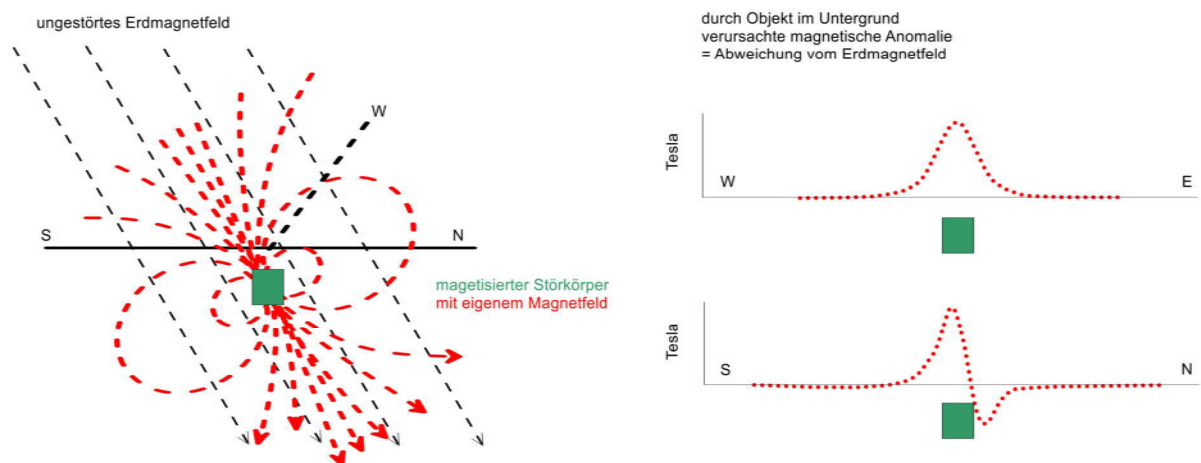


Abbildung 1: Darstellung der Veränderung des lokalen Erdmagnetfelds bei Vorliegen eines magnetisch wirksamen Objektes im Untergrund.

Auf einer ungestörten, horizontalen Messfläche ist der Vertikalgradient des Erdmagnetfelds somit gleichbleibend. Objekte oder Bereiche im Untergrund mit leicht veränderter Magnetisierung verursachen Verzerrungen dieses Felds, sogenannte Anomalien.

Dies zeigt sich in der Auswertung in der Regel als isoliertes Einzelobjekt mit charakteristischer Dipolanomalie (vgl. Abbildung 2).

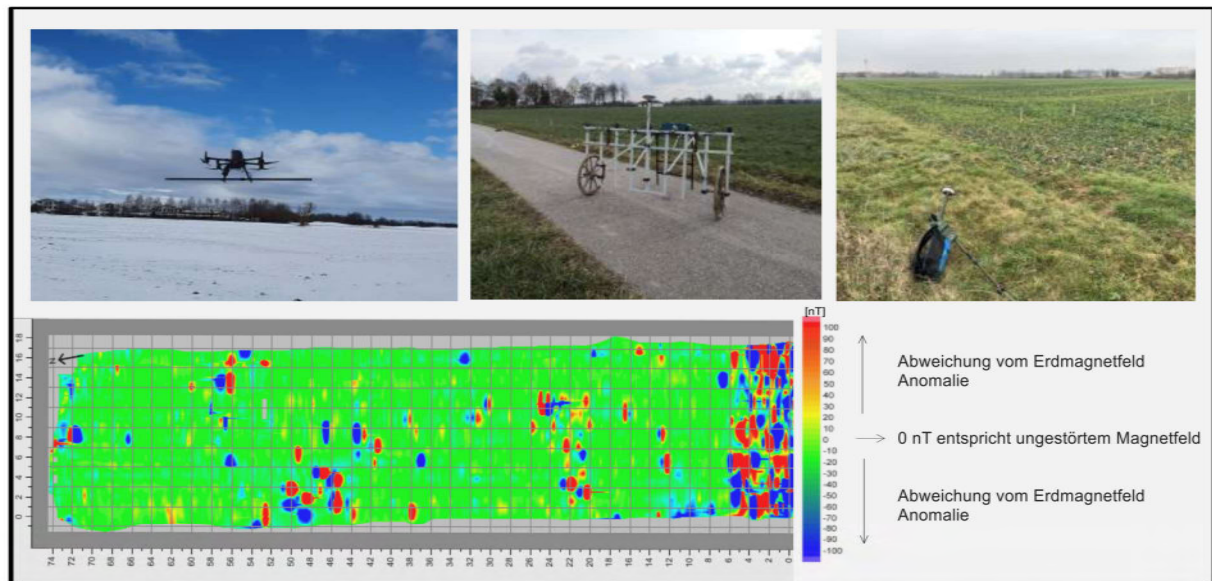


Abbildung 2: Erfassung der Geomagnetikmessdaten (oben, von li. n. re. mit Flugdrohne, mit handgeführtem Mehrkanalmesssystem und mittels handgeführtem Einkanalsystem) und planare, farbkodierte Darstellung der Daten (unten).

Die Datenaufnahme erfolgt mittels 5-Kanal Drohne der Firma *Sensys GmbH*, mittels eines fahrzeuggestützten 7-Kanal oder mit mittels Handgeführtem 7- oder 5-Kanal-Mehrkanalmesssystems oder mit Einhandsonde der Firma *Vallon GmbH*. Die Daten werden mittels Datenlogger und echtzeitkorrigierten GNSS-Systems aufgezeichnet. Als Sonden werden VS-M Gradiometer-Sondenstäbe (*Fa. Vallon*) oder FGM3D/75 Fluxgate- Magnetometersonden (*Fa. Sensys - Flugdrohne*) (Sondenauflösung 0,2 nT) eingesetzt. Der Controller, der Datenlogger, das GPS sowie der Akku wurden in invariantem Abstand zur Sonde geführt. Die Messpunktdichte in Messrichtung variiert bei einer GPS-gestützten Messung entsprechend der Messgeschwindigkeit und der eingesetzten Anzahl an Sonden. Auf diese Art können relevanten Störungsbereiche, die von ferromagnetischen Materialien wie z.B. Kampfmitteln erzeugt werden, als Verdachtspunkte verortet werden. Bei der Kartierung werden über die gesamte Fläche Messdaten in festem Raster erfasst und mit DGPS-Koordinaten hinterlegt. Anomalien können folglich präzise verortet und kartographisch dargestellt werden.

Beim Vorhandensein ferromagnetisch wirksamer Störelemente (Zäune, Stahlbetonbauten usw.) ist in deren näherem Umfeld nicht zu erwarten, dass auswertbaren Messdaten erfasst werden können.

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.

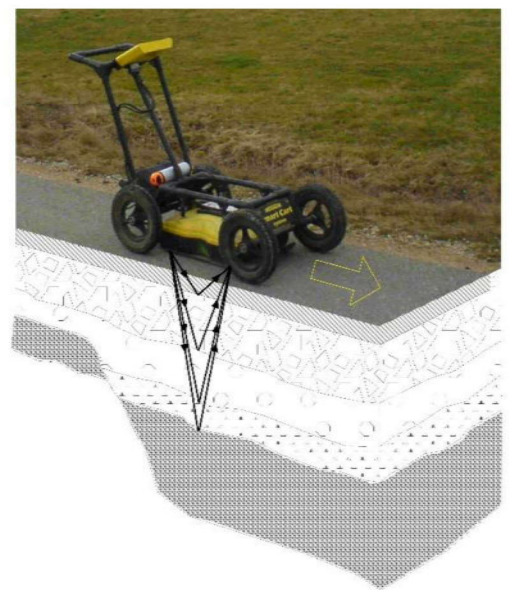


Abbildung 3: Bodenradargerät für kontinuierliche Messungen entlang von Profilen. Eingesetzte Antenne 250 MHz.

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

Untersuchung der Bohransatzpunkte



Messung des Bohransatzpunktes 1



Messung des Bohransatzpunktes 2



Messung des Bohransatzpunktes 3



Messung des Bohransatzpunktes 4



Messung des Bohransatzpunktes 5



Messung des Bohransatzpunktes 6

Kampfmitteluntersuchung von geplanten Bohransatzpunkten
BV Gnömau und Zierwaldweg, Grainau



Messung des Bohransatzpunktes 7



Messung des Bohransatzpunktes 8



Messung des Bohransatzpunktes 9



Messung des Bohransatzpunktes 10

Versickerung nach ATV A-138 (Januar 2002)

Rigolenversickerung

Speicherkoeffizient $s = 0.950$

Durchlässigkeit = $4.300 \cdot 10^{-5}$ m/s

Grundwasserflurabstand = 10.00 m

Zuschlagsfaktor = 1.20

Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$

5-jährige Überschreitungshäufigkeit

$A(u) = 100.0$ m²

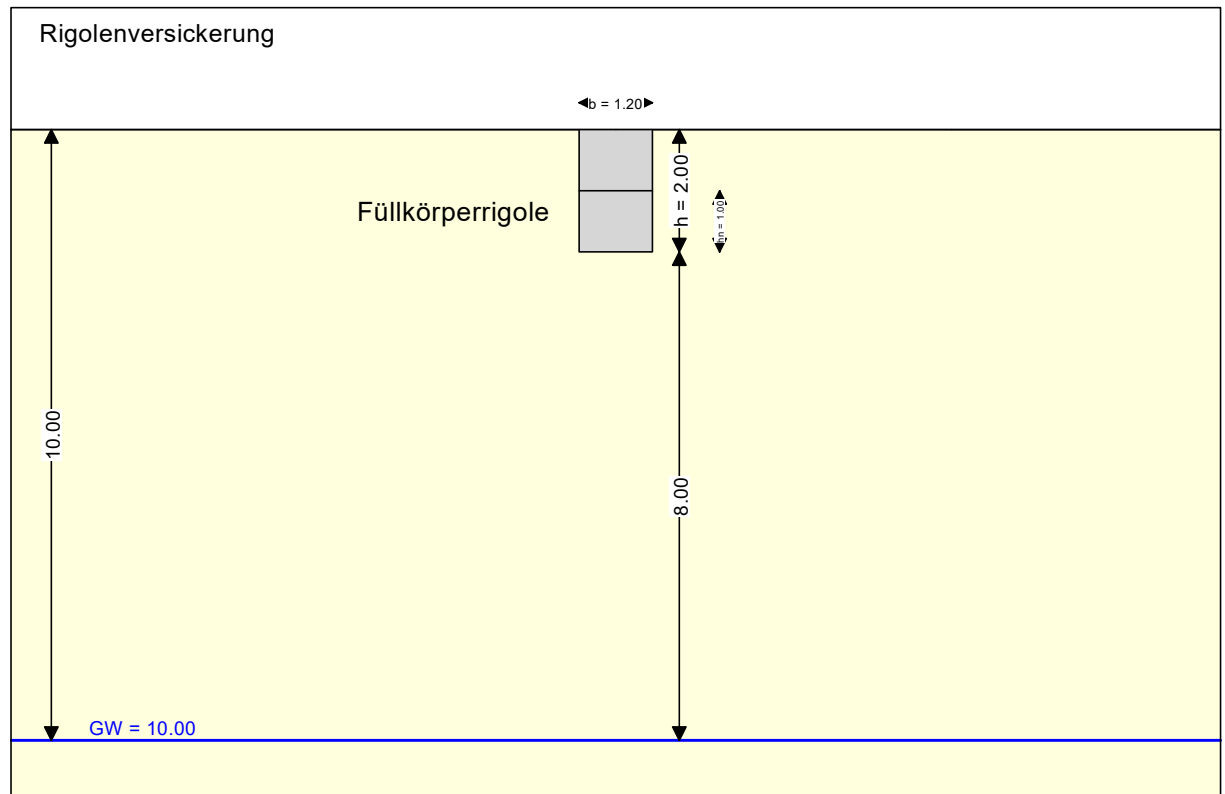
Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m

Sohlbreite der Rigole $b = 1.20$ m

Höhe der Rigole $h = 2.00$ m

Max. Wasserstand Rigole = 1.00 m

Nutzbare Höhe der Rigole $h_n = 1.00$ m



Ergebnis

Erforderliche Rigolenlänge = 2.59 m

Erforderliches Speichervolumen = 2.95 m³

Maßgebende Regendauer = 180.0 Minuten

Regenspende = 32.2 Liter/(sec·ha)

Entleerungszeit = 8.7 Stunden

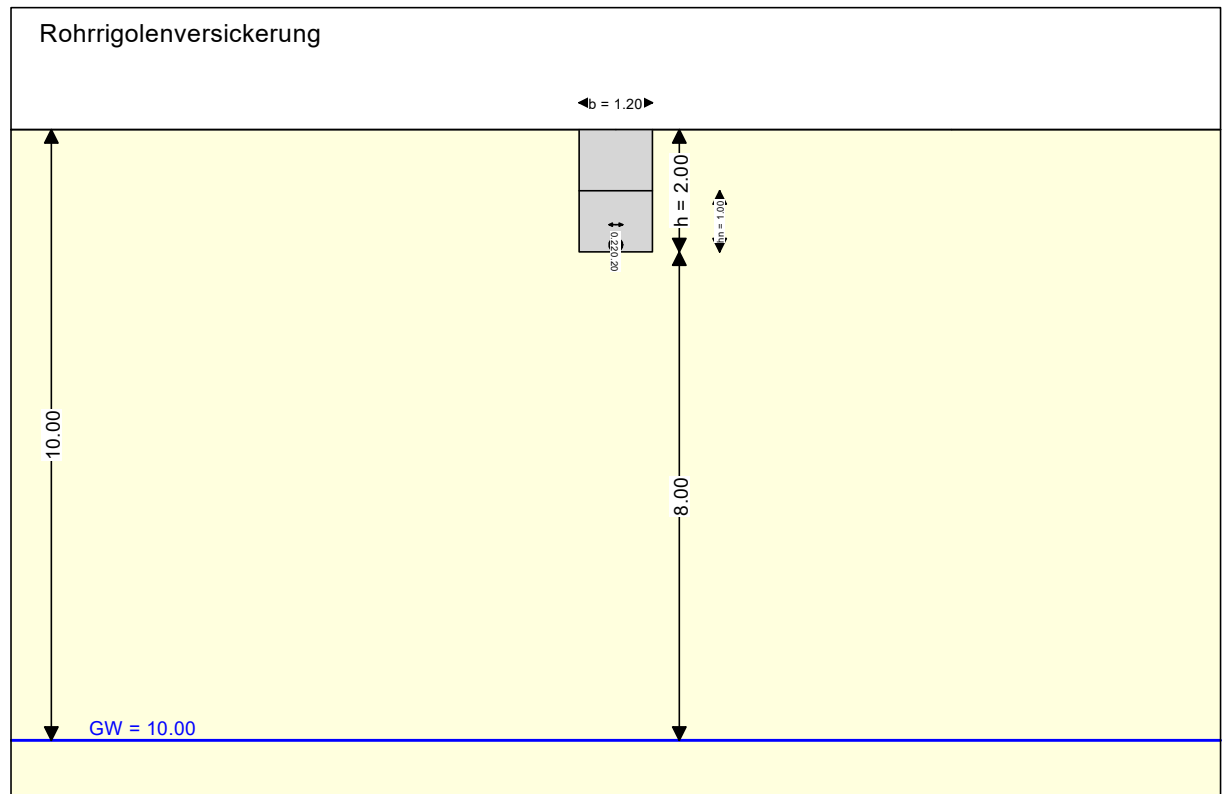
Grainau (BY)

D	$r_{D(0.2)}$ [l/(s·ha)]	L [m]
60 min	62.0	2.06
90 min	51.3	2.41
2 h	39.0	2.31
3 h	32.2	2.59
4 h	24.5	2.39
6 h	18.7	2.32
9 h	15.4	2.34

Versickerung nach ATV A-138 (Januar 2002)

Rohrrigolenversickerung
Durchlässigkeit = $4.300 \cdot 10^{-5}$ m/s
Grundwasserflurabstand = 10.00 m
Zuschlagsfaktor = 1.20
Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$
5-jährige Überschreitungshäufigkeit
 $A(u) = 100.0 \text{ m}^2$
Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
Lichte Weite des Rohres = 0.20 m
Dicke des Rohres = 0.010 m
Sohlbreite der Rigole $b = 1.20 \text{ m}$
Höhe der Rigole $h = 2.00 \text{ m}$

Max. Wasserstand Rigole = 1.00 m
Nutzbare Höhe der Rigole $h_n = 1.00 \text{ m}$
Speicherkoeffizient $s = 0.350$
Speicherkoeff. (umgerechnet) = 0.364



Ergebnis
Erforderliche Rohrrigolenlänge = 4.93 m
Erforderliches Speichervolumen = 2.16 m³
Maßgebende Regendauer = 90.0 Minuten
Regenspende = 51.3 Liter/(sec·ha)
Entleerungszeit = 3.3 Stunden

Grainau (BY)		
D	$r_{D(0.2)}$ [l/(s·ha)]	L [m]
30 min	98.9	4.14
45 min	81.4	4.75
60 min	62.0	4.50
90 min	51.3	4.93
2 h	39.0	4.47
3 h	32.2	4.58
4 h	24.5	3.96

Projekt:	BV Schönangerstr. Grainau	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	8.1		
Projektnr.:	241103-2		



Foto 1



Foto 2

Projekt:	BV Schönangerstr. Grainau	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	8.2		
Projektnr.:	241103-2		



Foto 3



Foto 4

Ingenieurgeologisches Gutachten

Projekt-Nr.:	241103
Bauvorhaben:	Bauleitverfahren Schönangerstr. und Zierwaldweg, 82491 Grainau diverse Flurnummern, Gmkg. Grainau
Auftraggeber:	Gemeinde Grainau Am Kurpark 1 82491 Grainau
Untersuchungsziel:	Untergrund- und Grundwasserverhältnisse, Homogenbereiche, Schadstoffanalytik, Straßen- und Leitungsbau
Umfang:	11 Seiten, 6 Tabellen, 2 Abbildungen und 7 Anlagen
Datum:	29.03.2025
Ausführung:	GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg
Bearbeiter/in:	L. Günschel; B.A. Geographie
Projektleiter:	N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang	3
2	Untergrundverhältnisse	4
2.1	Geologie	4
2.2	Geogefahren	5
2.3	Schichtenfolge	5
2.4	Schadstoffuntersuchungen: Schwarzdecke	6
2.5	Grundwasser	6
2.6	Homogenbereiche nach DIN 18300	7
2.7	Bodenkennwerte	8
3	Kanal- und Leitungsbau	9
4	Straßenbau	10
5	Versickerung von Oberflächenwasser	11

Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan, M 1:2.500
- 2.1 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:1000
- 2.2 Wassersensible Bereiche und Hochwassergefahrenflächen, unmaßstäblich
- 3.1-8 Bohrprofile der Rammkernsondierung BS 1-8, M 1:50
- 4.1-3 Chem.-analytische Untersuchungsberichte
- 5.1-5 Siebanalysen nach DIN 18123
- 6 Bericht Kampfmittelfreimessung
- 7.1-4 Fotodokumentation

Unterlagen

- /U1/ Vorplanung: Ansichts- und Lagepläne, Maßstab 1:100; Stand: 18.02.2025
- /U2/ Bayerisches Landesamt für Umwelt. Gewässerkundlicher Dienst Bayern. Wasserstand oberes Stockwerk. Stand: 18.02.2025

1 Vorgang

Unser Büro wurde von der Gemeinde Grainau beauftragt, für das Bauleitverfahren für Zierwaldweg und der Schönangerstraße in 82491 Grainau eine Baugrunduntersuchung durchzuführen.

Es sind noch nicht genauer definierte Infrastrukturmaßnahmen geplant (Straßen-, Kanal-, Leitungsbau). Das Untersuchungsgebiet ist im Schönangerstraße ca. 2.000m² und des Zierwaldwegs ca. 1.050 m² groß (siehe Übersichtslageplan Anlage 1.1).

Die Geländeoberfläche des **Zierwaldwegs** liegt bei ca. 764,6 m NHN im Westen und fällt um ca. 3,6 m nach Osten ab (ca. 761,0 m NHN).

Die Geländeoberfläche der **Schönangerstraße** liegt bei ca. 767,5 m NHN im Südwesten und fällt um ca. 3,2 m nach Osten ab (ca. 764,2 m NHN).

- Bodenuntersuchung

Zur Bodenuntersuchung wurden am 11.02.2024 an den im Lageplan der Anlage 1.2 bezeichneten Stellen insgesamt 6 Kernbohrungen (BS 3-8) bis 4,0 unter OK Gelände abgeteuft. Die Bohrungen BS 1-2 wurden für das Baufenster in der Schönangerstraße durchgeführt und sind nur zur besseren Information über den Untergrund angehängt.

Mit der Bohrsonde wird ein Bohrkern entsprechend der Schichtenfolge des Untergrundes gewonnen. Gebohrt wurde mit Kern-Ø 60-80 mm. Mit der Bohrsonde wird ein Bohrkern entsprechend der Schichtenfolge des Untergrundes gewonnen. Bei der Rammsondierung wird eine konische Rammspitze mit definierter Energie in den Untergrund gerammt. Gemessen werden die Schlagzahlwerte N₁₀ entsprechend der Anzahl der Rammschläge je 10 cm Eindringtiefe, die in das Rammdiagramm eingetragen werden. Anhand der Schlagzahlwerte können Rückschlüsse auf die Lagerungsdichte des Bodens gezogen werden.

Alle Bohransatzpunkte wurden mittels GNSS nach Lage und Höhe mit Bezug auf m ü. NHN nach dem System DE_DHHN2016_NH eingemessen.

Die Aufschlusspunkte wurden vorab wegen möglicher nicht entdeckter Kampfmittel des 2. Weltkriegs geophysikalisch freigegeben (Anlage 6).

Die Ansprache der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgte nach DIN 4022-1. Sie sind als Bodenprofile nach DIN 4023 mit Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 und der Boden Gruppen nach DIN 18196 in Anlage 3 dargestellt.

Zur Klassifizierung des Bodens wurden Proben entnommen und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht. Die Ergebnisse sind in Anlage 5 des Gutachtens dokumentiert. Ferner wurden Asphaltproben chemisch-analytisch untersucht (Anlage 4).

Zur Festlegung der Mindestanforderungen an Umfang, 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

Das Grundstück liegt im Einzugsbereich des Bergsturzes von vor etwa 3.600 - 5.000 Jahren östlich der Riffelwand / Bayerisches Schneekar ausgebrochen ist und sich auf eine Fläche von etwa 15 km² verteilt hat (s. Abb .1). Es handelt sich um den größten in Bayern bekannten Bergsturz.

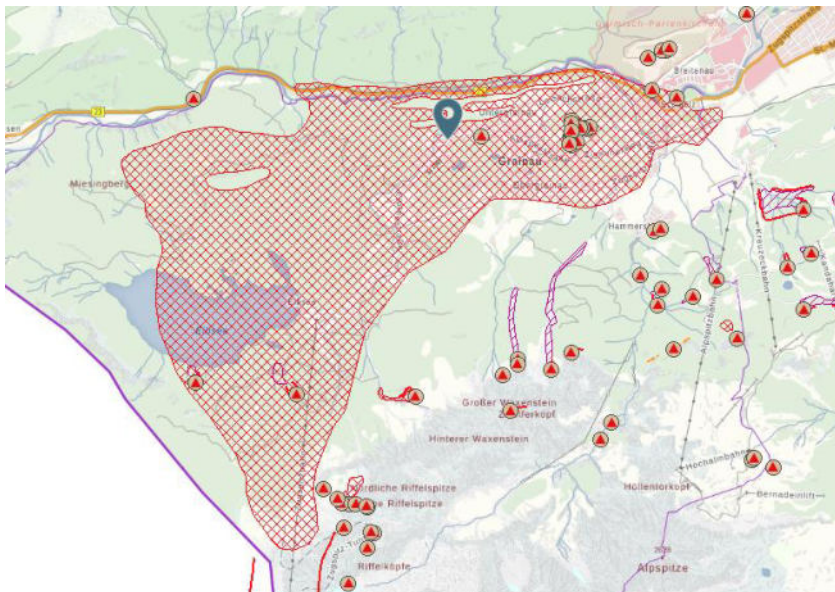


Abb. 1: Ablagerungsbereiche des Eibsee-Bergsturzes

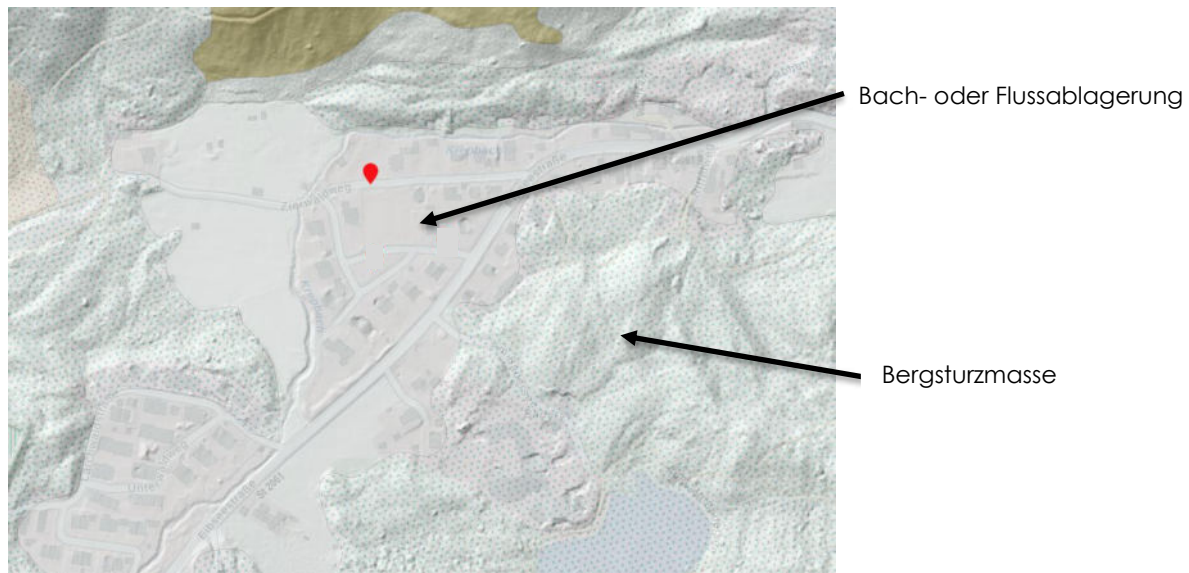


Abb. 2: Digitale geologische Karte

Im Bereich der Bachablagerungen ist mit je nach Strömungsgeschwindigkeit mit sandigen, kiesigen bis hin zu schluffigen Ablagerungen zu rechnen. Darüber hinaus muss auch mit Flusslehm und Seeton gerechnet werden. Auf Grund des Bergsturzes muss auch mit dem Antreffen von Steinen und Blöcken (bis mehrere m³-Bereich) sowie Resten von mitgerissenen Bäumen gerechnet werden.

2.2 Geogefahren

Nach unserer Recherche der Geogefahrenabfrage durch die Standortauskunft im Umweltatlas des Landesamtes für Umwelt Bayern, LfU 2018 **sind in** unmittelbarer Umgebung keine Gefahrenhinweise verzeichnet (rote Dreiecke in Abb. 1).

2.3 Schichtenfolge

Die Bodenprofile sind mit Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 und der Bodengruppen nach DIN 18196 dargestellt.

Bei den Bohrungen BS 3 - 8 ist unterhalb der 7 - 15 cm mächtigen Schwarzdecke zunächst aufgefüllter Kies anzutreffen. Unter den Auffüllungen wurde der natürlich anstehende, schwach schluffige Kies angetroffen. Es können Schlufflinsen und Bänder eingeschaltet sein (s. BS 4: Schluff von 1,4 - 3,0 m).

2.4 Schadstoffuntersuchungen: Schwarzdecke

Es wurden mittels Kernbohrgerät insgesamt 3 Bohrkern entnommen und auf PAK in der Gesamtfraction untersucht. Die Einstufung erfolgt nach den u.g. Werten des LfU-Merkblatts 3.4/1 vom März 2019 (Tab. 1).

PAK-Gehalte in mg/kg	Bezeichnung	Folge
≤ 10	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen	Kann i.W. ohne besondere Anforderungen bzgl. Boden- und Gewässerschutz verwendet werden
> 10 bis ≤ 25	Gering verunreinigter Ausbauasphalt	Einsatz in ungebundener Form nur unter wasserundurchlässiger Schicht
> 25	Pechhaltiger Straßenaufruch	Aufbereitung nur im Kaltmischverfahren zulässig. Erhöhte Anforderungen / Einschränkungen bzgl. Verwertung
≥ 1000	Gefährlicher, pechhaltiger Straßenaufruch	Zuordnung zu Abfallschlüssel 17 03 01*, Einstufung als gefährlicher Abfall nach der AVV

Tab. 1: LfU-Merkblatt Nr. 3.4/1, Stand 03/2019

Bohrkern	Parameter	Einheit	Messwert	Einstufung
BS 4 / 0,0 - 0,12	PAK	mg/kg	2,39	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen
BS 5 / 0,0 - 0,07	PAK	mg/kg	0,73	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen
BS 6 / 0,0 - 0,14	PAK	mg/kg	n.n.	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen

Tab. 2: Bewertung Schwarzdecke

n.n. = nicht nachweisbar

Die untersuchten Kerne sind als **Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen** einzustufen.

2.5 Grundwasser

Das Grund- und Schichtwasser wurde bei den Geländearbeiten am 11.02.2024 nicht aufgeschlossen. Laut WWA liegt der Grundwasserstand in dem Areal ca. 10 – 20 m u. GOK.

Entsprechend dem online Dienst Bayernatlas liegt das Untersuchungsgebiet in einem wasser-sensiblen Bereich. Diese kennzeichnen u.a. Überspülungen des Geländes (vgl. Anlage 1.3).

- Hochwassergefahrenflächen HQ₁₀₀ und HQ_{extrem}

Eine Abfrage über den Informationsdienst überschwemmungsgefährdete Gebiete des Landesamts für Umwelt (LfU) erbrachte, dass der hundertjährige Hochwasser HQ₁₀₀ und das Extremhochwasser HQ_{extrem} das Areal teilweise am Nordwestrand des Zierwaldwegs beeinträchtigt (vgl. Anlage 1.3).

2.6 Homogenbereiche nach DIN 18300

In der neuen DIN 18300:2015-08, werden die Böden nach Homogenbereichen eingeteilt. Hierbei werden die „alten“ Charakteristika wie Lösen, Laden und Fördern mit den „neuen“ Charakteristika des Behandelns, Einbauens und Verdichtens vereint, siehe Tabelle 3.

Bodenart	Bodenklassen nach DIN 18300 (alt)	Homogenbereiche DIN 18300:2015-08 (neu)
Auffüllung: Kies , sandig, schwach schluffig; mitteldicht bis dicht	Leicht lösbarer Boden, Klasse 3	A
Schluff , kiesig, schwach sandig; weich	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4	B1
Kies , schluffig bis stark schluffig, sandig bis schwach sandig; mitteldicht bis dicht	Leicht bis mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 3 - 4	B2

Tab. 3 Bodenklassen nach DIN 18300, Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08

Homogenbereich A: 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. 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 In Ausschreibungen zu Erdarbeiten sollte auf der sicheren Seite liegend neben den Zuordnungsklassen Z 0 auch die Zuordnungsklassen 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.

Bei überwiegendem Kiesanteil und einer wirtschaftlich durchführbaren Trennung unterschiedlicher Fraktionen, kann auch ein Wiedereinbau unterhalb der Frosteinwirkungszone angedacht werden. Die Siebanalysen ergaben einen Feinkornanteil von 8,8 – 9,5 Gew.-% (Anlage 5).

Homogenbereich B1: die bindigen Böden sind entsprechend ihrer Lösbarkeit, der Bodenklasse 4 als mittelschwer lösbarer Boden zuzuordnen. Eine Wiederverwendung für bautechnische Zwecke ist, aufgrund des Mangels eines qualifizierten Einbaus ohne bodenverbessernde Maßnahmen - wie Bodenstabilisierung (Kalken) - kaum möglich.

Homogenbereich B2: der anstehende quartäre Kies liegt meist entsprechend ihrer Genese in gebänderter Lagerung vor, wobei sich die Kornzusammensetzung horizontal 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 geeignet, wenn der Feinkornanteil bei ca. < 5 Gew.-% liegt. Im frostgefährdeten Bereich sollte jedoch Liefermaterial eingesetzt werden. Die Siebanalysen ergaben einen Feinkornanteil von 9,6 – 12,8 Gew.-% (Anlage 5). Mit einem gewissen Steinanteil (ca. 5-15 %) ist zu rechnen, der aber bohrbedingt (DN 60-80) nicht in der Schappe bleibt, sondern seitlich weggedrückt oder während des Bohrvorgangs zerkleinert wird.

2.7 Bodenkennwerte

Für die angetroffenen Böden können die mittleren Bodenkennwerte abgeschätzt werden:

Bodenkennwerte	Auffüllung: Kies, sandig, schw. schluffig; mitteldicht bis dicht	Schluff, kiesig, schwach sandig; weich	Kies, schluffig bis stark schluffig, sandig bis schw. sandig; dicht
Wichte kN/m ³	20	19	21
Wichte unter Auftrieb kN/m ³	10	9	11
Reibungswinkel Grad	35	22,5	37,5
Kohäsion c' kN/m ²	-	4	-
Undrain. Kohäsion c _u kN/m ²	-	20	-
Wassergehalt w _n in %	3-7	25-35	3-12
Konsistenzzahl I _c (-)	-	> 0,5	-
Plastizitätszahl I _p (-)	-	5-30	-
Organische Anteile in %	0	0	0
Stein- und Blockanteil in %	0-5	0	5-15
Steifezahl Es (Erstb.) MN/m ²	50	5	100
Bodengruppe	GU	UL, TL, UM, TM	GU, GU*
Homogenbereich	A	B1	B2
Frostempfindlichkeit	F2	F3	F2-F3

Tab. 4 Bodenkennwerte

3 Kanal- und Leitungsbau

Wir empfehlen für den Kanalbau zur Minimierung der Erdarbeiten einen senkrechten Aushub in Verbindung mit einem Verbau. Als Verbau kommen entweder bewegliche Verbauelemente oder ein Kanaldielenverbau in Frage, die unmittelbar dem Aushub folgend mit kraftschlüssigem Verbund gegen die Seitenwände einzubringen sind. Bei sämtlichen Erdarbeiten ist DIN 4124 zu beachten.

Als Rohrunterlage ist eine Sand- oder Splitt Bettung einzubauen. Der Kiessand stellt einen ausreichend tragfähigen Untergrund zur Auflagerung des Kanals dar. Innerhalb der natürlich anstehenden Kiessande können lokal auch bindige Böden im Gründungsniveau anstehen. Falls im Sohlniveau bindiger weichkonsistenter Boden anstehen sollte, muss zur Stabilisierung der Aushubsohle eine Schroppen- oder Grobkieslage der Körnung ca. 60/250, je nach Konsistenz des Bodens $d = 15 - 25 \text{ cm}$ in den Schluff statisch mit der Baggerschaufel eingedrückt werden. Die Oberfläche sollte mit sandigem Kies (0/63) abgestreut und ein Vlies (200 g/m^2) ausgelegt werden. Darauf kann die Rohrbettung eingebaut werden.

- Frostsicherheit

Als frostsichere Tiefe für Leitungen sollte eine Tiefe von 1,4 m vorgesehen werden.

- Verfüllung des Kanalgrabens

Der anstehende Kies ist für die Verfüllung des Kanalgrabens geeignet, wenn der Feinkornanteil (Schluff und Ton) nicht zu hoch ist. laut den Siebanalysen (Anlage 5) bei 9,6 – 12,8 Gew.-%. Daher sollte Liefermaterial eingesetzt werden. Der Einbau ist lagenweise unter optimaler Verdichtung vorzunehmen. Als Nachweis der fachgerechten Verdichtung sollte eine Proctordichte $D_{Pr} \geq 100 \%$ nachgewiesen werden. Dies kann mit Rammsondierungen oder Versuchen mit dem leichten Fallgewichtsgerät geprüft werden.

- Arbeitssicherheit

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

4 Straßenbau

Zur Bewertung können die RStO 12 und die ZTVE-StB 17 herangezogen werden. Es liegen folgende Randbedingungen vor:

- Das Gebiet liegt im Bereich der **Frosteinwirkzone III** gem. RStO 12.
- Genaue Infos zu der zukünftige Belastungsklasse (Bk) liegen uns nicht vor. Anhand von der geplanten Geländenutzung gehen wir von einer Belastungsklasse von **Bk 1,0** (Wohnstraße) bis **Bk 1,8** (Gewerbestraße) aus.
- Die Bodenschichten, die im Bereich des Straßenbaus dokumentiert wurden (Auffüllung und Schluff), sind gem. ZTVE-StB 17 als gering bis sehr frostempfindlich einzustufen (F2/F3).

Nach RStO 12 sind die Dicken des Oberbaus infolge örtlicher Verhältnisse zu berücksichtigen:

Angenommen Bk (nach RStO 12)	Dicke bei der Bk für frostempfindlichkeits- klasse F3	Frosteinwirkzone III	Kleinräumige Klima- unterschiede	Wasserverhältnisse im Untergrund	Dicke des Oberbaus
Bk 1,0 / 1,8	60 cm	+ 15 cm	± 0 cm	± 0 cm	75 cm

Tab. 5: Dicke des Oberbaus gemäß RStO 12

Grundvoraussetzung für die Schadensfreiheit einer Straße ist der Nachweis der ausreichenden Verdichtung des Straßenplanums sowie der Frostschutz- und Tragschichten. Für die Verdichtung des Erdplanums und des frostsicheren Oberbaus werden in Anlehnung an die Straßenbau Richtlinien folgende Verdichtungskriterien empfohlen:

- auf dem Erdplanum $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
- auf OK Frostschutzschicht BK 1,0 und BK 1,8 $E_{v2} \geq 120^{1)} \text{ MN/m}^2$

¹⁾ Geforderter Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$

Die Verdichtung der einzelnen Schichten auf dem Erdplanum und des Oberbaus ist mittels Plattendruckversuchen nachzuweisen.

- Fazit Straßenaufbau

Mittels Siebanalyse (Anlage 5) im bodenmechanischen Labor ist der angetroffene Kies (bisheriger Unterbau) zur Eignung für den Straßenaufbau geprüft worden. Es handelt sich um einen Kies der Bodengruppe GU, der gering frostempfindlich (F2) einzustufen ist. Es muss dafür Sorge getragen werden, dass im frostgefährdeten Bereich frostsicheres Liefermaterial (F1) eingebaut wird.

5 Versickerung von Oberflächenwasser

Die Versickerung sollte abschnittsweise festgelegt werden. Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) des Kieselies liegt nach Berechnungen aus den stichprobenartig durchgeführten Siebanalysen nach DIN 18123 wie folgt. Der Wert aus der Siebung muss mittels Reduzierungsfaktor von 0,1 korrigiert werden (s. aktuelle Ausgabe DWA Merkblatt A138-1). Es ergeben sich also für die durchgeführten Siebungen folgenden Bemessungswerte (s. Anlage 4):

Probe	k_f -Wert (ohne Korrektur)	Bemessungs- k_f -Wert
BS 5 / 1,2 – 3,0	$3,7 \times 10^{-4}$	$3,7 \times 10^{-5}$
BS 6 / 1,5 – 3,0	$6,1 \times 10^{-4}$	$6,1 \times 10^{-5}$

Tab. 6: Durchlässigkeitswerte

Aufgrund der in den letzten Jahren zunehmenden Zahl an Starkniederschlägen und extremen Wetterereignissen empfehlen wir die Kapazität der Versickerungsanlagen um 20 % zu erhöhen.

Für weitere Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

Starnberg, den 29.03.2025

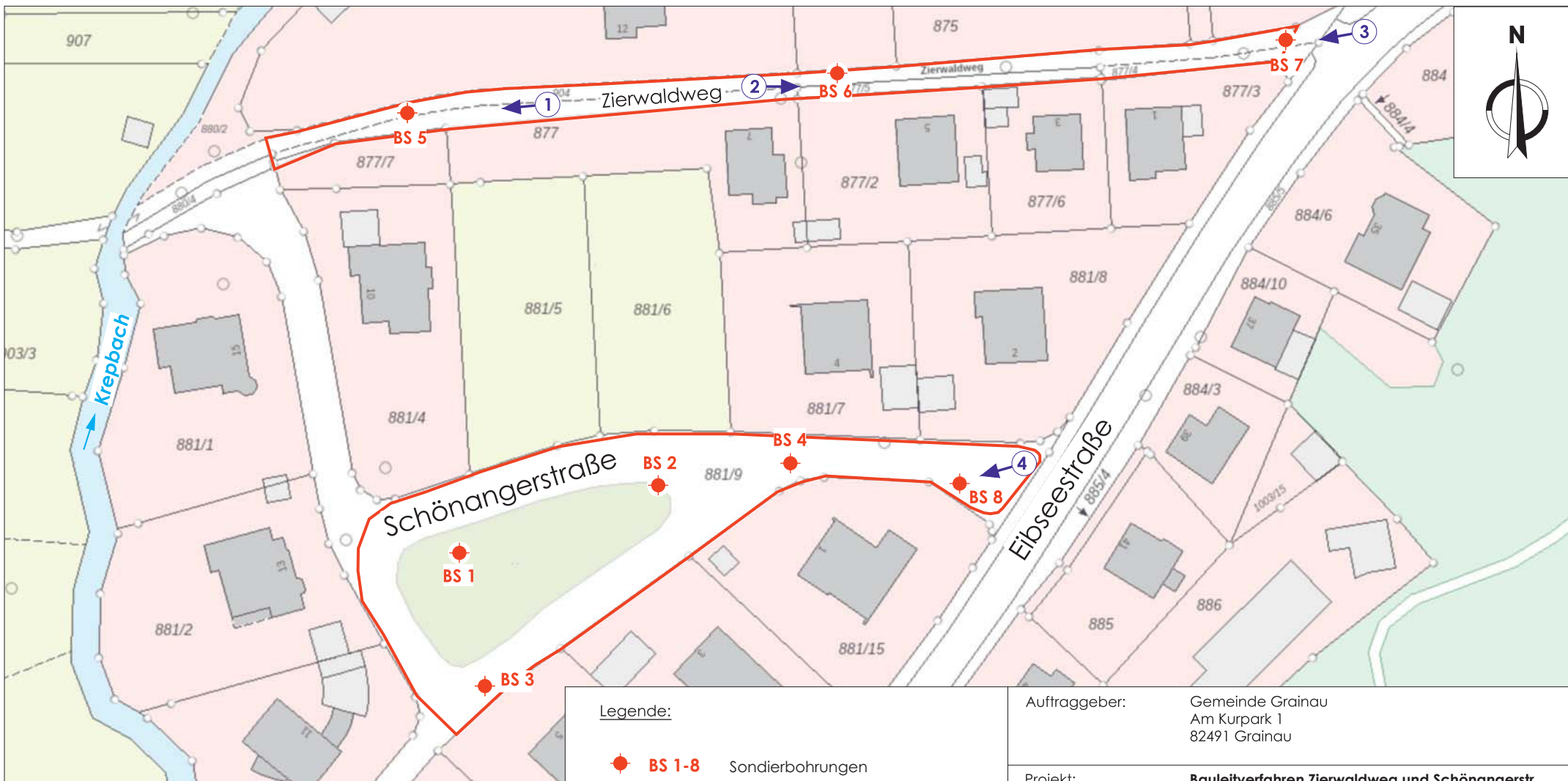
N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

GHB Consult GmbH



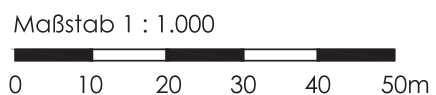
Auftraggeber:		Gemeinde Grainau Am Kurpark 1 82491 Grainau	
Projekt:		Bauleitverfahren Zierwaldweg und Schönangerstr. diverse Fl.-Nrn.; Gmkg. Grainau 82491 Grainau	
Planbezeichnung:		Übersichtslageplan	
Projektnummer:	241103	Maßstab:	Luftbild 1:2.500
GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de		Bearbeiter:	N. Kampik
		Zeichner:	S. W. / J. S
		Datum:	12.11.2024
		Anlage:	1.1

**GEO
HYDRO
BAU
CONSULT**



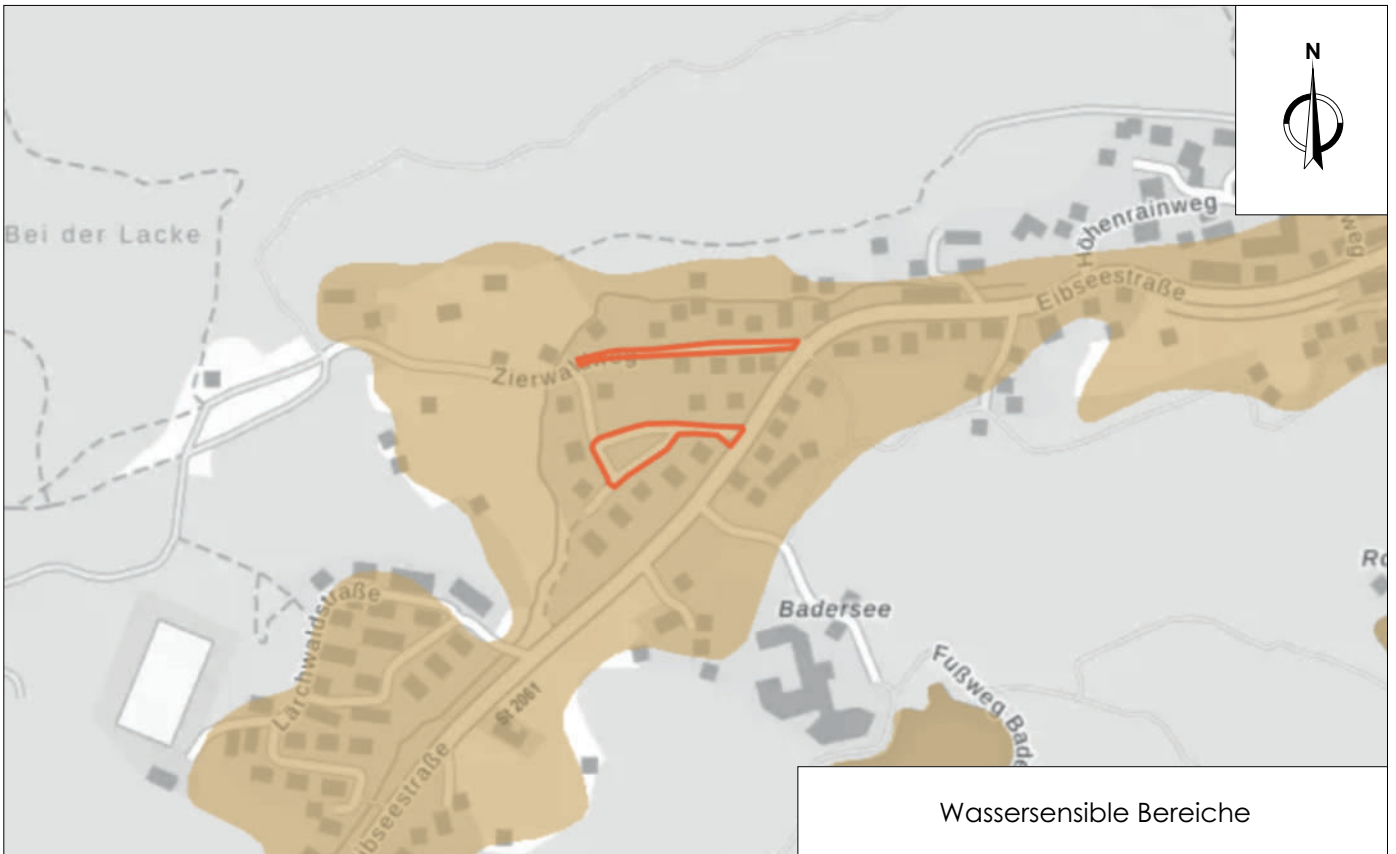
Legende:

- **BS 1-8** Sondierbohrungen
- ① → Foto-Nr. mit Blickrichtung



Auftraggeber:		Gemeinde Grainau Am Kurpark 1 82491 Grainau
Projekt:		Bauleitverfahren Zierwaldweg und Schönangerstr. diverse Fl.-Nrn; Gmkg. Grainau 82491 Grainau
Planbezeichnung:		Lageplan mit Untersuchungspunkten
Projektnummer:	241103	Maßstab: 1:1.000
GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de		Bearbeiter: N. Kampik
		Zeichner: L. Günschel
		Datum: 12.02.2025
		Anlage: 2.1

**GEO
HYDRO
BAU
CONSULT**



Wassersensible Bereiche



Hochwassergefahrenflächen

Legende:

Wassersensibler Bereich

- wassersensibler Bereich
- keine Abgrenzung des wassersensiblen Bereichs möglich

Hochwassergefahrenflächen

- HQ extrem
- HQ 100

Auftraggeber: Gemeinde Grainau
Am Kurpark 1
82491 Grainau

Projekt: **Bauleitverfahren Gnömau und Zierwaldweg**
Fl.-Nrn. 881/9, 904, 877, 877/4, 877/5; Gmkg. Grainau
82491 Grainau

Planbezeichnung: Wassersensible Bereiche/Hochwassergefahrenflächen

Projektnummer: 241103 Maßstab: unmaßstäblich

GHB Consult GmbH
N. Kampik, Dipl.-Geol.
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel.: 08151 / 656 88 0
www.ghb-consult.de

GEO
HYDRO
BAU
CONSULT

Bearbeiter: N. Kampik

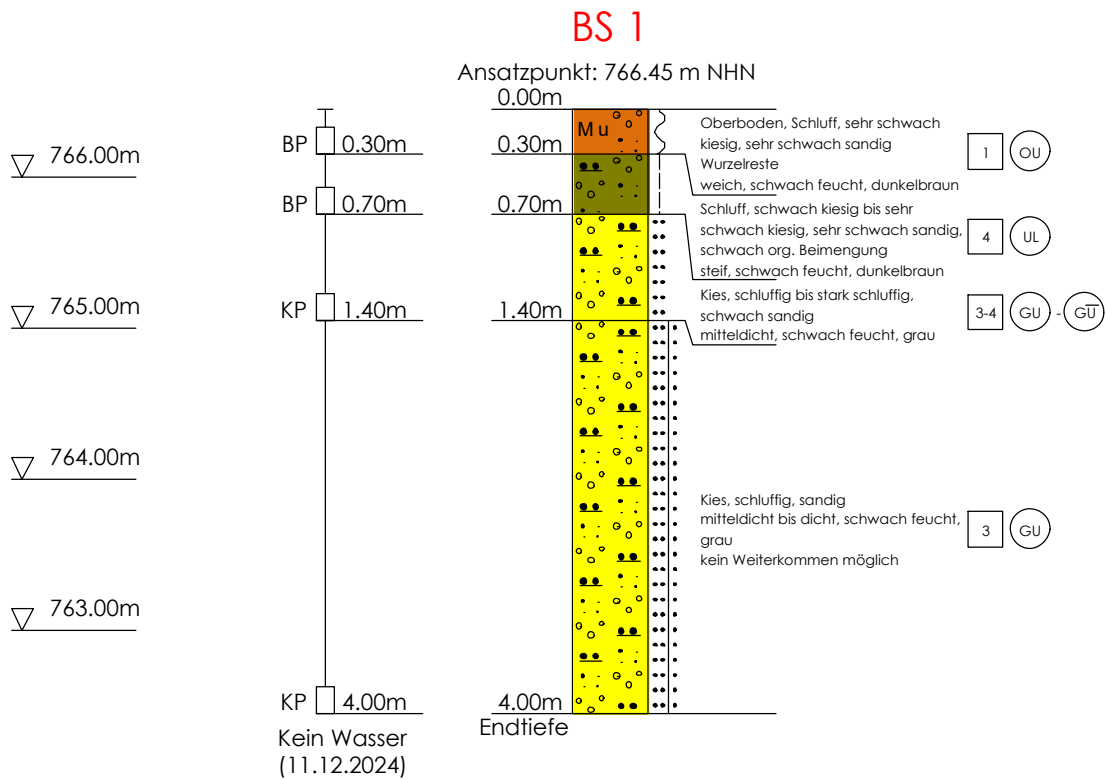
Zeichner: S. Wöhrmann

Datum: 18.02.2025

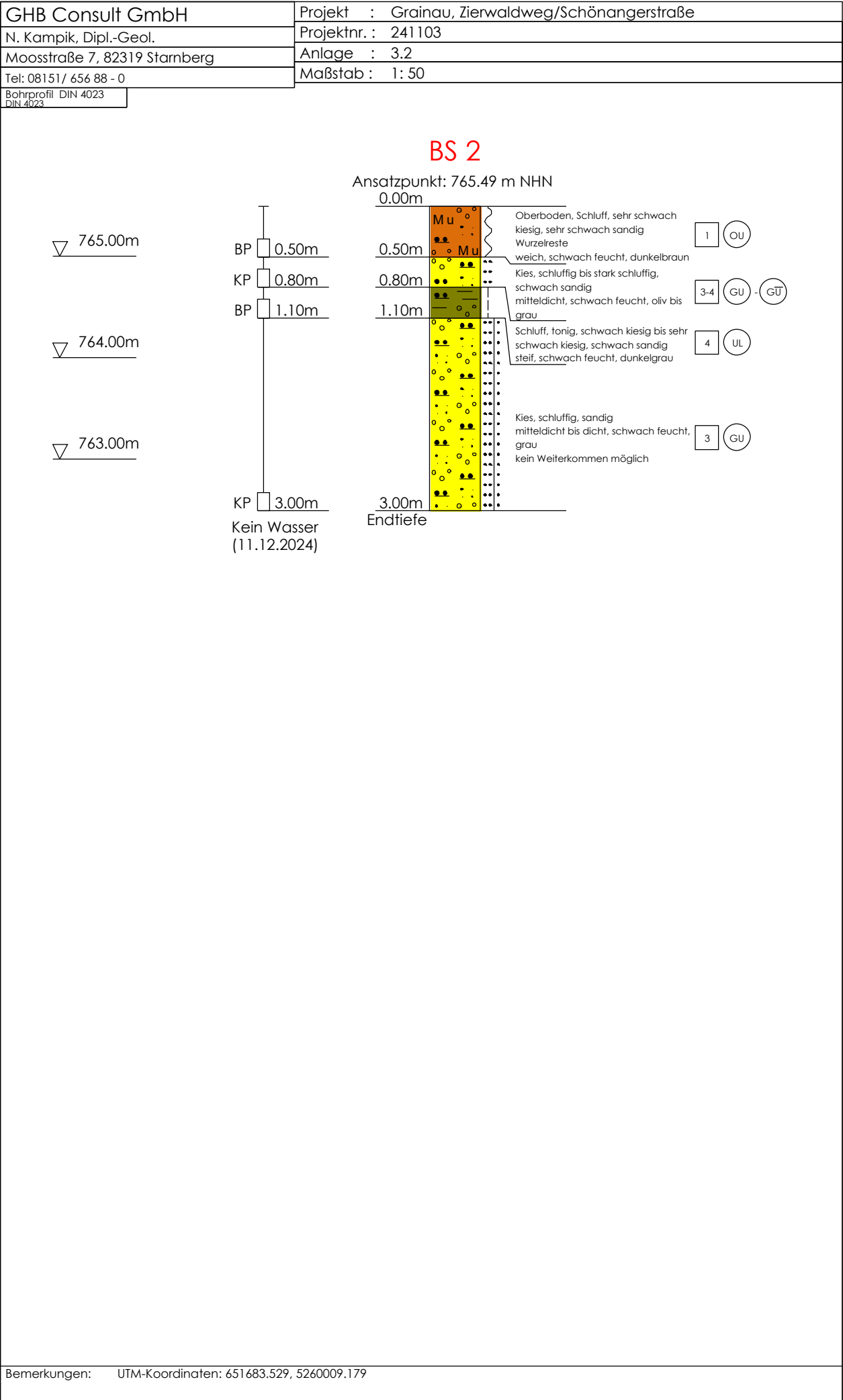
Anlage: 1.3

GHB Consult GmbH	Projekt : Grainau, Zierwaldweg/Schönangerstraße
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 241103
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.1
Tel: 08151/ 656 88 - 0	Maßstab : 1: 50

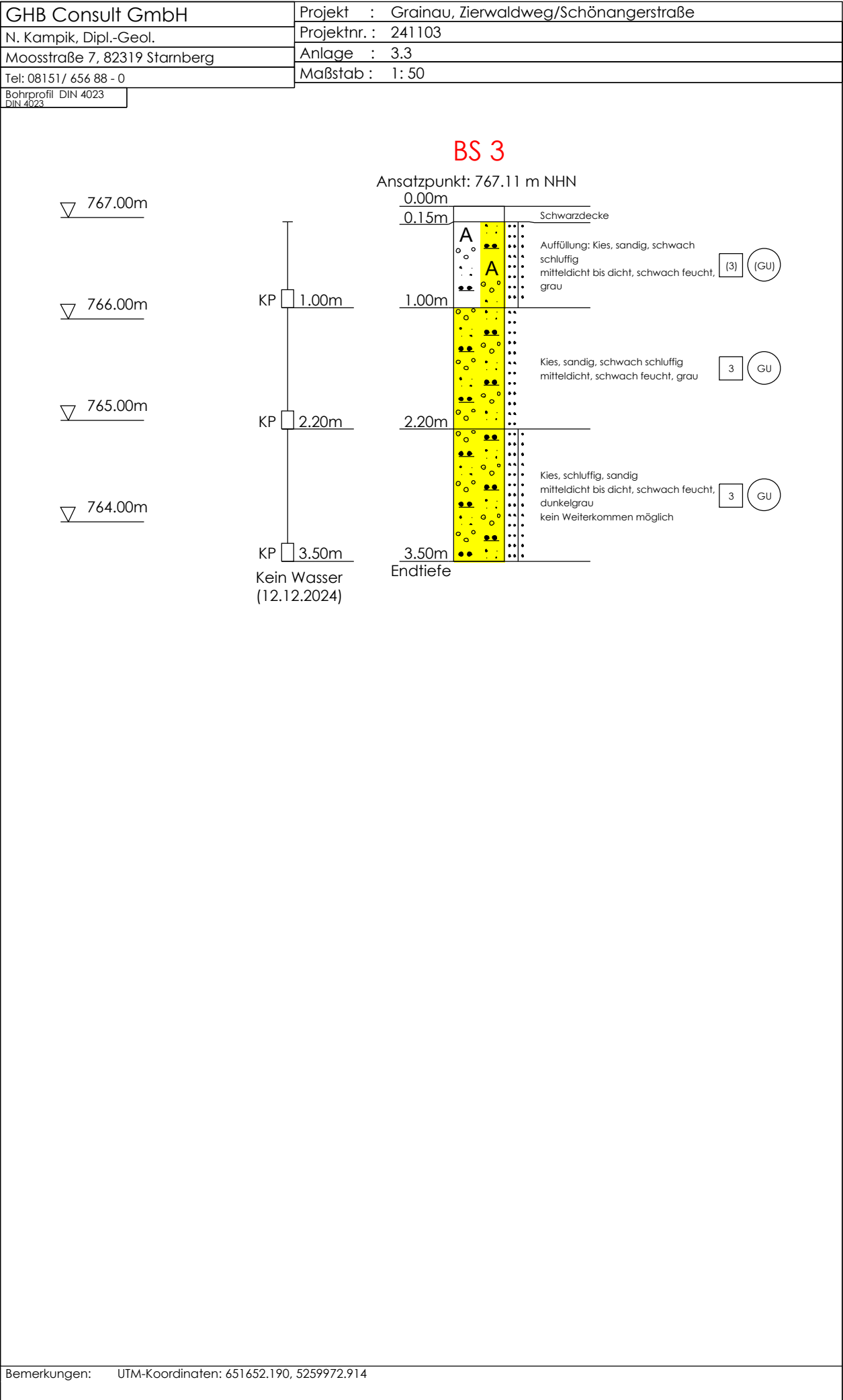
Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023

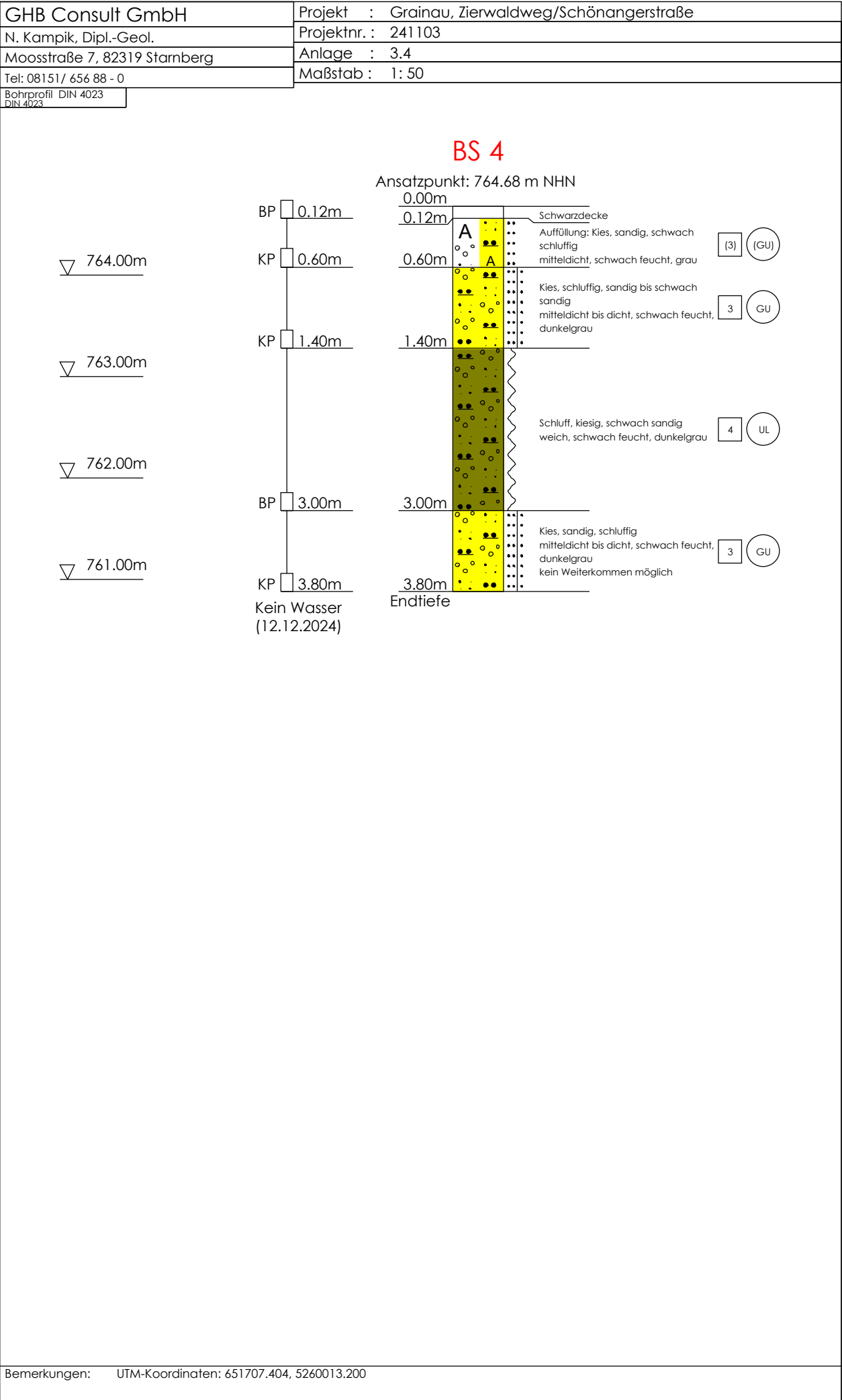


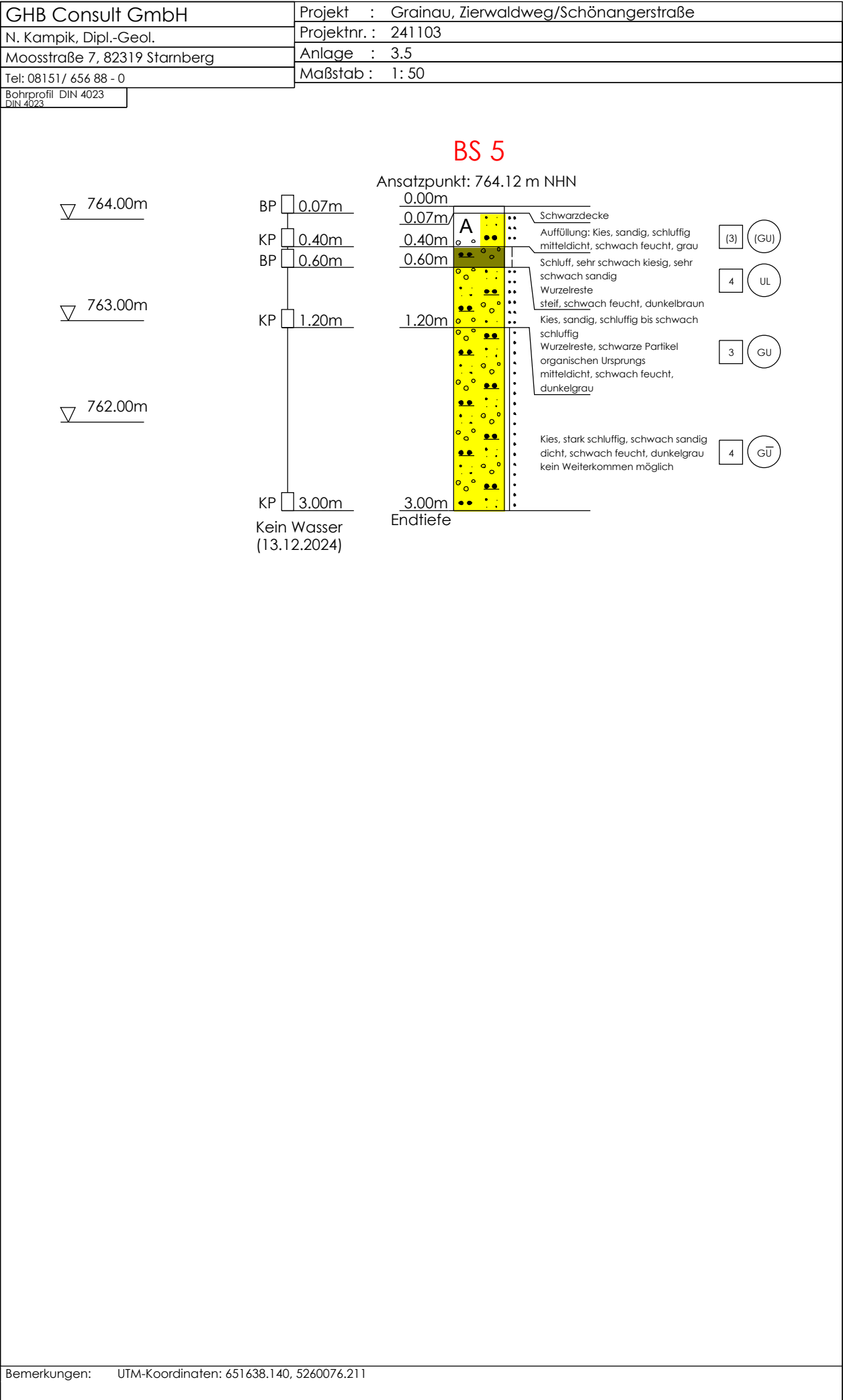
Bemerkungen: UTM-Koordinaten: 651647.306, 5259997.188



DC

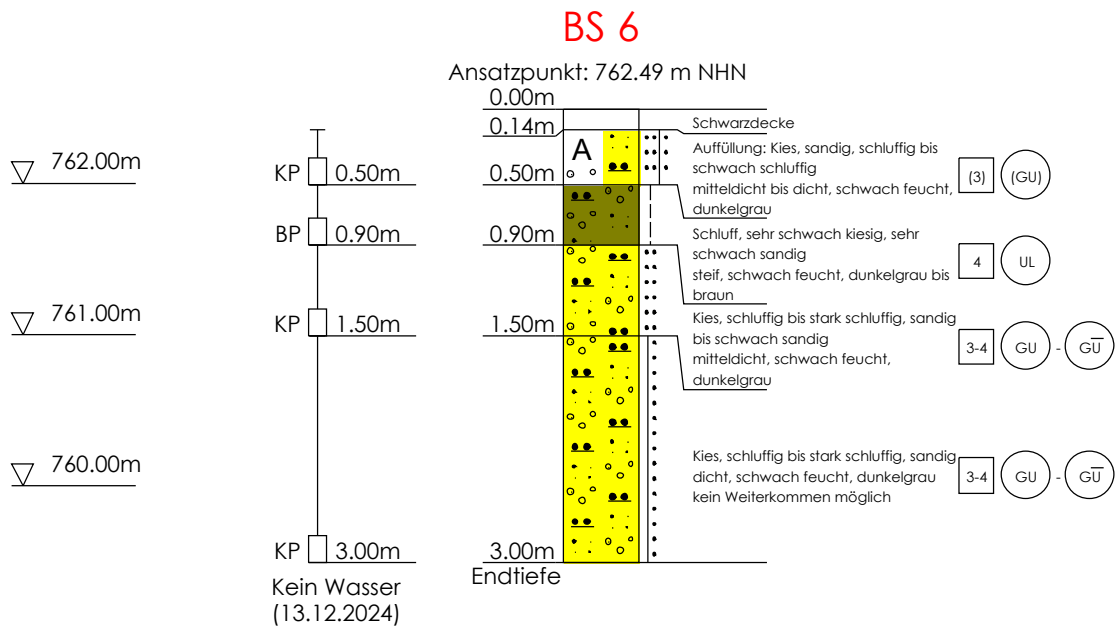






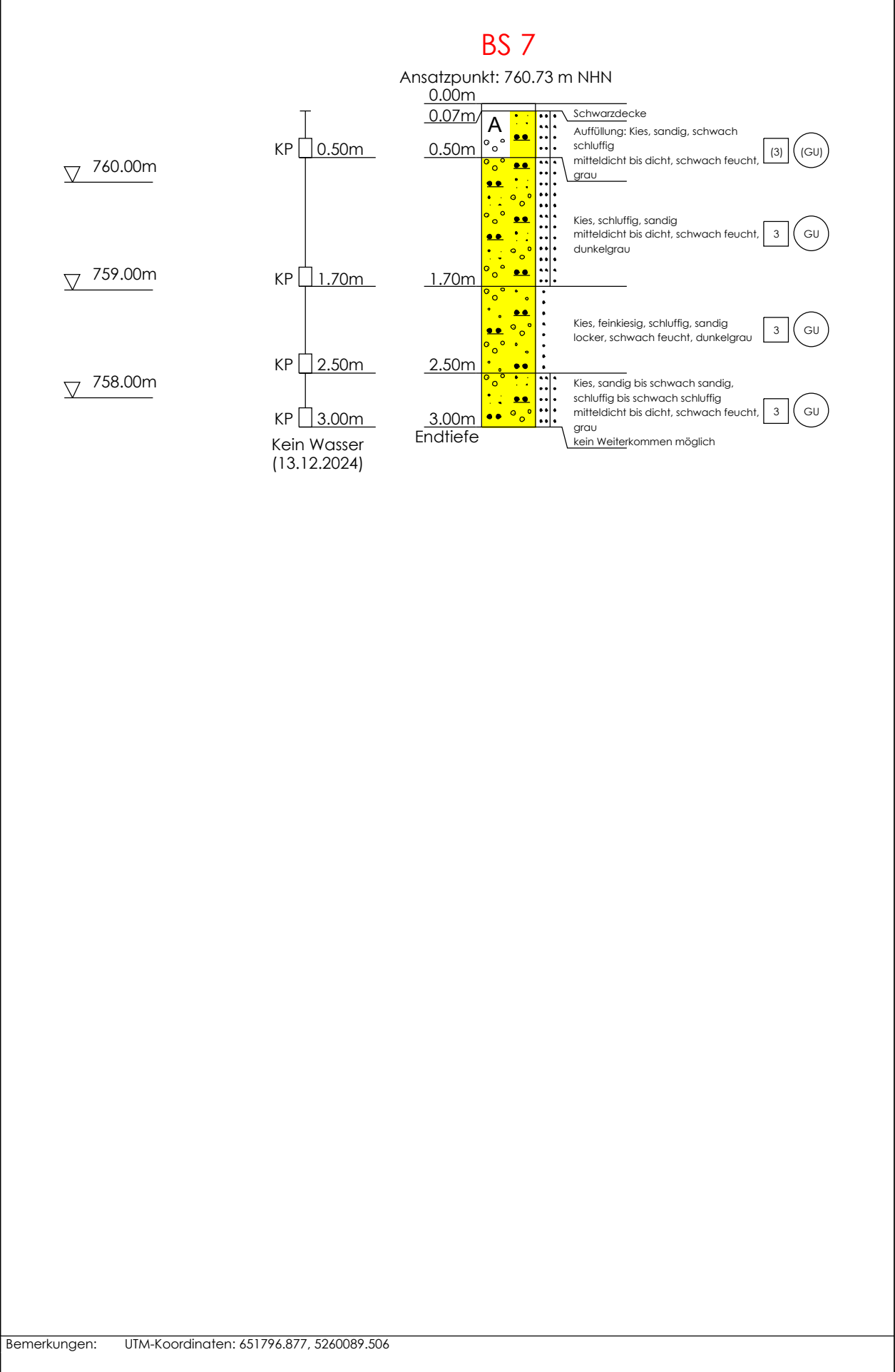
GHB Consult GmbH	Projekt : Grainau, Zierwaldweg/Schönangerstraße
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 241103
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.6
Tel: 08151/ 656 88 - 0	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023



Bemerkungen: UTM-Koordinaten: 651715.594, 5260084.912

GHB Consult GmbH	Projekt : Grainau, Zierwaldweg/Schönangerstraße
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 241103
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.7
Tel: 08151/ 656 88 - 0	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	



GHB Consult GmbH

Moosstraße 7, Haus A
82319 Starnberg

Analysenbericht Nr.	473/4977	Datum:	14.02.2025
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : GHB Consult GmbH
 Projekt : Grainau, Zierwaldweg/Schönangerstraße
 Projekt-Nr. : Az 241103 Kostenstelle :
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : ohne Angabe
 Art der Probe : Schwarzdecke Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 30.01.2025 Probeneingang : 11.02.2025
 Originalbezeich. : BS 4 / 0,0-0,12
 Probenbezeich. : 473/4977 Untersuch.-zeitraum : 11.02.2025 – 14.02.2025

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	99,6	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,27	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,36	
Fluoren	[mg/kg TS]	0,23	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,83	
Anthracen	[mg/kg TS]	0,14	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,16	
Pyren	[mg/kg TS]	0,15	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,05	
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,05	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,09	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,06	
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	2,39	DIN ISO 18287 :2006-05

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

Markt Rettenbach, den 14.02.2025

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

GHB Consult GmbH

Moosstraße 7, Haus A
82319 Starnberg

Analysenbericht Nr.	473/4978	Datum:	14.02.2025
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : GHB Consult GmbH
 Projekt : Grainau, Zierwaldweg/Schönangerstraße
 Projekt-Nr. : Az 241103 Kostenstelle :
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : ohne Angabe
 Art der Probe : Schwarzdecke Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 30.01.2025 Probeneingang : 11.02.2025
 Originalbezeich. : BS 5 / 0,0-0,07
 Probenbezeich. : 473/4978 Untersuch.-zeitraum : 11.02.2025 – 14.02.2025

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	97,9	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,08	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,07	
Fluoren	[mg/kg TS]	0,04	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,26	
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,06	
Pyren	[mg/kg TS]	0,06	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,05	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,06	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,05	
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,73	DIN ISO 18287 :2006-05

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

Markt Rettenbach, den 14.02.2025

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

GHB Consult GmbH

Moosstraße 7, Haus A
82319 Starnberg

Analysenbericht Nr.	473/4979	Datum:	14.02.2025
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : GHB Consult GmbH
 Projekt : Grainau, Zierwaldweg/Schönangerstraße
 Projekt-Nr. : Az 241103 Kostenstelle :
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : ohne Angabe
 Art der Probe : Schwarzdecke Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 30.01.2025 Probeneingang : 11.02.2025
 Originalbezeich. : BS 6 / 0,0-0,14
 Probenbezeich. : 473/4979 Untersuch.-zeitraum : 11.02.2025 – 14.02.2025

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	93,1	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	DIN ISO 18287 :2006-05

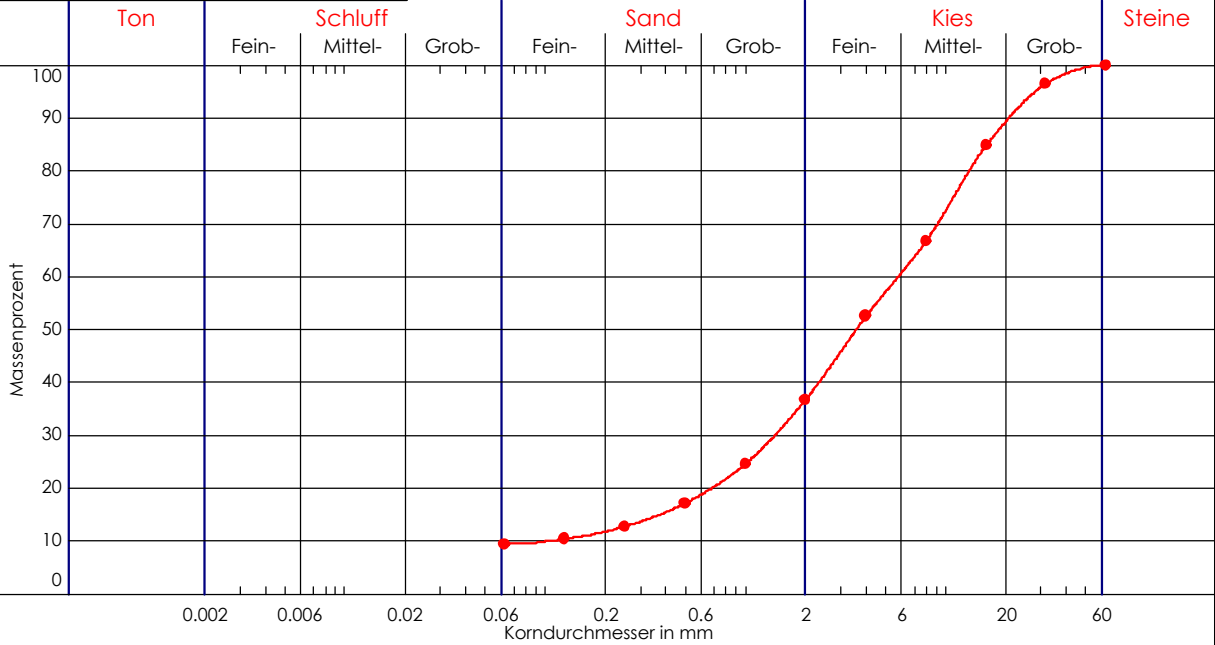
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 14.02.2025

Onlinedokument ohne Unterschrift

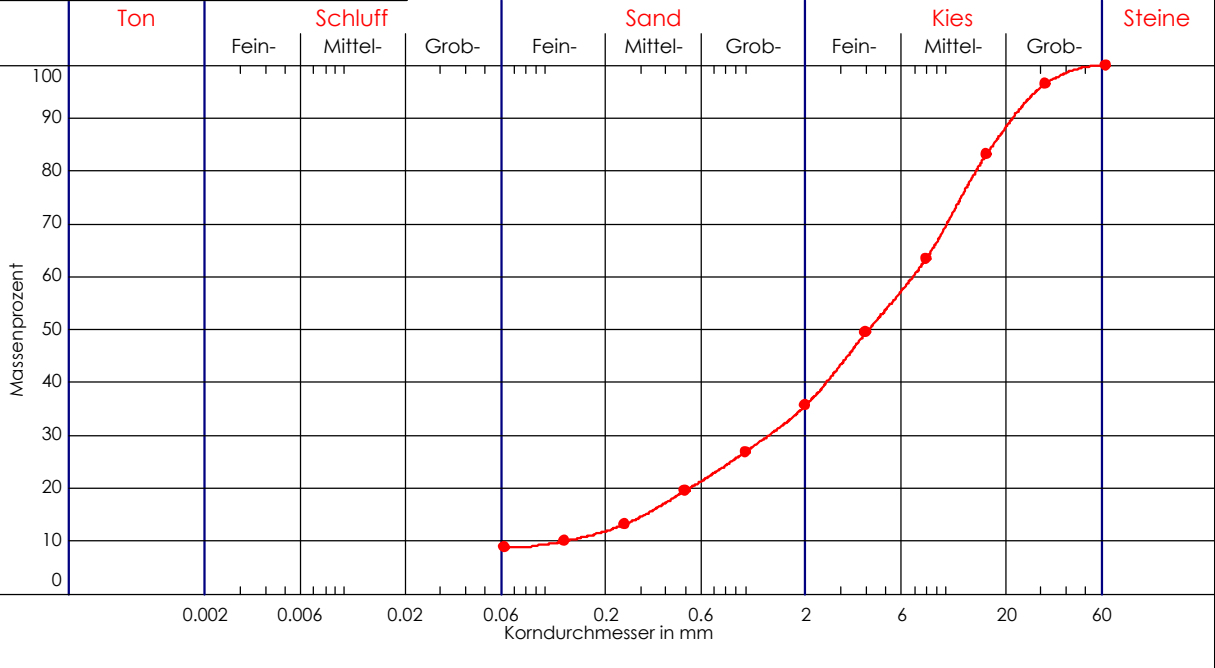
Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

GHB Consult GmbH	Projekt : Grainau, Baufenster Schönangerstraße
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 241103
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.1
Tel: 08151 / 656 88-0	Datum : 20.02.2025
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	

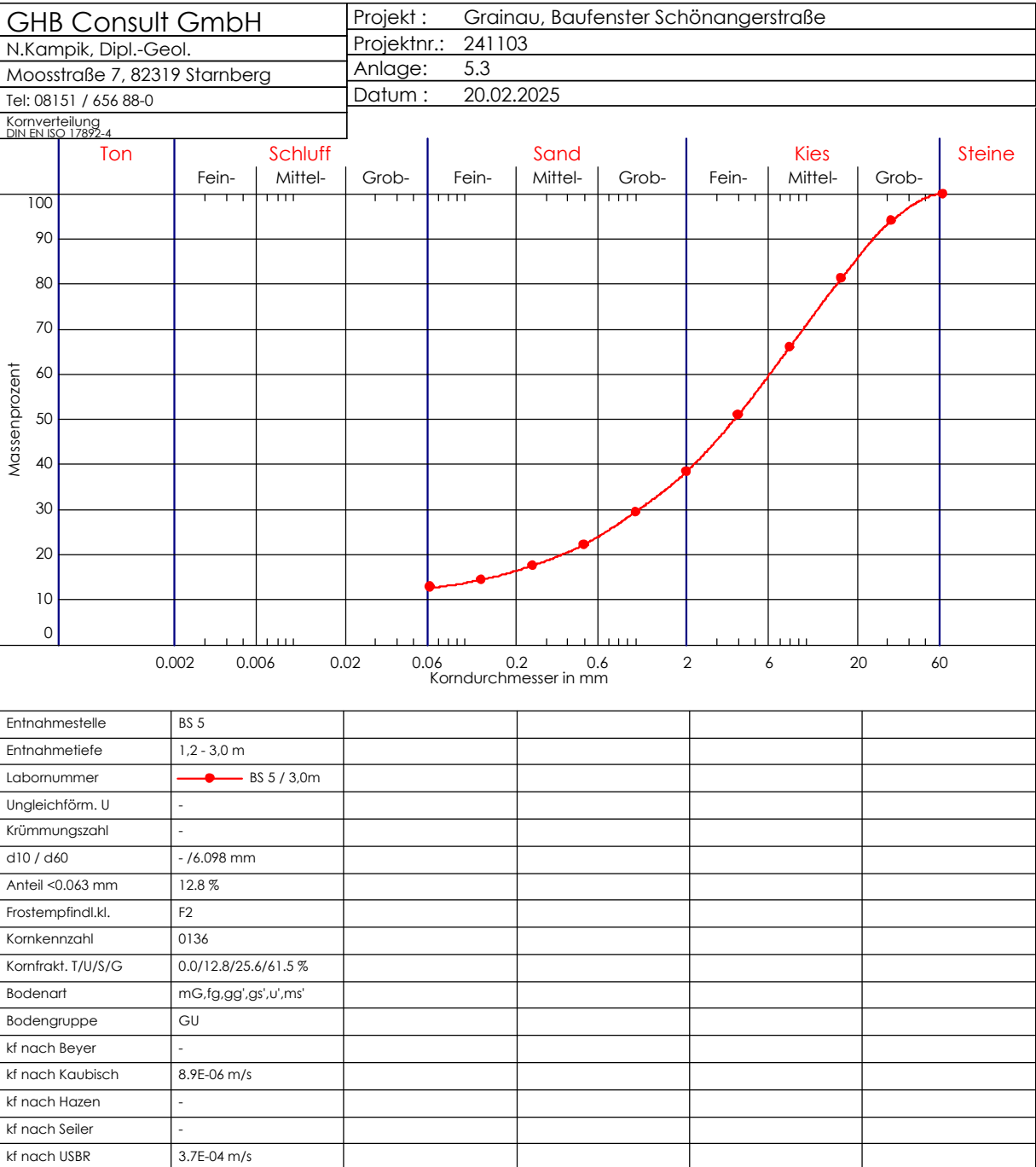


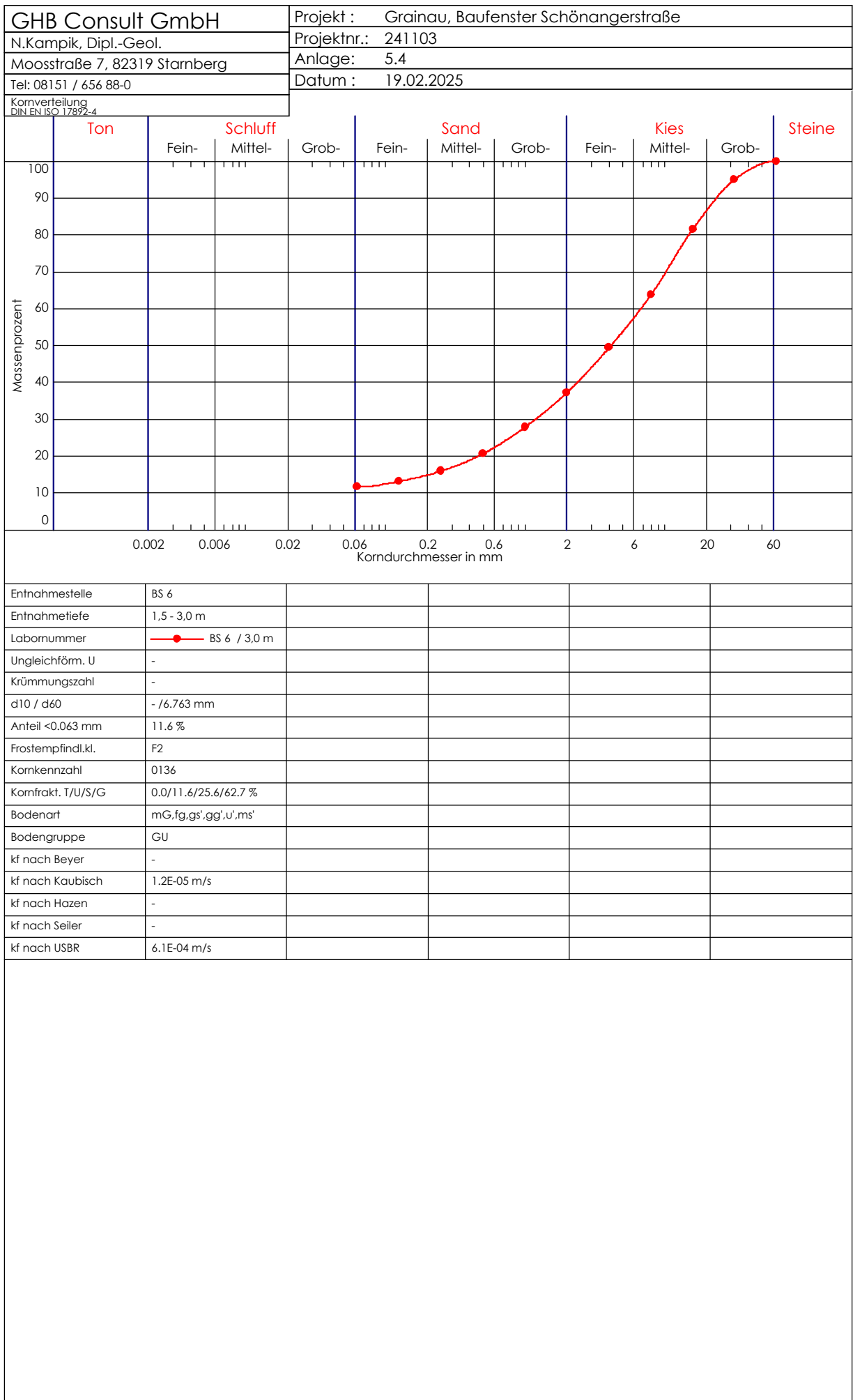
Entnahmestelle	BS 3			
Entnahmetiefe	0,15 - 1,0 m			
Labornummer	—●— BS 3 / 1,0 m			
Ungleichförm. U	55.8			
Krümmungszahl	3.3			
d ₁₀ / d ₆₀	0.104/5.804 mm			
Anteil <0.063 mm	9.5 %			
Frostempfindl.kl.	F2			
Kornkennzahl	0136			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/9.5/27.3/63.2 %			
Bodenart	mG,fg,gs,gg',u',ms'			
Bodengruppe	GU			
k _f nach Beyer	- (C _u > 30)			
k _f nach Kaubisch	- (0.063 ≤ 10%)			
k _f nach Hazen	- (C _u > 5)			
k _f nach Seiler	2.3E-03 m/s			
k _f nach USBR	- (d ₁₀ > 0.02)			

GHB Consult GmbH	Projekt : Grainau, Baufenster Schönangerstraße
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 241103
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.2
Tel: 08151 / 656 88-0	Datum : 19.02.2025
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	

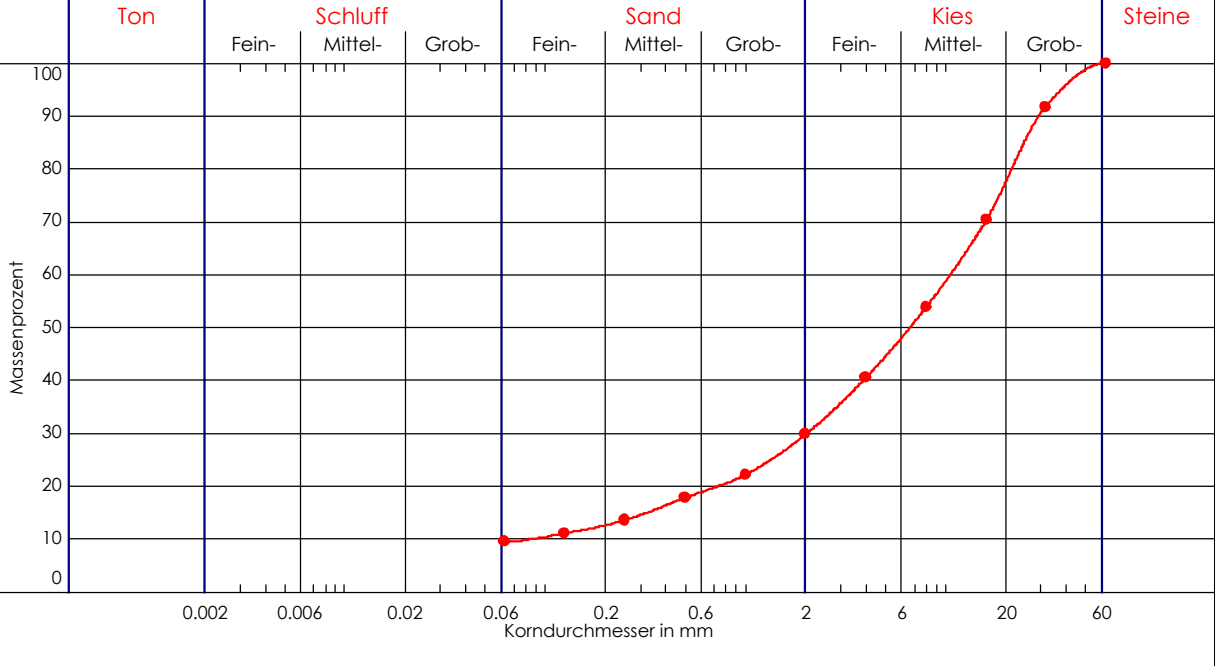


Entnahmestelle	BS 5			
Entnahmetiefe	0,07 - 0,4 m			
Labornummer	—●— BS 5 / 0,4 m			
Ungleichförm. U	55.2			
Krümmungszahl	2.0			
d10 / d60	0.124/6.865 mm			
Anteil <0.063 mm	8.8 %			
Frostempfindl.kl.	F2			
Kornkennzahl	0136			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/8.8/26.9/64.3 %			
Bodenart	mG,fg,gs',gg',ms',u'			
Bodengruppe	GU			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Seiler	1.5E-03 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			





GHB Consult GmbH	Projekt : Grainau, Baufenster Schönangerstraße
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 241103
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.5
Tel: 08151 / 656 88-0	Datum : 19.02.2025
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	



Entnahmestelle	BS 8			
Entnahmetiefe	0,7 - 3,0 m			
Labornummer	—●— BS 8 / 3,0 m			
Ungleichförm. U	123.8			
Krümmungszahl	4.6			
d10 / d60	0.085/10.547 mm			
Anteil <0.063 mm	9.6 %			
Frostempfindl.kl.	F2			
Kornkennzahl	0127			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/9.6/20.2/70.2 %			
Bodenart	mG,gg,fg,gs',u',ms'			
Bodengruppe	GU			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			

Untersuchungsbericht

zur

***Kampfmitteluntersuchung von geplanten Bohransatzpunkten
BV Gnömau und Zierwaldweg, Grainau***

Auftrag	Bearbeitung
<u>Auftraggeber</u> GHB Consult GmbH Moosstraße 7 82319 Starnberg	Katrin Wirsching-Hepp M.Sc. Geologie Waldschmidtstraße 8b 82319 Starnberg Tel.: 0177/4649777 E-Mail: katrin.hepp@web.de
<u>Bauvorhaben</u> Gnömau und Zierwaldweg, Grainau	Datum: 12.12.2024

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Angewandte Messverfahren:	3
Geomagnetikverfahren	3
Untersuchungen mittels Georadar:	5
Allgemeine Hinweise zu Arbeiten in der Kampfmittelräumung	6
Anlage 1 – Fotodokumentation.....	7

Im Auftrag der GHB Consult GmbH wurden zum Bauvorhaben Gnömau und Zierwaldweg in Grainau geplante Bohransatzpunkte für Baugrundsondierungen untersucht.

Die Messungen fanden am 10.12.2024 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 Sondierung umfasste:

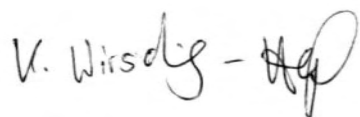
- zehn Bohransatzpunkte für Baugrunduntersuchungen

Die Bereiche wurden mit Sprühfarbe auf dem Boden markiert. Nach Auswertung der Messergebnisse sowie gegebenenfalls unter Einbezug ergänzender Untersuchungen mit weiteren Messverfahren konnten an den Bereichen keine kampfmittelrelevanten Indikationen festgestellt werden.

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

Für weitere Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Starnberg, den 12.12.2024



K. Wirsching-Hepp

Angewandte Messverfahren: Geomagnetikverfahren

Geophysikalische Messmethoden, welche im Boden verborgene Strukturen durch Messungen physikalischer Eigenschaften des Bodens erfassen können, haben den Vorteil den Untergrund zerstörungsfrei zu erkunden, ohne in den Boden eingreifen zu müssen. Dies kann einen Überblick über vorhandene Strukturen oder potentielle Kampfmittel liefern und somit zur effizienten Planung von Ausgrabungen herangezogen werden sowie zur sorgsamten Handhabung von Kampfmittelverdachtsmomenten

Das Verfahren Geomagnetik basiert auf der Messung des Erdmagnetfeldes. Das Erdmagnetfeld ist an der Oberfläche regelmäßig und wird in der Einheit nT (Nanotesla) gemessen. In unseren Breiten beläuft sich die Stärke des Erdmagnetfeldes auf etwa 48.000 nT. Dieses Messsystem kann sowohl für archäologische Untersuchungen als auch zur Ortung von Kampfmitteln verwendet werden. In der Regel werden in der Kampfmittelortung Gradiometer eingesetzt, bei welchen der Gradient in der magnetischen Flussdichte des lokalen Magnetfelds zwischen zwei Magnetometern detektiert (im Gegensatz zu Totalfeldmagnetometern). Objekte mit einer ‚eigenen‘ Magnetisierung treten als Abweichungen zwischen den Messpunkten des Sondenstabs (Magnetometer) auf. Kulturgeschichtliche Relikte im Untergrund erzeugen in der Regel nur geringe lokale Abweichung im Erdmagnetfeld, welche durch die unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften des Bodens entstehen. Kampfmittel und andere eisenhaltige Objekte erzeugen durch ihre ferromagnetischen Eigenschaften Anomalien von mehreren Hundert Nanotesla. Je nach Magnetisierung des Objekts, seiner Lage und seiner Ausrichtung kommt es zur Abweichung (Verstärkung/Abschwächung) des Normalfelds. (vgl. Abbildung 1)

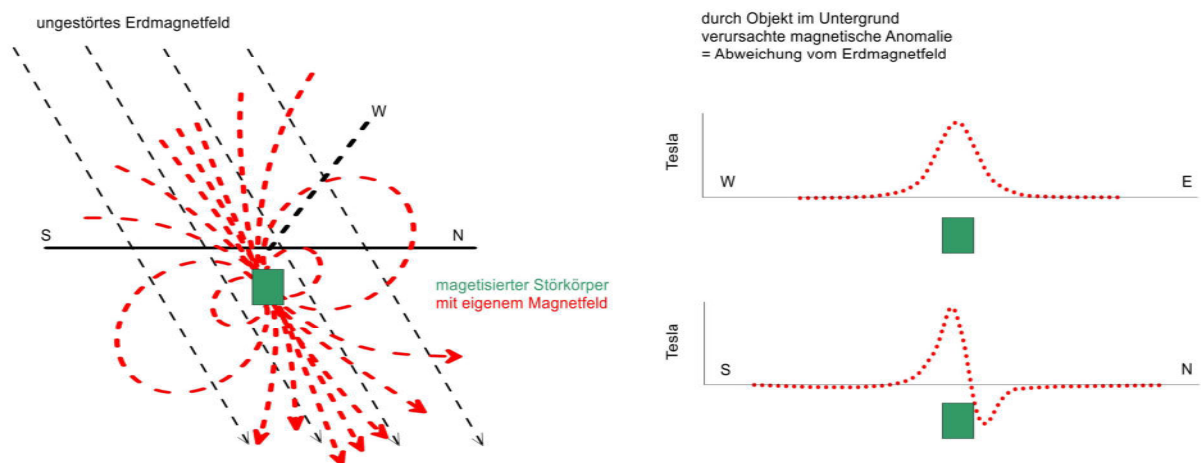


Abbildung 1: Darstellung der Veränderung des lokalen Erdmagnetfelds bei Vorliegen eines magnetisch wirksamen Objektes im Untergrund.

Auf einer ungestörten, horizontalen Messfläche ist der Vertikalgradient des Erdmagnetfelds somit gleichbleibend. Objekte oder Bereiche im Untergrund mit leicht veränderter Magnetisierung verursachen Verzerrungen dieses Felds, sogenannte Anomalien.

Dies zeigt sich in der Auswertung in der Regel als isoliertes Einzelobjekt mit charakteristischer Dipolanomalie (vgl. Abbildung 2).

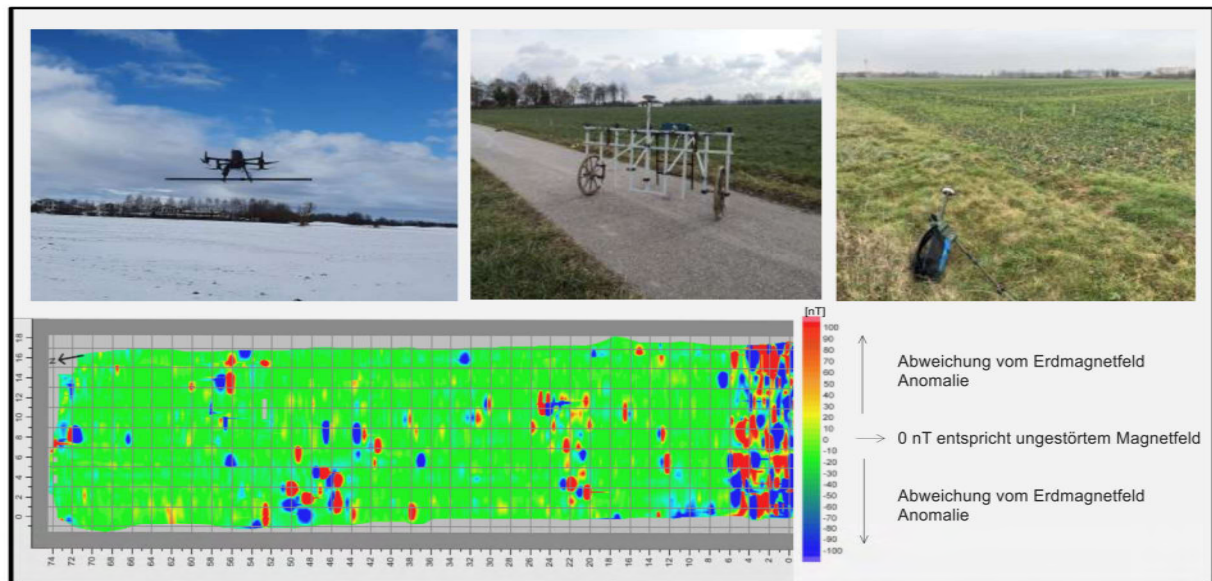


Abbildung 2: Erfassung der Geomagnetikmessdaten (oben, von li. n. re. mit Flugdrohne, mit handgeführtem Mehrkanalmesssystem und mittels handgeführtem Einkanalsystem) und planare, farbkodierte Darstellung der Daten (unten).

Die Datenaufnahme erfolgt mittels 5-Kanal Drohne der Firma *Sensys GmbH*, mittels eines fahrzeuggestützten 7-Kanal oder mit mittels Handgeführtem 7- oder 5-Kanal-Mehrkanalmesssystems oder mit Einhandsonde der Firma *Vallon GmbH*. Die Daten werden mittels Datenlogger und echtzeitkorrigierten GNSS-Systems aufgezeichnet. Als Sonden werden VS-M Gradiometer-Sondenstäbe (*Fa. Vallon*) oder FGM3D/75 Fluxgate- Magnetometersonden (*Fa. Sensys - Flugdrohne*) (Sondenauflösung 0,2 nT) eingesetzt. Der Controller, der Datenlogger, das GPS sowie der Akku wurden in invariantem Abstand zur Sonde geführt. Die Messpunktdichte in Messrichtung variiert bei einer GPS-gestützten Messung entsprechend der Messgeschwindigkeit und der eingesetzten Anzahl an Sonden. Auf diese Art können relevanten Störungsbereiche, die von ferromagnetischen Materialien wie z.B. Kampfmitteln erzeugt werden, als Verdachtspunkte verortet werden. Bei der Kartierung werden über die gesamte Fläche Messdaten in festem Raster erfasst und mit DGPS-Koordinaten hinterlegt. Anomalien können folglich präzise verortet und kartographisch dargestellt werden.

Beim Vorhandensein ferromagnetisch wirksamer Störelemente (Zäune, Stahlbetonbauten usw.) ist in deren näherem Umfeld nicht zu erwarten, dass auswertbaren Messdaten erfasst werden können.

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.

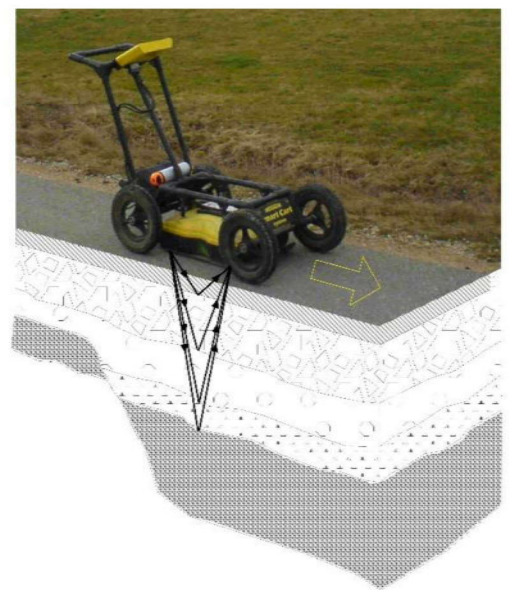


Abbildung 3: Bodenradargerät für kontinuierliche Messungen entlang von Profilen. Eingesetzte Antenne 250 MHz.

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

Untersuchung der Bohransatzpunkte



Messung des Bohransatzpunktes 1



Messung des Bohransatzpunktes 2



Messung des Bohransatzpunktes 3



Messung des Bohransatzpunktes 4



Messung des Bohransatzpunktes 5



Messung des Bohransatzpunktes 6

Kampfmitteluntersuchung von geplanten Bohransatzpunkten
BV Gnömau und Zierwaldweg, Grainau



Messung des Bohransatzpunktes 7



Messung des Bohransatzpunktes 8



Messung des Bohransatzpunktes 9



Messung des Bohransatzpunktes 10

Projekt:	Grainau, Zierwaldweg und Schönangerstr.	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	7.1		
Projektnr.:	241103-1		



Foto 1

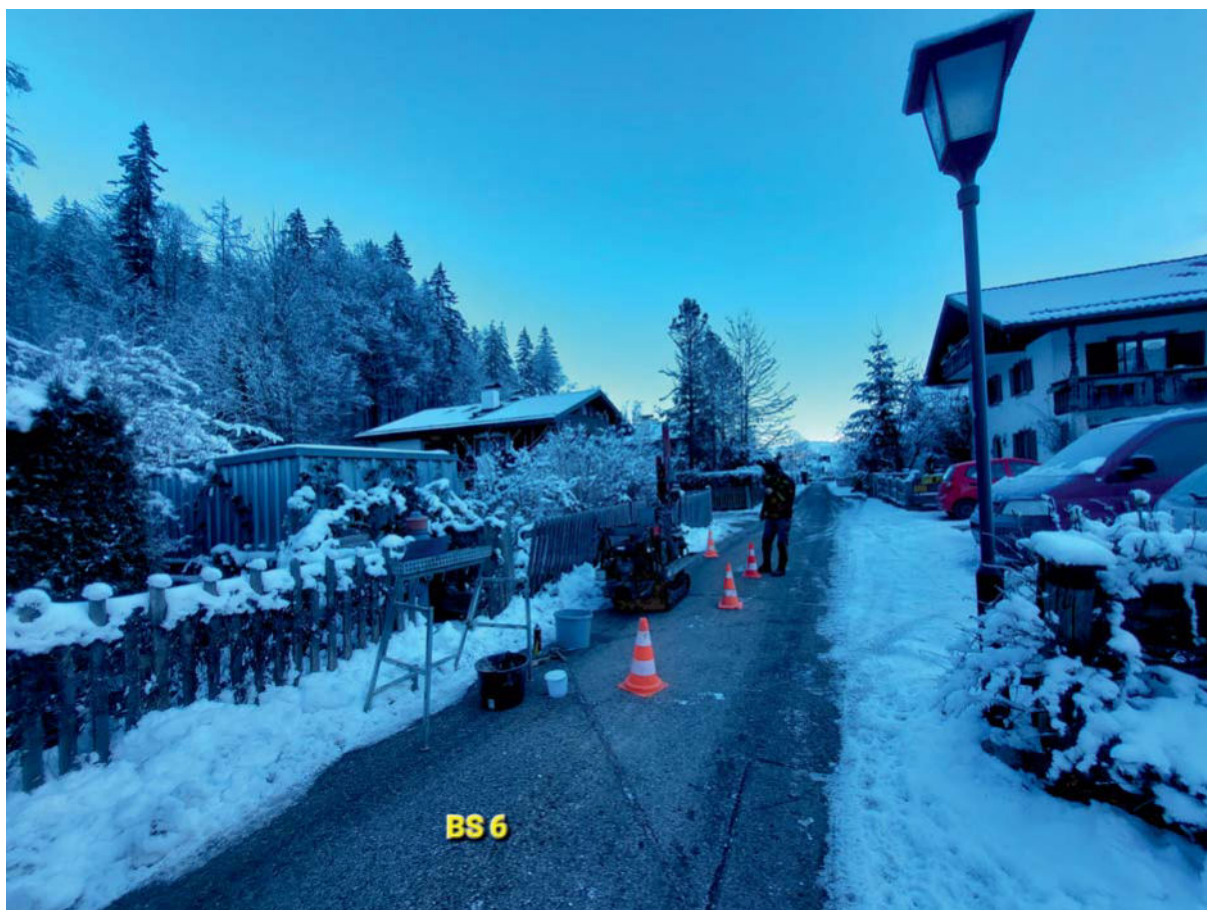


Foto 2

Projekt:	Grainau, Zierwaldweg und Schönangerstr.	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	7.2		
Projektnr.:	241103-1		



Foto 3



Foto 4